

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE AGRONOMIA
CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA



TESIS DE GRADO

**INFLUENCIA DE LA FRECUENCIA DE RIEGO POR GOTEO EN LA
CALIDAD DE PRODUCCION DEL CLAVEL (*Dianthus cariophyllus*)
COMERCIAL BAJO CARPA SOLAR**

REYNALDO REMBERTO MEDRANO VELASQUEZ

LA PAZ – BOLIVIA
2006

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE AGRONOMIA
CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA

**INFLUENCIA DE LA FRECUENCIA DE RIEGO POR GOTEO EN LA CALIDAD DE
PRODUCCION DEL CLAVEL (*Dianthus cariophyllus*) COMERCIAL BAJO CARPA SOLAR**

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

REYNALDO REMBERTO MEDRANO VELASQUEZ

Asesores:

Ing. M. Sc. Jorge Pascuali C.

Ing. Ricardo Sanchez de L.P.C.

Comite Revisor:

Ph.D. Magali García C.

Ing. Rafael Díaz S.

Ing. Pablo Salonero O.

APROBADA

Decano:

Ing. M. Sc. Jorge Pascuali C.

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mis más sinceros agradecimientos a las siguientes personas e instituciones que colaboraron en la realización y culminación del presente trabajo.

Al Ing. M.Sc. Jorge Pascuali C. por su valioso aporte y sugerencias en la revisión de la tesis.

Al Ing. Ricardo Sanchez, por sus observaciones y aclaraciones en la realización del presente trabajo.

Un especial aprecio y agradecimiento al Ing. Pablo Salonero O. por su paciencia en la revisión y aportes en la mejora del documento.

Así mismo agradezco las valiosas apreciaciones del Ing. Rafael Díaz S. en la corrección del presente proyecto de tesis.

Al Ing. Ph.D. Magali Garcia C. por sus aportes y consejos en el desarrollo del documento.

A los compañeros de la Facultad, Teodoro, Felix, Marildo quienes contribuyeron en el desarrollo del trabajo; mis mas sinceros agradecimientos.

Este proyecto de tesis ha sido posible gracias al apoyo brindado por la Fundación W. K. Kellog Proyecto UNIR – UMSA representado por su coordinador Ing. M. Sc. René Terán C. e Ing. Cristal Taboada a quienes agradezco por su valiosa colaboración.

A la Facultad de Agronomía perteneciente a la Universidad Mayor San Andrés, mi reconocimiento y agradecimiento por haberme acogido y formado en sus aulas.



Dedicatoria

*A mis padres Samuel y Nerañ por su apoyo constante
e incondicional en mi formación como profesional.*

*A mis hermanos Susema, Magdalena y Hernan por
asentarme a culminar este proyecto.*

A mis sobrinos Aron y Mateo.

A toda mi familia.

INDICE DE CONTENIDO

	Pag.
I. INTRODUCCION	1
Justificación	2
1.1. Objetivos	3
1.1.1. Objetivo general	3
1.1.2. Objetivos específicos.....	3
1.2. Hipótesis	3
II. REVISION DE LITERATURA	4
2.1. Relaciones hídricas	4
2.1.1. El agua y la planta	4
2.1.2. Transpiración	4
2.1.3. Evaporación	4
2.1.4. Evapotranspiración	5
2.1.4.1. Evapotranspiración potencial ETP	5
2.1.4.2. Evapotranspiración real ETR	6
2.1.5. Absorción de agua por los cultivos	6
2.1.6. Características físicas del sustrato y su relación con el estado de humedad.....	6
2.1.6.1. Textura del suelo	6
2.1.6.2. Estructura del suelo	7
2.1.6.3. Porosidad	7
2.1.6.4. Capacidad de campo	8
2.1.6.5. Punto de marchitez	8
2.1.6.6. Agua útil	9
2.1.6.7. Saturación	10
2.1.6.8. Déficit hídrico	10
2.1.7. El sustrato	11
2.1.8. Potencial del agua	12
2.1.9. Tensión hídrica en el suelo y la planta	13
2.1.10. El tensiómetro	14
2.1.10.1. Estructura	15
2.1.10.2. Principio de funcionamiento	15
2.1.10.3. Preparación	16

2.1.10.4. Calibración	16
2.1.10.5. Instalación	16
2.1.10.6. Ubicación	16
2.1.10.7. Profundidad	16
2.1.11. Uso del agua del suelo	17
2.1.12. Movimiento del agua en el sistema suelo-planta-atmósfera	18
2.2. Necesidades de agua del cultivo en riego localizado	20
2.3. Consideraciones sobre el agua de riego	22
2.4. Generalidades del sistema de riego por goteo	22
2.4.1. Ventajas	22
2.4.2. Desventajas	23
2.5. Componentes de un sistema de riego por goteo	24
2.5.1. Características que debe reunir un gotero	25
2.5.2. Clasificación de los goteros	26
2.5.3. El bulbo húmedo en el riego localizado	28
2.5.3.1. Factores que determinan el tamaño y forma del bulbo húmedo	28
2.5.4. Factores que afectan el caudal de un gotero	29
2.6. Frecuencia de riego	29
2.7. Evaluación de un sistema de riego por goteo	31
2.7.1. Uniformidad de riego	32
2.7.2. Coeficiente de variación	33
2.7.3. Evaluación del diseño agronómico	34
2.7.4. Evaluación del diseño hidráulico	36
2.8. El cultivo	37
2.8.1. Origen	37
2.8.2. Botánica del clavel	37
2.8.3. Calidad de flor comercial de clavel	38
2.8.3.1. Concepto de calidad	38
2.8.3.2. Calidad de flor	38
2.8.3.3. Características de clavel comercial	39
2.9. Agroecología del cultivo	39
2.9.1. Clima	39
2.9.2. Suelo	40

2.9.3. Agua	41
2.9.4. Cultivo en camas o platabandas	41
2.9.5. pH	42
2.10. Ambientes atemperados	42
2.10.1. Carpas solares	42
2.10.2. Invernadero	42
2.11. Implantación del cultivo	44
2.11.1. Características del invernadero para el cultivo de clavel	44
2.11.2. Cultivo del clavel en invernadero	45
2.12. Construcción aislada de las camas de cultivo	45
2.12.1. Camas a nivel del suelo	45
2.12.2. Tamaño de las camas	45
2.13. Preparación del sustrato	46
2.13.1. Arena	46
2.13.2. Turba	47
2.14. Fertilización	48
2.14.1. Fertilización química	48
2.14.2. Fertilización orgánica	49
2.14.2.1. Humus de lombriz	49
2.14.2.2. Té de estiércol	50
2.15. Manejo del cultivo	50
2.15.1. Definición de esqueje	50
2.15.2. Características de un esqueje	50
2.15.3. Programa de plantación	51
2.15.4. Época de plantación	51
2.15.5. Densidad de plantación	51
2.15.6. Profundidad de plantación	52
2.15.7. Riego	52
2.15.8. Despunte	53
2.15.9. Entutorado	53
2.15.10. Desbotonado	54
2.15.11. Peinado	54
2.15.12. Punto de corte	54

2.15.13. Recolección de flores	54
2.15.14. Clasificación de flores	55
III. MATERIALES Y METODO	56
3.1. Localización y ubicación	56
3.1.1. Clima	56
3.1.2. Topografía y vegetación	56
3.1.3. Suelo	56
3.1.4. Hidrología	57
3.2. Materiales	57
3.2.1. Descripción de la carpa solar	57
3.2.2. Material vegetal	58
3.2.3. Material de campo	58
3.2.4. Material de escritorio	58
3.2.5. Equipo del sistema de riego	58
3.2.6. Equipos de medición	59
3.2.6.1. Manómetro	59
3.2.6.2. Flujómetros	59
3.2.6.3. Tensiómetros	60
3.2.6.4. Equipo de medición de caudal	60
a. Recipiente	60
b. Probeta	60
c. Cronómetro	60
3.2.6.5. Termohigrómetro	60
3.2.7. Productos fitosanitarios	60
3.2.8. Fertilizantes	60
3.2.9. Herramientas	61
3.3. Metodología	61
3.3.1. Diseño experimental	61
a. Modelo estadístico	61
b. Observaciones y medidas	61
c. Tratamientos	63
d. Tiempo de riego	64
3.3.2. Parcela experimental	64

3.3.3. Método de campo	65
3.3.3.1. Preparación del terreno	65
3.3.3.2. Construcción de las camas de cultivo	65
3.3.3.3. Preparación del sustrato	65
3.3.3.4. Toma de muestra de sustrato	66
3.3.3.5. Desinfección del sustrato	66
3.3.3.6. Montaje del sistema de riego	66
a. Fuente de agua	66
b. Toma de muestra de agua	67
c. Tendido de línea de abastecimiento	67
d. Cabezal de control	67
e. Tendido de línea principal	67
f. Instalación de línea secundaria	68
g. Instalación de flujómetros	68
h. Instalación de la línea de derivación	68
i. Instalación de laterales	68
j. Ubicación de accesorios	68
3.3.3.7. Ubicación y manejo del termohigrómetro	69
3.3.3.8. Densidad de plantación	69
3.3.3.9. Programa de plantación	69
3.3.3.10. Trasplante de esquejes	69
3.3.3.11. Ubicación y manejo de tensiómetros	70
3.3.3.12. Deshierbe	71
3.3.3.13. Entutorado	71
3.3.3.14. Pinzamiento	72
3.3.3.15. Abonado	72
3.3.3.16. Control de plagas	72
3.3.3.17. Control de enfermedades	73
3.3.3.18. Desbotonado o desyemado	73
3.3.3.19. Peinado	73
3.3.3.20. Corte de flor	74
3.3.3.21. Clasificación de flores	74
3.3.3.22. Manejo de la carpa solar	74

a. Ventilación	74
3.4. Parámetros de evaluación	75
3.4.1. Variables de respuesta del cultivo.....	75
3.4.2. Análisis de la temperatura y humedad relativa	75
3.4.3. Análisis de la relación del potencial matricial con la frecuencia de riego y el cultivo	75
3.4.4. Evaluación del sistema de riego	75
3.4.5. Análisis económico	78
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	79
4.1. Influencia de la aplicación de frecuencias de riego por goteo en los parámetros de evaluación de variables de respuesta del cultivo	84
4.1.1. Longitud de tallo	84
4.1.2. Diámetro de tallo	90
4.1.3. Tamaño de flor	95
4.1.4. Perímetro de flor abierta	100
4.1.5. Número de tallos florales	105
4.1.6. Duración de flor en florero	110
4.1.7. Número de días al corte	115
4.1.8. Clasificación del producto	120
4.2. Características físico – químicas del sustrato	122
4.2.1. Características físicas	122
4.2.2. Características químicas	124
4.3. Análisis químico del agua	125
4.4. Variación de la temperatura y humedad relativa dentro la carpa solar	126
4.4.1. Registro de temperatura	126
4.4.1.1. Temperatura máxima	126
4.4.1.2. Temperatura mínima	128
4.4.2. Registro de humedad relativa	129
4.4.2.1. Humedad relativa máxima	129
4.4.2.2. Humedad relativa mínima	130
4.4.3. Temperatura y humedad relativa diaria según hora de registro	131
4.4.4. Movimiento del agua en función del potencial presente en el sustrato	133

4.4.4.1. Relación entre tensión presente en el sustrato y la continuidad planta - atmósfera	140
4.4.5. Volumen de agua aplicado por tratamiento y tiempo de riego	143
4.5. Evaluación del sistema de riego por goteo	145
4.5.1. Uniformidad de riego	145
4.5.2. Coeficiente de variación	147
4.5.3. Evaluación del diseño agronómico	148
4.5.3.1. Superficie mojada por emisor	148
4.5.3.2. Porcentaje de superficie mojada	148
4.5.3.3. Número de emisores por planta	149
4.5.3.4. Profundidad de bulbo húmedo	150
4.5.3.5. Diseño y cálculo de goteros en franja continúa	150
4.5.4. Evaluación del diseño hidráulico	154
4.5.4.1. Capacidad del tanque de almacenamiento	154
4.5.4.2. Determinación del caudal en el filtro de malla	155
4.5.4.3. Cálculo de gradiente de pérdida de carga en la tubería	156
4.5.4.4. Diseño y cálculo de la tubería lateral	157
4.5.4.5. Tolerancia de presiones en las subunidades de riego	158
4.5.4.6. Diseño y cálculo de tubería terciaria	160
4.6. Análisis económico	162
V. CONCLUSIONES	166
VI. RECOMENDACIONES	171
VII. BIBLIOGRAFIA	172
ANEXOS	

INDICE DE CUADROS

	Pag.
CUADRO 1 Correspondencia entre principales unidades de potencial.....	8
CUADRO 2. Rango de tensiones adecuado al uso del tensiometro.....	15
CUADRO 3. Distintas disposiciones de plantación en el invernadero.....	52
CUADRO 4. Norma de clasificación del clavel Sim.....	55
CUADRO 5. Frecuencias e intervalos de riego.....	63
CUADRO 6. Volumen de agua a suministrar por frecuencia, semana y unidad experimental..	64
CUADRO 7. Volumen de agua a suministrar por frecuencia, semana y repetición.....	64
CUADRO 8. Promedio general de variables agronómicas evaluadas al primer pico por bloque y tratamiento.....	79
CUADRO 9. Promedio general de variables agronómicas evaluadas al segundo pico por bloque y tratamiento.....	80
CUADRO 10. Resumen del análisis de varianza para variables de respuesta al primer pico de producción.....	81
CUADRO 11. Resumen de la prueba de rango múltiple de Duncan para variables de respuesta al primer pico de producción.....	82
CUADRO 12. Resumen de la prueba de rango múltiple de Duncan para variables de respuesta al segundo pico de producción.....	83
CUADRO 13. Volumen de agua aplicado y tensión media registrada por tratamiento al primer y segundo pico de producción.....	84
CUADRO 14. Análisis de varianza para longitud de tallo al primer pico.....	86
CUADRO 15. Prueba de rango múltiple de Duncan para longitud de tallo al primer pico.....	86
CUADRO 16. Análisis de varianza para longitud de tallo al segundo pico.....	88
CUADRO 17. Prueba de rango múltiple de Duncan para longitud de tallo al segundo pico....	89
CUADRO 18. Análisis de varianza para diámetro de tallo al primer pico.....	91
CUADRO 19. Prueba de rango múltiple de Duncan para diámetro de tallo al primer pico.....	91
CUADRO 20. Análisis de varianza para diámetro de tallo al segundo pico.....	93
CUADRO 21. Prueba de rango múltiple de Duncan para diámetro de tallo al segundo pico...	94
CUADRO 22. Análisis de varianza de la variable tamaño de flor al primer pico.....	96
CUADRO 23. Prueba de rango múltiple de Duncan para tamaño de flor al primer pico.....	97
CUADRO 24. Análisis de varianza para tamaño de flor al segundo pico.....	99
CUADRO 25. Prueba de rango múltiple de Duncan para tamaño de flor al segundo pico.....	99

CUADRO 26. Análisis de varianza para perímetro de flor al primer pico.....	101
CUADRO 27. Prueba de rango múltiple de Duncan para perímetro de flor al primer pico.....	102
CUADRO 28. Análisis de varianza para perímetro de flor al segundo pico.....	104
CUADRO 29. Prueba de rango múltiple de Duncan para perímetro de flor al segundo pico..	104
CUADRO 30. Análisis de varianza para el número de tallos florales al primer pico.....	107
CUADRO 31. Prueba de rango múltiple de Duncan para número de tallos florales al primer pico.....	107
CUADRO 32. Análisis de varianza para número de tallos florales al segundo pico.....	109
CUADRO 33. Prueba de rango múltiple de Duncan para número de tallos florales al segundo pico.....	109
CUADRO 34. Análisis de varianza para duración de flor al primer pico.....	111
CUADRO 35. Prueba de rango múltiple de Duncan para duración de flor al primer pico.....	112
CUADRO 36. Análisis de varianza para duración de flor al segundo pico.....	114
CUADRO 37. Prueba de rango múltiple de Duncan para la variable duración de flor al segundo pico.....	114
CUADRO 38. Análisis de varianza para número de días al primer pico.....	117
CUADRO 39. Prueba de rango múltiple de Duncan para la variable número de días al primer pico.....	117
CUADRO 40. Análisis de varianza para número de días al segundo pico.....	119
CUADRO 41. Prueba de rango múltiple de Duncan para número de días al segundo pico...	120
CUADRO 42. Clasificación de la flor cortada en función de la longitud de tallo.....	121
CUADRO 43. Análisis físico del sustrato.....	122
CUADRO 44. Análisis químico del sustrato.....	124
CUADRO 45. Análisis químico del agua con fines de riego.....	125
CUADRO 46. Volumen de agua aplicado por tratamiento y repetición.....	143
CUADRO 47. Tiempo de riego empleado por tratamiento y pico de producción.....	144
CUADRO 48. Determinación del coeficiente de uniformidad para los bloques I – II – III.....	145
CUADRO 49. Determinación del coeficiente de uniformidad para bloques IV – V – VI.....	146
CUADRO 50. Determinación del coeficiente de variación por bloque y tratamiento.....	147
CUADRO 51. Presupuesto parcial de los tratamientos en clavel/1000 m ² al primer pico.....	162
CUADRO 52. Presupuesto parcial de los tratamientos en clavel/1000 m ² al segundo pico...	163
CUADRO 53. Análisis marginal de tratamiento por pico de producción.....	163

INDICE DE FIGURAS

	Pag.
FIGURA 1. Representación esquemática de los cambios en el potencial de agua en la hoja, la raíz y suelo.....	13
FIGURA 2. Circulación del agua a través de la planta.....	19
FIGURA 3. Efecto de la localización del riego en la evapotranspiración.....	21
FIGURA 4. Influencia del volumen de agua en la longitud de tallo al primer pico.....	85
FIGURA 5. Influencia del volumen de agua en la longitud de tallo al segundo pico.....	87
FIGURA 6. Influencia del volumen de agua en el diámetro de tallo al primer pico.....	90
FIGURA 7. Influencia del volumen de agua en el diámetro de tallo al segundo pico.....	92
FIGURA 8. Influencia del volumen de agua en el tamaño de flor al primer pico.....	95
FIGURA 9. Influencia del volumen de agua en el tamaño de flor al segundo pico.....	98
FIGURA 10. Influencia del volumen de agua en el perímetro de flor al primer pico.....	100
FIGURA 11. Influencia del volumen de agua en el perímetro de flor al segundo pico.....	103
FIGURA 12. Influencia del volumen de agua en el número de tallos florales al primer pico...	114
FIGURA 13. Influencia del volumen de agua en el número de tallos florales al segundo pico.....	108
FIGURA 14. Influencia del volumen de agua en la duración de flor al primer pico.....	111
FIGURA 15. Influencia del volumen de agua en la duración de flor al segundo pico.....	113
FIGURA 16. Influencia del volumen de agua en el número de días al corte de flor al primer pico.....	116
FIGURA 17. Influencia del volumen de agua en el número de días al corte de flor al segundo pico.....	118
FIGURA 18. Registro de temperatura máxima promedio por mes en la carpa solar.....	127
FIGURA 19. Registro de temperatura mínima promedio por mes en la carpa solar.....	128
FIGURA 20. Registro de humedad relativa máxima media mes en la carpa solar.....	130
FIGURA 21. Registro de la humedad relativa mínima media mes en la carpa solar.....	130
FIGURA 22. Registro de la temperatura y humedad relativa promedio por mes a horas 8 a.m. dentro la carpa solar.....	131
FIGURA 23. Registro de la temperatura y humedad relativa promedio por mes a horas 13 p.m. dentro la carpa solar.....	132
FIGURA 24. Registro de la temperatura y humedad relativa promedio por mes a horas 18 p.m. dentro la carpa solar.....	133

FIGURA 25. Comportamiento del potencial presente en el sustrato en función del volumen de agua aplicado por tratamiento y mes al primer pico.....	134
FIGURA 26. Comportamiento del potencial presente en el sustrato en función del volumen de agua aplicado por tratamiento y mes al segundo pico.....	139
FIGURA 27. Registro de temperatura y humedad relativa promedio por mes.....	140
FIGURA 28. Comportamiento de la tensión promedio por mes y tratamiento.....	141
FIGURA 29. Curva de beneficio neto vs. costos variables para los tratamientos al primer pico.....	164
FIGURA 30. Curva de beneficio neto vs. costos variables para los tratamientos al segundo pico.....	165

INDICE DE ECUACIONES

	Pag.
Ecuación 1. Porosidad.....	7
Ecuación 2. Lámina a capacidad de campo y punto de marchitez permanente.....	9
Ecuación 3. Agua útil.....	10
Ecuación 4. Potencial hídrico.....	12
Ecuación 5. Agua disponible total.....	17
Ecuación 6. Agua disponible total (en base a masa).....	17
Ecuación 7. Reserva de agua disponible.....	18
Ecuación 8. Movimiento de agua en el sistema suelo, planta, atmósfera.....	18
Ecuación 9. Uniformidad de emisión.....	32
Ecuación 10. Coeficiente de uniformidad.....	32
Ecuación 11. Coeficiente de uniformidad (variación de fabricación).....	33
Ecuación 12. Coeficiente de variación.....	34
Ecuación 13. Desviación típica.....	34
Ecuación 14. Caudal medio del emisor.....	34
Ecuación 15. Porcentaje de superficie mojada.....	35
Ecuación 16. Porcentaje de superficie mojada.....	35
Ecuación 17. Número de emisores por planta.....	35
Ecuación 18. Número de emisores por planta.....	35
Ecuación 19. Superficie mojada por planta.....	36

INFLUENCIA DE LA FRECUENCIA DE RIEGO POR GOTEO EN LA CALIDAD DE PRODUCCIÓN DEL CLAVEL (*D. cariophyllus*) COMERCIAL BAJO CARPA SOLAR

I. INTRODUCCION

La floricultura de corte como una actividad agrícola intensiva importante, viene desarrollándose gradualmente en los últimos años, pues como una gestión comercial se convierte en una alternativa que genera movimiento económico a gran escala especialmente en los países de Colombia y Ecuador, los principales productores del Continente Sudamericano. En Bolivia esta actividad se desarrolla en el Departamento de Cochabamba convirtiéndose como el principal proveedor de flores de corte a nivel nacional y de exportación, le siguen por orden de importancia los departamentos de Chuquisaca, Tarija y La Paz.

En el departamento de La Paz los espacios para la producción de flor de corte se desarrollan lentamente, siendo los valles, cabeceras de valle, yungas y también algunas regiones del altiplano norte donde esta actividad genera una dinámica económica destacable , convergiendo el producto final en el mercado local.

Como flor de corte, el clavel, se ha convertido en un cultivo que ha despertado gran interés entre los floricultores por la rentabilidad que ofrece, lo que ha permitido ampliar la frontera agrícola de esta especie, así como también ha obligado a las empresas productoras de plantas madre y de esquejes a crear nuevas variedades que ofrezcan mayores rendimientos, resistentes a enfermedades, precoces y de una amplia gama de colores.

Esta situación ha forzado a los floricultores a introducir nuevas técnicas de manejo del cultivo de clavel en ambientes controlados entre los que destaca el riego presurizado.

El uso de la tecnología del riego por goteo se va generalizando rápidamente en este cultivo ya que el mismo ofrece la posibilidad de aplicar agua uniformemente, manteniendo así un nivel de humedad en el suelo preparado casi constante, por el hecho de que el agua se moviliza en forma lateral y vertical permitiendo alcanzar una humedad permanente y a baja tensión, lo que implica un menor esfuerzo por parte de la planta en absorber nutrientes contenidos en el suelo.

Para alcanzar el nivel de humedad uniforme se hace necesario aplicar agua al cultivo de manera frecuente según el grado de consumo y la cantidad de agua disponible en la zona de las raíces, lo que representa una función del suelo, el cultivo y el microclima.

Justificación

El cultivo de clavel para corte, tiene un ciclo vegetativo que abarca más de un año, clasificándose esta como planta perenne, pero la característica de la misma es que presenta dos momentos en que las plantas florecen (entre 50 a 60%) casi al mismo tiempo en un lapso de periodo determinado, denominado por los floricultores como picos de producción, siendo así que en el primer pico es mayor que en el segundo, posterior al cual viene una etapa donde la formación de botones florales se estandariza; obteniéndose un buen rendimiento y calidad por 18 a 20 meses declinando este conforme va transcurriendo el tiempo y por los sucesivos cortes que se realiza, lo que conduce a reemplazar las mismas por otras nuevas.

Como el clavel es un cultivo perenne y el estudio en lo que corresponde al riego y su incidencia en la calidad de producción llevaría por lo menos 18 meses, lo que ocasiona inversión en tiempo y economía, es que se planteo desarrollar el ensayo durante los picos de producción que son significativos para evaluar el comportamiento de frecuencias de riego por goteo en la calidad de flor para corte, entendiéndose por calidad al conjunto de características físicas inherentes a la planta que permiten juzgar su calificación, como por ejemplo la longitud de tallo, diámetro de tallo, perímetro de flor abierta, etc. enmarcándose esta en la clasificación estándar para clavel Sim.

El clavel para corte es de las plantas que se cultiva bajo condiciones controladas, requiriendo esta bastante agua (200 a 300 cc. por planta) para su desarrollo por lo que se hace necesario otorgar a la zona radicular buena humedad y el riego por goteo es el mas adecuado por las ventajas que ofrece como por ejemplo que minimiza los problemas de exceso y déficit de agua, facilita la aplicación de fertiriego, ahorra tiempo, no moja la parte aérea de la planta además de que posibilita la programación, la dosis y frecuencia de riego aconsejables para el cultivo.

Tomando en cuenta estas consideraciones se plantea estudiar la influencia que tendrá la aplicación continua de riego localizado o de alta frecuencia en la calidad de producción del

cultivo de clavel durante el periodo vegetativo que corresponde al primer y segundo pico de producción, adoptando como parámetros de evaluación de calidad a aquellos establecidos según la clasificación estándar. El estudio se realizará en función de la humedad presente en el sustrato medida a través del uso de tensiómetros, y del volumen de agua suministrado por tres frecuencias de riego, el microclima del ambiente, el funcionamiento del sistema de riego implementado.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de tres frecuencias de riego por goteo en la calidad de flor de corte del clavel (*Dianthus cariophyllus*) en condiciones de carpa solar.

1.1.2. Objetivos específicos

- Determinar la incidencia de tres niveles de riego por goteo en los parámetros de evaluación del clavel de corte en camas de cultivo al primer y segundo pico de producción.
- Evaluar el comportamiento de la temperatura y humedad relativa dentro la carpa solar.
- Analizar el efecto de la frecuencia de riego, determinado de acuerdo al potencial matricial presente en el sustrato, en la calidad de flor de corte y establecer la relación con la planta y el microclima.
- Evaluar el diseño del sistema de riego por goteo a nivel agronómico y de instalación.
- Realizar el análisis económico de la técnica propuesta.

1.2. HIPOTESIS

Ho: No existen diferencias significativas en los parámetros de evaluación de la calidad al primer y segundo pico de producción del clavel para corte bajo la influencia de tres frecuencias de riego por goteo en condiciones de carpa solar.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Relaciones hídricas

2.1.1. El agua y la planta

Alpi (1993), indica que el papel del agua en la vida de las plantas es indudablemente muy importante. Interviene en la constitución del protoplasma; actúa como disolvente de los gases, los iones minerales y otros solutos que penetran y se desplazan por el interior de la planta; constituye el ingrediente necesario para asegurar la turgencia de las células; representa el reactivo principal en muchos procesos fisiológicos fundamentales.

2.1.2. Transpiración

Las raíces de las plantas según Brouwer (1987), necesitan extraer agua del suelo para subsistir y crecer. La mayor parte del agua no queda en la planta sino que escapa a la atmósfera en forma de vapor a través de las hojas y tallo. A este proceso se le llama transpiración.

Azcon-Bieto (1993), manifiestan que una superficie mojada, expuesta al aire cede tanto vapor de agua por unidad de tiempo y área, cuanto mayor sea el gradiente de presión de vapor entre superficie y el aire. Por otra parte, la radiación intensa calienta la superficie foliar conduciendo así a un gradiente de presión de vapor más acusado. Por tanto, las propiedades radiativas de la hoja desempeñan un papel esencial en la evaporación del agua en el mesófilo. La transpiración y el movimiento del agua a través de la planta se presenta incluso en condiciones de humedad elevada, cuando el aire está saturado con vapor de agua.

2.1.3. Evaporación

Para Brouwer (1987), el proceso de evaporación ocurre cuando el agua escapa en forma de vapor de una superficie de suelo y en las superficies expuestas de las plantas cuando están húmedas.

Berlinjn (1997), menciona que la evaporación es el agua del suelo que se pierde en la atmósfera. La cantidad de agua evaporada del suelo es tanta como la que se pierde en superficies abiertas con agua, a la misma temperatura.

El mismo autor aclara que la cantidad de agua que se evapora depende de la temperatura, de la humedad relativa, de los movimientos del aire, de la presión atmosférica y de la textura del suelo.

2.1.4. Evapotranspiración

Según Ducrocq (1990), la evapotranspiración representa la cantidad de agua perdida en forma de vapor a partir de una superficie cubierta de vegetación. Esta cantidad se expresa generalmente por unidad de superficie y por unidad de tiempo; en m³/ha/día.

Alpi (1991), refiriéndose específicamente al proceso evapotranspirativo en un invernadero considera que existen dos fuentes de aprovisionamiento de vapor de agua por un lado la irrigación, nebulización y la sustitución del aire interior con el exterior más húmedo; y por procesos que tienden a disminuir la cantidad de vapor de agua contenida en la atmósfera del invernadero (condensación, ventilación y dehumidificación).

El valor de la evapotranspiración, según Evangelish (1999) citado por Palacios (2002), en cultivos de invernadero varía de acuerdo al cultivo y las condiciones climatológicas. La evapotranspiración generalmente, es menor en el interior del invernadero, llegando a un 60 a 80% de la evapotranspiración registrada en el exterior.

2.1.4.1. Evapotranspiración potencial: ETP

Según Fuentes (1998), la evapotranspiración potencial o máxima, es la cantidad de agua consumida durante un determinado periodo de tiempo, en un suelo cubierto de una vegetación homogénea, densa, en plena actividad vegetativa y con un buen suministro de agua.

El CAT-PRONAR (2002), señala que la evapotranspiración potencial (ET_p) se define como “la pérdida de agua de un cultivo extenso y uniforme de gramíneas, de 8 a 15 centímetros de altura, en crecimiento activo, que sombrea totalmente el suelo y no está escaso de agua”.

2.1.4.2. Evapotranspiración real: ETR

Al respecto Ducrocq (1990), señala que durante un periodo determinado (día, mes, ciclo vegetativo del cultivo), cada parcela va a perder, por transpiración y evaporación directa, una cierta cantidad de agua llamada evapotranspiración real ETR.

Chipana (1996), aclara que la evaporación de cultivo o real o actual como se la denomina es aquella que ocurre en una superficie cultivada, independiente de su área, de su altura y de las condiciones de humedad del suelo.

2.1.5. Absorción de agua por los cultivos

Según Ducrocq (1990), la absorción del agua por las plantas es inseparable de la transpiración: es ella, en efecto, quien permite a la planta extraer del suelo el agua de la que tiene necesidad para la transpiración.

Berlijn (1997), menciona que los cultivos absorben una cierta cantidad de agua durante su ciclo de desarrollo y producción. La planta absorbe esta cantidad de agua por medio de su sistema radicular. Por lo tanto, el agua requerida por el cultivo debe estar disponible en el suelo y especialmente en la zona de las raíces.

2.1.6. Características físicas del suelo y su relación con el estado de humedad

2.1.6.1. Textura del suelo

Según Ducrocq (1990), la textura de un suelo está formada de partículas o granos elementales que se distinguen por su tamaño.

Foth (1997), define como textura del suelo al tamaño relativo de las partículas de suelo, que se refiere a la finura mayor o menor del suelo. De manera más específica, textura es la proporción relativa de arena, limo y arcilla.

Moya (1998), indica que cuando predomina la arcilla, el suelo es capaz de almacenar mucha agua y el aire circula con dificultad. Por el contrario, en un suelo arenoso, el agua y el aire circulan fácilmente, reteniendo muy poca humedad.

2.1.6.2. Estructura del suelo

Foth (1997), define la palabra estructura como la agregación de las partículas primarias de suelo (arena, limo, arcilla) en partículas compuestas o en grupos de partículas primarias, que están separados de los agregados adyacentes por debilidad de las superficies.

Mientras que Moya (1998), considera a la estructura como la ordenación o disposición de las partículas, teniendo en cuenta la relación o interacción de todos los componentes del suelo.

2.1.6.3. Porosidad

Fuentes (1998), define a la porosidad de un suelo como la fracción de volumen del mismo no ocupado por materia sólida. La porosidad o volumen ocupado por los poros se expresa como % del volumen total del suelo mediante la fórmula:

$$P = \frac{D_r - D_a}{D_r} \times 100 \quad (1)$$

Fuente: Fuentes (1998).

Donde:

P = Porosidad en %

D_r = Densidad real en gr/cc

D_a = Densidad aparente en gr/cc

La porosidad de los suelos varía normalmente del 40 al 50%.

Se entiende por porosidad según Moya (1998), a los huecos o poros que quedan entre las partículas que son ocupados por aire y agua. Así en suelos arenosos los poros son mayores, y el aire y agua circulan con mucha facilidad; en suelos arcillosos los poros son pequeños y tanto el aire como el agua circulan con gran dificultad, pero almacenan mucha humedad.

2.1.6.4. Capacidad de campo

Ducrocq (1990), señala que la humedad correspondiente se llama humedad según la capacidad de campo, o también capacidad en el campo o capacidad de retención, designada generalmente por HCC. Es de alguna manera el límite superior útil para las plantas.

CUADRO N° 1. Correspondencia entre las principales unidades de potencial

ALTURA AGUA CM	1	10	100	1000	10.000	15.000	100.000	1.000.000
ATMOSFERAS			1/10	1	10	15	100	1.000

Fuente: Ducrocq (1990).

Fuentes (1998), manifiesta que cuando el suelo ya no pierde más agua por gravedad se dice se dice que esta a la capacidad de campo.

La capacidad de campo se alcanza cuando la tensión matricial tiene un valor medio de 1/3 de atm. en suelo franco, pudiendo variar desde 0.1 atm. en suelo arenoso hasta 0.5 atm. en suelo arcilloso.

Para fines de riego según Vasquez (2000), se considera que la capacidad de campo de un suelo corresponde a un estado energético o tensión de 0.3 bares.

2.1.6.5. Punto de marchitez

Según Ducrocq (1990), indica que la humedad en el punto de marchitez representa una proporción de agua en el suelo, cuya absorción por parte de la raíz queda bloqueada (lo cual acarrea la marchitez). En este momento, el potencial del agua

del suelo es superior al del agua de la planta. En la práctica, se da un valor fijo de 15 atmósferas porque la humedad varía muy poco en la zona de los potenciales elevados.

Pizarro (1996), afirma que el punto de marchitez se caracteriza porque las plantas absorben el agua del suelo con mucha dificultad y experimentan marchitez irreversible. Este estado corresponde a un potencial mátrico comprendido entre -10 y -20 bares, con un valor medio aproximado de -15 bares.

Para el cálculo de lámina a capacidad de campo y punto de marchitez, la ecuación sugerida por Pizarro (1996) es:

$$h = \frac{O_v \times P}{100} \quad (2)$$

Fuente: Pizarro (1996).

Donde:

h = altura de agua (mm.)

Ov = humedad volumétrica (%)

P = profundidad de suelo (mm.)

Según Fuentes (1998), cuando llega un momento en que las plantas ya no pueden absorber toda el agua que necesitan se produce el marchitamiento. Se dice entonces que el suelo ha alcanzado el punto de marchitez (la tensión tiene un valor de 15 atm.). Este estado marca el límite inferior de aprovechamiento del agua del suelo por las plantas.

2.1.6.6. Agua útil

Según Pizarro (1996), la cantidad de agua comprendida entre la capacidad de campo y punto de marchitez permanente se define como agua útil.

Así mismo aclara que la humedad correspondiente a los estados de capacidad de campo (Cc.) y punto de marchitez (Pm.) y el agua útil se puede expresar en términos de humedad gravimétrica o volumétrica; en cualquier caso se cumple:

$$Au = Cc - Pm$$

(3)

Fuente: Pizarro (1996)

2.1.6.7. Saturación

Según fuentes (1998), un suelo está saturado cuando todos sus poros están ocupados por agua. Esta situación se presenta después de una lluvia copiosa o de un riego abundante, o cuando existe un estrato impermeable a poca profundidad.

2.1.6.8. Déficit hídrico

Según Rodríguez (1991), la tensión hídrica o déficit hídrico se entiende como el estado de una planta que se encuentra con una menor cantidad de agua, que aquella que posee cuando está completamente saturada de agua. Desde el punto de vista agrícola dos generalizaciones pueden ser hechas:

- 1º. Para la mayor parte de los cultivos, las máximas producciones son alcanzadas cuando durante su desarrollo no ocurre déficit de agua.
- 2º. Por el contrario, la disminución de la producción es mayor, cuando la falta de agua ocurre en épocas en que las plantas se encuentran en ciertos estados específicos de su desarrollo.

Entre las actividades vitales afectadas por la deficiencia de agua en las plantas son: la fotosíntesis, respiración, apertura de estomas, nutrición mineral, crecimiento, floración y fructificación.

Azcon - Bieto (1993), aseveran que el déficit hídrico es el factor más importante que causa la reducción en el crecimiento de la planta. A menudo, en días calurosos y soleados, se presentan déficit hídrico al medio día debido a que, temporalmente, la pérdida de agua excede a la absorción.

Por el contrario, el déficit hídrico a largo plazo es provocado por una disminución en la disponibilidad de agua en el suelo. El déficit hídrico afecta prácticamente a cada uno de los aspectos del desarrollo de la planta.

Los mismos autores consideran que el efecto mas importante de un estrés suave es la reducción del crecimiento, siendo la expansión celular especialmente sensible al déficit hídrico.

Winter (1981), aclara que el riego en los invernaderos puede ser mucho mas preciso que en el campo. Por lo común, la meta es asegurar que las plantas sufran solo un pequeño déficit de agua antes de cada riego.

2.1.7. El Sustrato

Bernat (1987), menciona que los sustratos son mezclas más o menos complejas de distintos materiales que, abonados o no, sustituyen al suelo, consiguiendo condiciones óptimas para el cultivo en particular en cuanto a valores de pH, porosidad, retención de hídrica, intercambio iónico, drenaje, etc.

Chavez y Eguavil (1991) citado por Silva (2004), indican que el sustrato es la tierra en la cual se desarrollan las plantas y sus componentes son: tierra, abono, humus.

Por otro lado Resh (1997), considera al sustrato como un medio de cultivo sin suelo, tal como el agua, arena, grava, serrín, turba, piedra pómez, los que pueden suministrar el oxígeno, agua, nutrientes y soporte para las raíces de la plantas también como lo hace el mismo suelo.

2.1.8. Potencial del agua

Bidwell (1993), afirma que el agua se difunde en el suelo como lo hace entre las células de una región de alto potencial a otra de bajo potencial. Los componentes del potencial del agua de un suelo son los mismos que los de una célula, potencial de presión (ψ_p), el cual incluye la acción de fuerzas de gravedad, potencial osmótico (ψ_o) de la solución del suelo, y el potencial mátrico (ψ_m), una expresión de las diversas atracciones químicas y físicas entre el agua y las partículas del suelo que se traduce en la retención de agua por los suelos.

El potencial de agua se puede expresar en unidades de fuerza o presión como sigue:

$$\Psi = \psi_p + \psi_o + \psi_m \quad (4)$$

Fuente: Bidwell (1993).

Donde:

Ψ = Potencial hídrico

ψ_p = Potencial de presión

ψ_o = Potencial osmótico

ψ_m = Potencial mátrico

Lira (1994), aclara que el diferencial en el potencial del agua ($D\psi$) entre dos puntos (A y B) que posean potenciales de agua ψ_A y ψ_B , se expresaría $D\psi = \psi_A - \psi_B$. Si ψ_A es mayor que ψ_B , es (+) y el agua se moverá del punto A al punto B. Si el valor $D\psi$ de la ecuación es (-), el agua se moverá de B a A.

Esto reafirma el principio expresado: el agua se mueve de una región de alto potencial a otra de bajo potencial.

Según Fuentes (1998), el potencial hídrico es la magnitud que expresa la energía libre del agua cuando esta entra a formar parte de diversos sistemas tales como el suelo, planta, atmósfera, etc.

Vasquez (2000) define al potencial del agua en el suelo como el grado de retención del agua por el suelo y esta determinada en gran medida por las fuerzas que enlazan al agua con los elementos de la fase sólida del suelo.

2.1.9. Tensión hídrica en el suelo y la planta.

Lira (1994), afirma que el desarrollo teórico de la tensión hídrica y la relación entre el potencial total del suelo, de la raíz y de la hoja fue descrito por Slatyer (1969).

El siguiente gráfico muestra los cambios en el potencial hídrico, a medida que la humedad del suelo se reduce a capacidad de campo hasta un nivel inferior al punto de marchitez. Los patrones diarios en el potencial total del agua son significativamente diferentes, aún cuando el potencial total del agua en el suelo es casi a capacidad de campo.

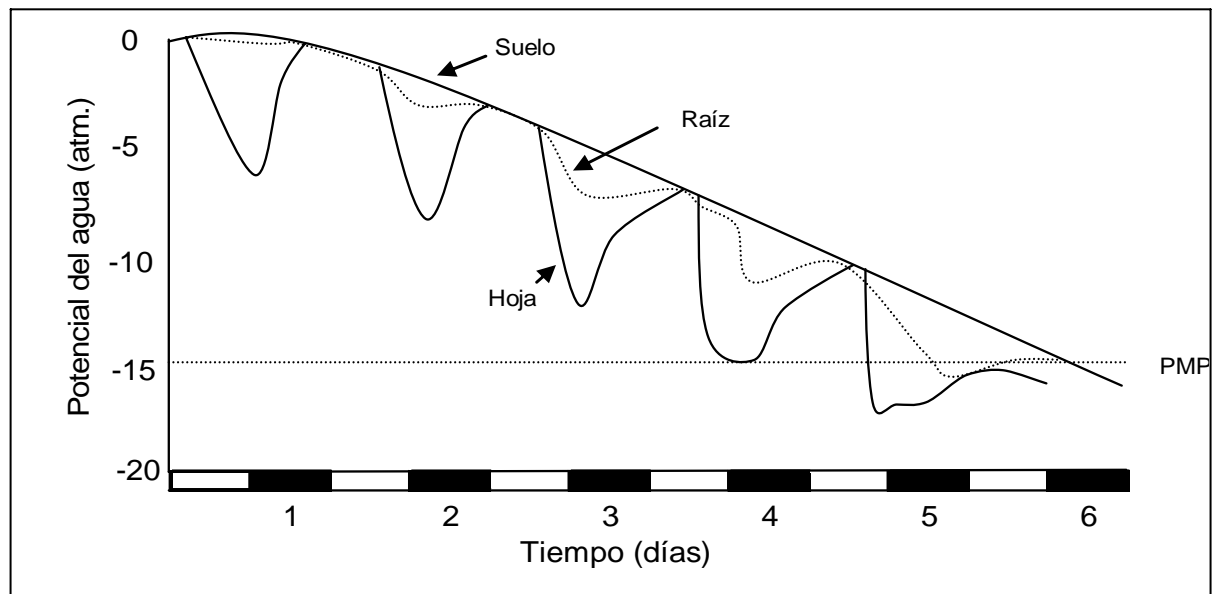


FIGURA NO. 1 Representación esquemática de los cambios en el potencial del agua en la hoja, la raíz y el suelo a medida que la transpiración se incrementa en una planta enraizada en un suelo inicialmente húmedo ($\psi = 0$) (Slatyer, 1967).

Lira (1994), tomando la explicación de Slatyer (1969), asevera que los rangos diurnos se hacen cada vez más grandes a medida que el suelo se seca, con la finalidad de mantener una cantidad suficiente de agua para satisfacer las necesidades de la planta. También se puede observar que, un poco después que ocurre el cierre de los estomas debido a la escasez de luz, el potencial total del agua gradualmente se equilibra con el del suelo hasta un poco antes del amanecer; en ese momento se tienen condiciones de igualdad - un equilibrio - en el potencial total del agua en el suelo y en la hoja. Sin embargo, para llegar a este equilibrio, el lapso se hace mayor a medida que el potencial del suelo decrece hasta un punto en que una igualdad entre el potencial de agua del suelo y de la hoja ocurre por corto tiempo. Cierta marchitez temporal y el cierre estomático al medio día reducen la transpiración a tal grado que el potencial de agua de la hoja es igual al potencial osmótico generado por la concentración de solutos debido a la continua pérdida en el tejido. Si la tensión hídrica se prolonga más tiempo, las células del mesófilo se marchitan permanentemente cuando el potencial del agua del suelo es igual al potencial osmótico; esto ocurre debido a que el gradiente para que la planta extraiga agua desde el suelo ya no se genera, debido a que se rompió la continuidad suelo - planta - atmósfera.

2.1.10. El tensiometro

Winter (1981), señala que la frecuencia de riego en los invernaderos se puede establecer utilizando tensiometros.

Avidan (2002); da a conocer que el tensiometro es un medio de control y determinación del manejo del riego, pues este contribuye a un uso más eficiente del agua mejorando la producción y los ingresos. Los datos obtenidos ayudan a fijar la lámina de agua y la frecuencia de riego.

También indica que la unidad métrica decimal empleada para medir la tensión del agua en el suelo es el bar, se puede expresar también en unidad de presión negativa. En la practica, solo se alcanza a medir con el tensiómetro hasta 0.8 bar = 80 cbar = 0.80 atm.

El mismo autor, describe la estructura, el funcionamiento, la preparación, calibración y ubicación del tensiómetro, en:

2.1.10.1. Estructura

El tensiómetro se compone de una copa de cerámica porosa, conectada a un tubo plástico duro lleno de agua y cerrado en su extremidad. En la parte superior tiene conectado un manómetro, calibrado en centibares.

2.1.10.2. Principio de funcionamiento

Al secarse el suelo, en el tensiómetro existe una continuidad de agua entre el medidor de tensión la copa cerámica y el agua en el suelo. Al secarse el suelo se produce un movimiento del agua del tensiómetro hacia el suelo. El movimiento del agua se realiza por la copa de cerámica porosa. Como resultado de la salida del agua se produce una tensión expresada por la lectura en el manómetro. El acceso de agua al aparato por efecto de aumento de humedad en el suelo ocasiona una baja en la tensión.

CUADRO No 2. Rango de tensiones adecuado al uso del tensiometro

Lectura del tensiometro (centibares)	Estado del agua en el suelo
0	Agua libre en el suelo
4 – 6	Capacidad de campo – suelo arenoso
7 – 10	Capacidad de campo – suelo mediano – pesado
10 – 12	Capacidad de campo – suelo muy pesado
20	En suelo arenoso quedaron 20 – 30% de agua disponible
20	En suelo mediano – pesado quedaron 70 – 85% de agua disponible
70	En suelo arenoso quedaron 10 – 20% de agua disponible
70	En suelo mediano – pesado quedaron 40 – 60% de agua disponible

Fuente: Avidan (2002)

2.1.10.3. Preparación

- Ubicar el tensiometro en posición vertical en un recipiente con agua limpia para saturar la porcelana.
- Llenar el tubo plástico con agua destilada lentamente.
- Golpear suavemente el tubo para permitir la salida de burbujas de aire.
- Cerrar herméticamente el tubo con un tapón.

2.1.10.4. Calibración

Se realiza sumergiendo el tensiómetro en un recipiente con agua hasta el nivel de la copa de cerámica.

2.1.10.5. Instalación

- Perforar el suelo con un barreno del mismo diámetro que el tensiómetro.
- Agregar un poco de agua al lugar perforado y penetrar el aparato hasta la base de la porcelana.
- Llenar el hoyo con tierra suelta alrededor del tubo apretando livianamente.

2.1.10.6. Ubicación

En invernaderos que cuentan con un sistema de riego por goteo, el tensiometro se ubica a 10 centímetros del gotero, en razón de que a dicha distancia la actividad radicular es alta.

2.1.10.7. Profundidad

En producción de flores se instala el tensiómetro a profundidades de hasta 40 centímetros a fin de poder seguir los cambios que se producen en la humedad del suelo y en la región de las raíces activas del cultivo.

2.1.11. Uso del agua del suelo

Chipana (1996), refiriéndose al agua disponible manifiesta que el agua disponible total (ADT) se refiere al agua útil y que esta entre el contenido de humedad del suelo a capacidad de campo y punto de marchitez permanente y depende de la profundidad efectiva del sistema radicular de los cultivos (Pr) es decir aquella fracción del sistema radicular donde ocurre una elevada absorción del agua.

$$ADT = (h_{cc} - h_{pmp}) \times Pr \quad (5)$$

Fuente: Chipana (1996).

Donde:

h_{cc} = Contenido volumétrico de agua del suelo a capacidad de campo

h_{pmp} = Contenido volumétrico de agua del suelo a punto de marchitez permanente

Pr = Profundidad de raíz

Como los resultados de análisis de humedad de suelo vienen expresados en base a masa, se puede calcular ADT por:

$$ADT = (U_{cc} - U_{pmp}) \times Pr \times D_{ap}/P_w \quad (6)$$

Fuente: Chipana (1996).

Donde:

U_{cc} = Contenido gravimétrico de agua del suelo a capacidad de campo

U_{pmp} = Contenido gravimétrico de agua del suelo a punto de marchitez permanente

Pr = Profundidad de raíz [m]

D_{ap} = Densidad aparente del suelo [gr/cc]

P_w = Peso específico del agua [gr/cc]

Fuentes (1998), clasifica al agua desde el punto de vista de su uso en:

- a. Agua sobrante. Porción de agua que sale libremente del suelo por la acción de la gravedad

- b. Agua disponible. Porción de agua que puede ser absorbida por las raíces de las plantas con suficiente rapidez para compensar las pérdidas por transpiración.
- c. Agua no disponible. Porción de agua retenida por el suelo con tanta fuerza que las plantas no puedan absorberla con suficiente rapidez para compensar las pérdidas por transpiración.

La reserva de agua disponible para las plantas es el agua disponible contenida en la profundidad del suelo que alcanzan las raíces.

$$\text{Reserva disponible} = (\text{CC} - \text{PMP}) \times \text{profundidad de las raíces}$$

(7)

Fuente: Fuentes (1998)

Donde:

CC = Capacidad de campo (%)

PMP = Punto de marchitez permanente (%)

2.1.12. Movimiento del agua en el sistema suelo - planta - atmósfera

Azcon – Bieto (1993), señalan que la teoría de los investigadores desde Van der Honert (1948) han basado su análisis en el modelo de resistencias mas sencillo. Usando esta simplificación se puede emplear la siguiente ecuación para describir las relaciones entre flujo de equilibrio estable y el potencial hídrico en el sistema.

$$J_v = \frac{\psi_{\text{suelo}} - \psi_{\text{raíz}}}{r_1} = \frac{\psi_{\text{raíz}} - \psi_{\text{tallo}}}{r_2} = \frac{\psi_{\text{tallo}} - \psi_{\text{hoja}}}{r_3} = \frac{\psi_{\text{hoja}} - \psi_{\text{aire}}}{r_4}$$

$$= \frac{\psi_{\text{suelo}} - \psi_{\text{aire}}}{r_1 + r_2 + r_3 + r_4}$$

(8)

donde : r1 - 4 constituyen las resistencias en las partes respectivas de la vía.

El modelo describe el flujo de agua y los gradientes de potencial hídrico que se desarrollan en la planta como consecuencia de la transpiración (Jv). La vía del flujo en cada uno de los compartimentos es proporcional al gradiente de potencial

hídrico en su interior y esta inversamente relacionado con la resistencia al flujo del compartimento.

El mismo autor, manifiesta que el movimiento del agua desde el suelo al aire, a través de toda la planta se puede explicar sobre la base de la resistencia de gradientes de potencial hídrico a lo largo de la vía. Debido a que la atmósfera en los espacios intercelulares del parenquima lagunar en el mesófilo foliar esta prácticamente a presión de vapor a saturación, mientras que el aire exterior rara vez esta saturado de agua, el vapor de agua se mueve desde el interior de la hoja a la atmósfera exterior, siguiendo un gradiente decreciente de potencial hídrico.

La siguiente figura expresa lo enunciado:

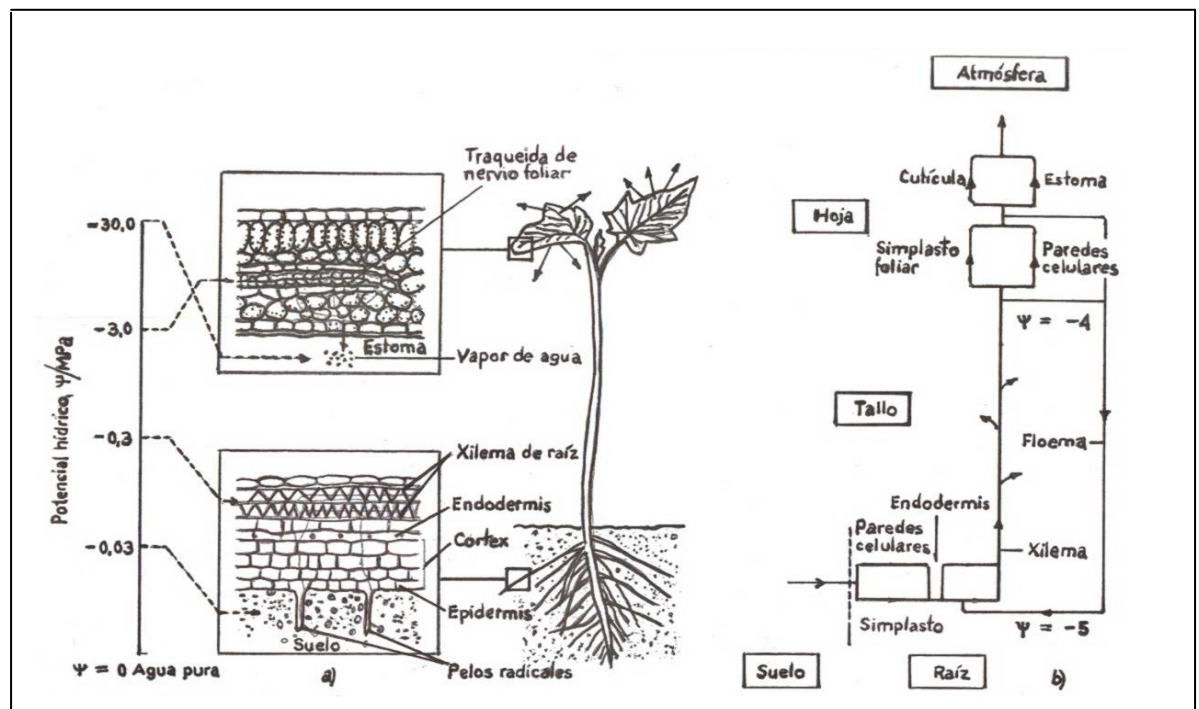


FIGURA No. 2 Circulación del agua a través de la planta, desde las raíces de las hojas; en la escala de la izquierda, se indican los potenciales hídricos aproximados en los diferentes puntos. (b) Rutas alternativas para el agua; la línea gruesa indica la vía más importante.

Por otro lado Fuentes (1998), afirma que el movimiento del agua en el sistema suelo-planta-atmósfera viene condicionado por las diferencias de potencial existentes entre el suelo, raíz, hoja de la planta y la atmósfera.

En tanto que Vásquez (2000), señala que el fenómeno de absorción consiste en el desplazamiento de agua desde el suelo hasta la raíz. Este desplazamiento de agua ocurrirá si existe una diferencia en potencial entre la raíz y el suelo.

Así también aclara que a menor humedad relativa y mayor temperatura el potencial de la atmósfera será más bajo y en consecuencia la diferencia de potencial entre la atmósfera y la planta será mayor y la tasa de transpiración será también más elevada.

El mismo autor menciona que desde el punto de vista de riego de los cultivos y el drenaje, la porción del suelo y de interés a ser analizada es la zona radicular; en tal sentido, el proceso de entrada de agua al suelo – a la zona de raíces – proveniente del riego o ascensión capilar, así como el proceso de salida ya sea mediante la transpiración, evaporación o precolación, constituyen los casos de importancia del movimiento del agua en el suelo.

2.2. Necesidades de agua del cultivo en riego localizado

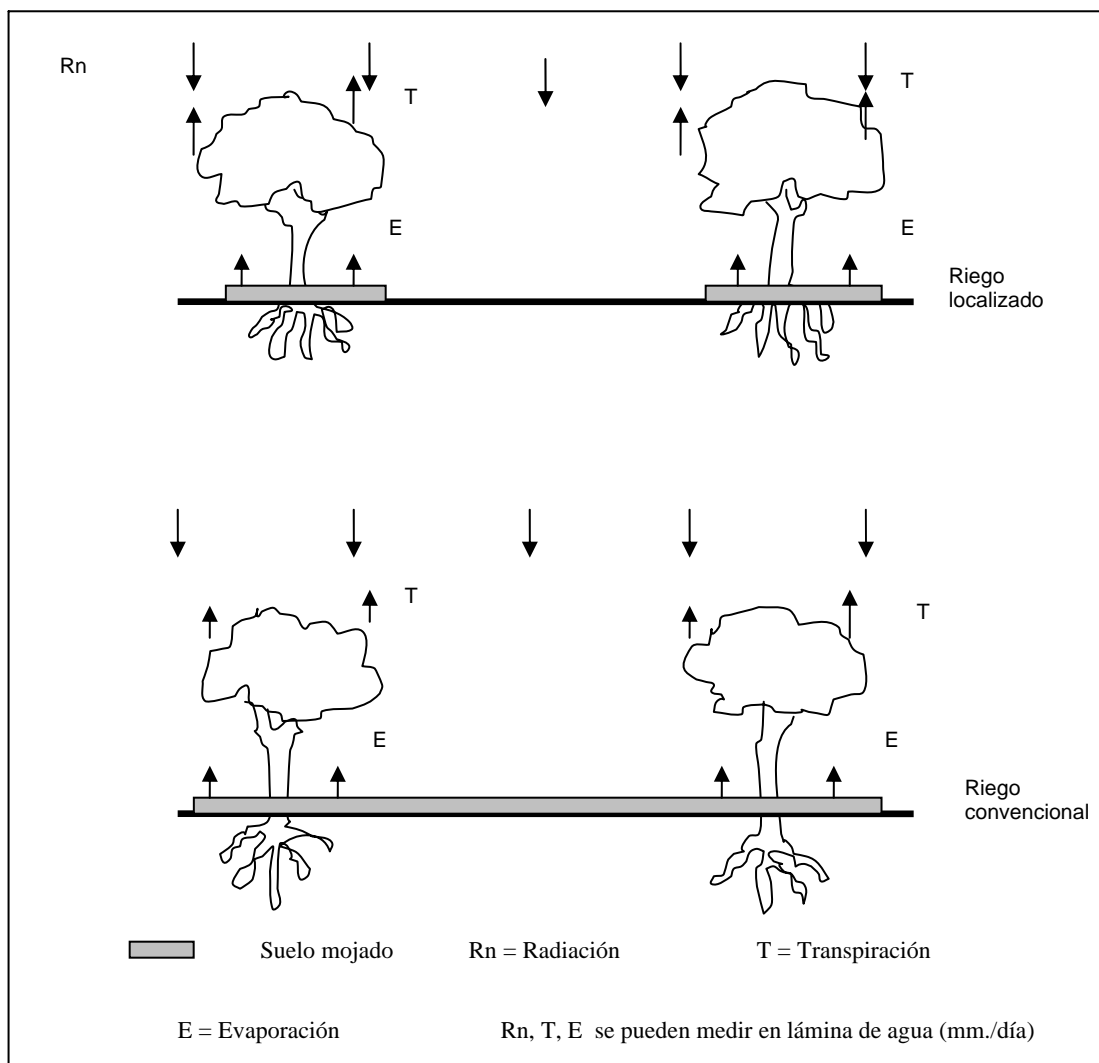
Guerrero (1987), en particular refiriéndose a las plantas de clavel, menciona que estas soportan bien las variaciones de humedad del suelo, pero si se encuentran sometidas a un defecto hídrico constante, entonces la producción disminuye.

El mismo autor menciona que las necesidades de agua varían considerablemente según diversos factores:

- las condiciones climáticas de la zona
- la textura del suelo
- las dificultades técnicas

Pizarro (1996), indica que por medio del riego localizado se aplica agua muy cerca de la planta, lo que supone un importante ahorro de agua, pues solo se moja una parte de la superficie del suelo, mientras que en riego convencional se moja toda. La figura No. 3, explica de forma grafica la comparación entre el riego localizado y el convencional y su

relación con la ET (evapotranspiración), en consecuencia, la evaporación directa desde el suelo (E) será menor en el riego localizado, lo que constituye un mecanismo de ahorro de agua. En cambio la transpiración (T) puede aumentar ligeramente. El efecto de la localización y la alta frecuencia es disminuir E así también incrementar T. El balance supone una disminución del conjunto E T, cuya magnitud depende de varias características de las partes transpirantes de las plantas.



Fuente: Pizarro (1996).

FIGURA No. 3 Efecto de la localización del riego en la evapotranspiración.

2.3. Consideraciones sobre el agua de riego

Moya (1998), cita que el agua es el principal alimento que toma la planta del suelo, por lo que desde siempre el agricultor ha procurado proporcionarla en la cantidad y frecuencia que ha considerado mejor.

El mismo autor clasifica al agua desde el punto de vista de su calidad en:

- a. Físicas: que incluyen las sustancias que llevan en suspensión como tierra, arena, limo arcilla, materia orgánica muerta, materia orgánica viva, aguas residuales.
- b. Químicas: se incluyen las sustancias que lleva en disolución, así como las proporciones de las diversas sales, de donde se deducen una serie de índices, para la clasificación de la bondad del agua de riego, con relación al tipo de suelo.

2.4. Generalidades del sistema de riego por goteo

Según Withers (1979), el riego por goteo se ha establecido desde hace mucho tiempo como método para los cultivos de invernaderos.

Seward (1988), citado por Larson (1988), manifiesta que los sistemas de riego por goteo se están volviendo muy comunes en el clavel. Los sistemas de goteo ofrecen la posibilidad de una aplicación más uniforme de agua manteniendo un nivel de humedad más constante en el suelo irrigando un área mayor a un mismo tiempo con menos agua, ya que el goteo opera a una presión y flujo menor. No hay agua que salpique y por consiguiente, tampoco hay diseminación de organismos patógenos.

Mientras que Chipana (1996), señala que en el riego por goteo el agua es conducida hasta el pie de la planta mediante una red de tuberías a baja presión.

2.4.1. Ventajas

Chipana (1996), menciona las siguientes:

- Asegura una oportuna distribución de agua y fertilizantes;
- Puede ser utilizado en superficies irregulares;
- El agua es conducida directamente a las raíces, eliminándose las pérdidas por percolación y evaporación.
- Elevada eficiencia de aplicación (85-95%)

Schwankl (1997) complementa las siguientes ventajas:

- Aumenta la eficacia en el riego
- Mejora la aplicación química
- Reduce el crecimiento de malezas
- Permite la automatización del riego
- Reduce el riesgo de salinidad
- Se adapta fácilmente a condiciones difíciles del terreno

Sánchez et.al. (2002), cita las siguientes:

- Mejor control de enfermedades
- Mínima labranza
- Facilita el trabajo de campo
- Ahorro de mano de obra
- Conserva el suelo, evitando el arrastre de materia orgánica
- Ahorro de agua, distribución uniforme en el suelo
- Las plantas siempre tienen suficiente humedad

2.4.2. Desventajas

Chipana (1996) menciona las siguientes:

- Elevada inversión inicial;
- Requiere necesariamente de un sistema de filtros
- Posibilidad de obstrucción de los emisores

Schwankl (1997) cita las siguientes:

- Requiere de mantenimiento
- Costos relativamente altos
- Acumulación de sales cerca de la zona de la raíz

Sanchez et.al. (2002), además indica que el sistema de riego por goteo requiere dedicación y cuidado en el manejo.

2.5. Componentes de un sistema de riego por goteo

Suppo (1982), describe al sistema esquemáticamente en tres partes:

1. Una “unidad de control” que consta de:

- Una bomba central
- Un tubo de conducción central
- Depósito de agua (opcional)
- Filtros
- Medidor de volumen de agua
- Un manómetro
- Un rompedor de vacío
- Válvulas de no-retorno
- Tanques para fertilizantes (opcional)

2. Ramas principales

3. Sistema de red

Mientras que Moya (1998), menciona que los componentes de una instalación son:

- Equipo o grupo de presión
- Equipo de filtrado
- Equipo de abonado
- Válvulas y mecanismos de seguridad
- Válvulas de protección y regulación
- Automatismos
- Tuberías y conexiones
- Emisores
- Accesorios

Sánchez et.al. (2002) menciona los siguientes:

- Fuente de agua
- Equipo de bombeo, aunque también puede funcionar por gravedad

- Válvula de alivio de presión
- Válvula de admisión y expulsión de aire
- Inyector de fertilizante
- Válvula de línea principal
- Medidor de presión
- Filtro
- Medidor de flujo
- Línea principal
- Línea secundaria
- Laterales

2.5.1. Características que debe reunir un gotero

Medina (1988), menciona que el gotero es el elemento encargado de la aplicación de agua al cultivo y, por tanto, la parte más importante de la instalación.

Las dos principales características que debe reunir un gotero son:

1. Caudal pequeño, pero constante y poco sensible a las variaciones de presión.
2. Orificio suficientemente chico para evitar obstrucciones y colmatado.

Larry (1997), citado por Blaine (1997), en Schwankl (1997); aconseja que un gotero debe tener la característica de evitar la obstrucción por raíces, partículas de suelo, larvas, insectos.

2.5.2. Clasificación de los goteros.

Según Suppo (1982), clasifica a los goteros según el caudal en:

- Bajo caudal de 1 a 4 l/h
- Mediano caudal de 4 a 15 l/h
- Alto caudal de más de 15 l/h, incluyendo tipos que alcanzan más de 100 l/h, constituyendo las llamadas “boquillas de irrigación localizada”

Desde el punto de vista hidráulico clasifica a los goteros en:

- Goteros de orificios constrictos
- Goteros de fricción
- Goteros de vórtice

Mientras que Armoni (1984), clasifica a los sistemas de riego por goteo según:

a. Tipo de gotero

- Microtubo
- Gotero laminar
- Gotero ciclónico
- Gotero de perforación
- Gotero de laberinto
- Gotero de diafragma

b. Sistema de goteo:

- Anuales
- Bienales
- Perennes

c. Conexión del gotero al tubo:

- Gotero lateral (en línea)
- Gotero insertado (montado)
- Gotero integral (inferior)

d. Control de descarga

- Gotero común
- Gotero compensado

Medina (1988), clasifica a los goteros según:

a. El régimen hidráulico [microhidráulico] en:

- Régimen laminar: largo recorrido y pequeño caudal
- Régimen parcialmente turbulento: goteros de largo recorrido y gran caudal, goteros de orificio.
- Totalmente turbulento: goteros laberínticos, múltiple, etc.

b. Por la forma en que tiene lugar la pérdida de carga:

- Recorrido largo
- Recorrido corto
- Rampas perforadas

c. Por la forma de sujeción en las tuberías:

- En línea (se corta la tubería y se coloca el gotero)
- En derivación (el gotero se pincha sobre la tubería)

d. Por el modo de distribuir el agua:

- Simple: una salida
- Múltiple
- Tuberías de pared porosa

2.5.3. El bulbo húmedo en el riego localizado

Pizarro (1996), denomina bulbo a la parte de suelo humedecida por un emisor de riego localizado.

La formación del bulbo ocurre en riego localizado cuando el agua empieza a fluir e incide sobre una superficie muy reducida del suelo, provocando un pequeño charco cuyo radio se va extendiendo a medida que el riego continúa.

El mismo autor refiriéndose a las fuerzas que originan la forma característica del bulbo señala que el potencial de la zona no saturada esta compuesto por el potencial gravitacional (ψ_g) y el potencial mátrico (ψ_m). Si el contenido de humedad es bajo el potencial matricial tiene una magnitud muy superior al potencial gravitacional que solo empieza a intervenir en el movimiento del agua cuando se supera una cierta humedad. La acción combinada de estas fuerzas origina la forma del bulbo.

2.5.3.1. Factores que determinan el tamaño y forma del bulbo húmedo

Según Pizarro (1996), los factores que determinan las características del bulbo húmedo son:

- a. Tipo de suelo: en suelos pesados la velocidad de infiltración es menor que en suelos ligeros, lo que hace que el radio del charco sea mayor.
- b. Estratificación: relacionado con la porosidad el que afecta el flujo y retención del agua.
- c. Caudal del emisor y el tiempo de riego.

Fuentes (1998), cita los siguientes:

- a. Textura del suelo: en suelos arenosos, el agua circula con mayor facilidad hacia abajo, mientras que en arcillosos el agua se extiende con más facilidad hacia los lados.
- b. El caudal del emisor: el tamaño del charco depende del caudal que sale por el emisor, a mayor caudal corresponde una superficie mayor de charco y, por tanto, un bulbo mas extendido en sentido horizontal.
- c. El tiempo de riego: a medida que aumenta el tiempo de riego el tamaño del bulbo aumenta en profundidad, pero apenas aumenta su extensión en sentido horizontal.

2.5.4. Factores que afectan el caudal de un gotero.

Medina (1988), señala que el caudal que arroja un gotero, de acuerdo con las especificaciones del fabricante, sufre al colocarlo en el campo una serie de variaciones, unas inherentes al propio emisor y otras, a las condiciones en que se trabaja.

2.6. Frecuencia de riego

Al respecto Suppo (1982), manifiesta la importancia que tienen los riegos permanentes, generalmente diarios o cada dos o tres días para mantener el perfil del suelo en un estado de capacidad de campo, pues así se sostiene baja la tensión de saturación del agua, facilitando el trabajo extractivo del cultivo.

Armoni (1984), cita que a medida que el suelo se seca, aumenta la tensión con la cual el suelo retiene el agua. Tensiones elevadas reducen la velocidad del movimiento del agua en el suelo. Por lo tanto el riego por goteo en un suelo seco producirá un bulbo demasiado estrecho y hace falta regar a alta frecuencia.

El mismo autor menciona que la frecuencia de riego evita que el agua llegue a una elevada tensión en el suelo y se previenen fluctuaciones extremas entre humedad y sequía.

El SCS (1987), define a la frecuencia de riego como al número de días que deben transcurrir entre cada aplicación. Depende del grado de consumo del líquido en los cultivos y de la cantidad de humedad disponible en la zona de la raíz, grado de extracción, calculado entre la capacidad total del terreno y el nivel inicial de humedad adoptado.

Así también menciona que para cualquier cultivo que se trate, los suelos poco profundos deben ser regados con más frecuencia que los suelos profundos de textura fina; el consumo de humedad varía según el cultivo y aumenta con el crecimiento y durante los días más calurosos.

Según Seward (1988), citado por Larson (1988), menciona que la frecuencia de riego de las plantas de clavel varía con la textura del suelo, el fotoperiodo, la temperatura del aire y la humedad, el movimiento del aire y la masa de las plantas relativa a la pérdida de agua por transpiración.

Arnez (1996), en su trabajo de campo llevado a cabo en Quillacollo, en el cultivo de clavel aplico agua semanalmente entre 25 - 30 litros por metro cuadrado, dependiendo de la temperatura se pueden distribuir en dos o tres riegos por semana.

Por otro lado Pizarro (1996), asevera que el efecto de la localización se manifiesta en modificar la evaporación y la transpiración, la distribución de las raíces, en un régimen especial de las sales, etc. La localización del riego casi obliga a que este se aplique con alta frecuencia: el volumen de suelo mojado es reducido y por tanto la capacidad de almacenamiento es baja, por lo que hay que aplicar dosis reducidas de riego, y para satisfacer las necesidades de los cultivos con estas pequeñas dosis se deben aplicar con alta frecuencia.

Fuentes (1998), cita que cuando la frecuencia de riegos es bastante espaciada, la humedad del suelo es muy escasa en los días anteriores al riego, y la planta tiene dificultad en la absorción del agua, lo que se traduce en una menor transpiración. En riegos de alta frecuencia, el suelo se mantiene siempre en unos valores de humedad próximos a la capacidad de campo, lo que facilita la absorción de agua y la transpiración. Esto supone un mejor aprovechamiento del agua y un mayor rendimiento del cultivo, aunque por este motivo se consuma mayor cantidad de agua.

Cartagena (1999), en su trabajo efectuado en la localidad de Sica Sica, aplicó frecuencias de riego de acuerdo a la época, así en otoño e invierno se aplico dos veces por semana, mientras que en primavera y verano tres a cuatro veces, el tiempo de riego fue de una hora.

La variabilidad de la frecuencia de riego entre una estación a otra se debió posiblemente a los cambios que existe entre épocas, siendo que en la época seca el requerimiento de agua es menor al de la estación calurosa.

2.7. Evaluación de un sistema de riego por goteo

Chipana (1996), cita que para realizar un buen manejo del sistema de riego es necesario evaluar el desempeño de estos, cuantificando la cantidad de agua aportada por el riego y las presiones de trabajo en los distintos puntos.

La evaluación de un riego localizado según Pizarro (1996), es una operación rigurosa que requiere de personal especializado para interpretar los resultados.

La evaluación se puede dividir en: evaluación de la instalación y la evaluación agronómica.

La evaluación de la instalación consiste en el análisis de los datos y observaciones correspondientes al control rutinario y la evaluación e interpretación de la uniformidad de riego.

La evaluación agronómica comprende una serie de aspectos de los que se destaca:

- Necesidades de agua
- Bulbo húmedo
- Salinidad

2.7.1. Uniformidad de riego.

Keller (1985), afirma que a fin de determinar si el sistema esta operando a una eficiencia aceptable, se debe evaluar la uniformidad de emisión calculando eficiencia de uniformidad (E.U.) mediante la siguiente formula:

$$E.U. = \frac{\text{Descarga mínima por planta}}{\text{Descarga promedio por planta}} \times 100 \quad (9)$$

Fuente: Keller (1985).

en la cual el promedio del cuarto inferior se usa como el mínimo por cada unidad de los cuatro emisores por planta.

Por otro lado Fuentes (1998), respecto al coeficiente de uniformidad (CU) menciona que este se utiliza para evaluar instalaciones en funcionamiento y para el diseño de nuevas instalaciones.

Un CU que incluye solo factores hidráulicos es el siguiente:

$$CU = \frac{q^{25}}{q_a} \quad (10)$$

Fuente: Fuentes (1998)

Donde:

q^{25} = Caudal medio de todos los emisores considerados

q_a = Caudal medio de los emisores que construyen el 25% de caudal más bajo.

El mismo autor además aclara que la causa más importante de la variación del caudal es la variación de fabricación de los emisores y las diferencias de presión, por lo que sugiere utilizar el siguiente CU:

$$CU = \left(1 - \frac{1.27 CV}{e} \right) \frac{q_m}{q_a} \quad (11)$$

Fuente: Fuentes (1998)

Donde :

CV = Coeficiente de variación de fabricación del emisor

e = Número de emisores por cada planta

q_m = Caudal mínimo de los emisores considerados

q_a = Caudal medio de los emisores considerados

Para un buen funcionamiento de un sistema de riego presurizado como es el riego por goteo, se requiere evaluar el mismo, siendo el coeficiente de uniformidad un parámetro que indica la eficiencia del sistema y el uso óptimo de agua según el requerimiento del cultivo.

2.7.2. Coeficiente de variación

Robles et. al. (1999), indica que el concepto de coeficiente de variación de fabricación (C.V.), depende del diseño del emisor, de los materiales utilizados en su fabricación y del cuidado y tolerancia utilizados en el proceso. Para determinar el C.V. se utiliza una línea de goteros relativamente corta, con el fin de que las pérdidas de carga no den lugar a diferencias de presiones apreciables entre los emisores, y poder medir el caudal en cada uno de ellos de forma simultánea.

$$\text{C.V.} = \frac{\sigma}{q_m} \quad (12)$$

Fuente: Robles (1999)

Donde:

σ = desviación típica

q_m = media del conjunto representativo de emisores

$$\sigma = \frac{(q_1 - q_m)}{n - 1} \quad (13)$$

Fuente: Robles (1999)

$$q_m = \frac{q_1}{n} \quad (14)$$

Donde:

q_1 = caudal del gotero genérico

n = número total de emisores ensayados

2.7.3. Evaluación del diseño agronómico

En el diseño agronómico Fuentes (1998), sugiere tener en cuenta los siguientes puntos:

a. Superficie mojada por emisor

La superficie mojada por un emisor es la proyección horizontal del bulbo húmedo que forma ese emisor. Se determina mediante pruebas de campo o mediante fórmulas o tablas.

b. Porcentaje de superficie mojada

Dado que en riego localizado se moja solamente una fracción del suelo, hay que prever un mínimo de superficie mojada para que el sistema radical se desarrolle normalmente. El porcentaje de superficie mojada (P) viene definido por:

$$P = \frac{\text{Superficie mojada por planta}}{\text{Superficie ocupada por planta}} \times 100 \quad (15)$$

Fuente: Fuentes (1998).

$$P = \frac{\text{Superficie mojada}}{\text{Marco de plantación}} \times 100 \quad (16)$$

Fuente: Fuentes (1998).

c. Número de emisores por planta

El número de emisores por planta (n) viene dado por la siguiente expresión:

$$n = \frac{\text{Superficie mojada por planta}}{\text{Superficie mojada por emisor}} \quad (17)$$

Fuente: Fuentes (1998).

$$n = \frac{\text{Superficie ocupada por planta} \times P}{100 \times \text{Superficie mojada por emisor}} \quad (18)$$

Fuente: Fuentes (1998).

$$\text{Superficie mojada por planta} = P \times \text{marco de plantación} \quad (19)$$

Fuente: Fuentes (1998).

d. Profundidad de bulbo

La profundidad de bulbo debe estar comprendida entre el 90 y el 120% de la profundidad de las raíces.

e. Disposición de los emisores

Al distribuir sobre el terreno las tuberías porta emisores hay que tener en cuenta varias consideraciones:

- Proporcionar a cada planta el número de emisores requeridos en el diseño agronómico.
- No dificultar las labores de cultivo
- Hacer la mínima inversión

2.7.4. Evaluación del diseño hidráulico

Rodrigo (1996), menciona que en cuanto a la agricultura se refiere, el desarrollo y posterior transferencia de las modernas tecnologías de riego juegan un papel fundamental para una adecuada implementación de tres líneas de actuación:

- La consolidación de los regadíos infradotados
- La mejora y modernización de sistemas de riego
- Las nuevas transformaciones en regadío

El mismo autor aclara que se hace necesario entonces tomar en cuenta la aplicación de medios informáticos para el diseño hidráulico de sistemas de riego para facilitar su cálculo. Así para el buen funcionamiento de un sistema de riego por goteo se debe tener en cuenta para su diseño y calculo los siguientes parámetros:

- a. Determinación del caudal en el filtro de malla
- b. Cálculo del gradiente de pérdida de carga en la tubería
- c. Diseño y cálculo de tuberías laterales
- d. Tolerancia de presiones en las subunidades de riego
- e. Diseño y cálculo de tuberías terciarias

2.8. El cultivo

2.8.1. Origen

Guerrero, (1987) cita que el cultivo del clavel se remonta a la Antigüedad. Se tiene noticia de que los griegos, 300 años a. C., utilizaban la flor para aromatizar vinos.

Linneo, citado por Guerrero (1987), en 1753 clasifica los claveles con el nombre genérico de *Dianthus*, que en griego significa “flor de Zeus” (Deos: Dios, Anthos: flor).

Seward (1988), citado por Larson (1988), menciona que el clavel es originario del Mediterráneo. El mejoramiento del nativo *Dianthus* por el nombre empezó en el siglo XVI. La raza de floración perpetua de clavel, que condujo a los tipos

norteamericanos, fue desarrollada en Francia en 1840 y se introdujo en América en 1852.

Según Gamboa (1988), en Arnez (1996), el clavel pertenece al género “Dianthus” y a la familia de las Cariofiláceas. El *Dianthus caryophyllus* es nativo del Mediterráneo y a dado origen a múltiples variedades que están en el mercado, obtenidas fundamentalmente por cruzamientos.

2.8.2. Botánica del clavel

Según Guerrero (1987), clasifica al clavel de la siguiente manera:

División	: Angiospermas
Clase	: Dicotiledóneas
Sub clase	: Arquiclamideas
Orden	: Centrospermales
Familia	: Caryophyllaceae
Género	: <i>Dianthus</i>
Especie	: <i>D. caryophyllus</i>

El mismo autor menciona que el clavel silvestre es una planta herbácea, con ramas articuladas, con nudos muy marcados, hojas sésiles, opuestas, alargadas, puntiagudas y rígidas, de color verde glauco y revestido de una capa cerosa.

Las flores son terminales y hermafroditas. Están constituidas por el cáliz, la corola, el androceo y el gineceo.

2.8.3. Calidad de flor comercial de clavel

2.8.3.1. Concepto de calidad

Según el Diccionario de la Lengua Española (2001), se denomina calidad a la propiedad o conjunto de propiedades inherentes a algo, que permiten juzgar su valor.

2.8.3.2. Calidad de flor

Grower Books (1980), citado por Arnez (1996), menciona que son tres aspectos básicos de calidad de flor que afectan la comercialización y por tanto, los retornos económicos, estos son:

- La apariencia, que comprende factores tales como el tamaño de flor, color, forma de inflorescencia, limpieza de la flor y follaje, longitud de tallo, vigor de tallo.
- La presentación, ya que tendrán preferencia aquellas flores más atractivas al consumidor y,
- La longevidad de la flor cortada

2.8.3.3. Características del clavel comercial

Seward (1988), citado por Larson (1988), menciona que los claveles modernos tienen poco parecido a sus ancestros ya que ahora florecen durante todo el año, tienen tallos largos y fuertes, flores mucho más grandes y llenas y una mayor variedad de colores.

López (1989), cita que las plantas del clavel comercial son capaces de florecer con independencia de la duración del día. Esto no quiere decir que no respondan a la luz, toleran muy mal los sitios sombreados.

Un tallo típico de clavel Sim consta de 15 a 18 nudos y en cada nudo posee brotes laterales. A partir del séptimo nudo el brote es vegetativo.

Salinger (1991), establece que los rasgos característicos de un clavel de calidad son los siguientes:

- El tallo fuerte y derecho con hojas limpias y anchas.
- El pedicelo recto, manteniendo firmemente erguida la flor.
- El cáliz entero no rasgado. Los pétalos espaciados uniformemente y el centro lleno, pero no atestado, no deberían ser manifiestos ni estambres ni pistilos.

- El color de pétalo es neto y los pétalos no están con manchas debido al ataque de áfidos y thrips.
- Finalmente, debe tener una buena vida en jarrón, incrementada por el pretratamiento del cultivador.

2.9. Agroecología del cultivo

2.9.1. Clima

a. Intensidad lumínica

Según Guerrero (1987), cita que la intensidad lumínica es uno de los factores dominantes, tanto sobre el crecimiento de las plantas como sobre la inducción de la floración. En un invernadero, la intensidad de la luz natural depende del material de su cubierta y del ambiente atmosférico de la zona.

Salinger (1991), cita que el clavel es esencialmente una planta que responde a la intensidad de la luz y a la longitud del día, asociadas con temperaturas de crecimiento convenientes. El crecimiento vegetativo inicial está relacionado por entero con la intensidad de la luz, con un nivel elevado de crecimiento a una alta intensidad de la luz.

b. Humedad relativa

Guerrero (1987), al respecto menciona que la humedad relativa ambiente debe mantenerse por encima del 70 y el 80%, sobre todo en las estaciones en que las temperaturas suben.

c. Temperatura

Seward (1988), citado por Larson (1988), define que la temperatura es un factor importante para los claveles y es asociado directamente con la energía luminosa. Varios estudios han documentado los efectos de los fotoperiodos estacionales y la temperatura en el índice de crecimiento y la producción floral de los claveles.

Según López (1989), establece que el clavel es de los cultivos florales que necesita menos temperatura. Es un cultivo de frío en el argot de los profesionales. Es capaz de resistir algunas heladas moderadas sin ningún tipo de daños. En resumen, los problemas del cultivo del clavel son más de exceso de temperatura que de falta de ella.

2.9.2. Suelo

Guerrero (1987), afirma que requiere suelos con buena estructura, porosos y aireados, que permitan un buen desarrollo del sistema radicular y una correcta distribución del agua de riego, y que mantenga la temperatura sin demasiadas oscilaciones.

Seward (1988), citado por Larson (1988), cita que un suelo franco arenoso es más adecuado para el cultivo de los claveles. Los suelos con barro y limo son más difíciles de manejar y pueden mejorarse con la incorporación de materia orgánica para optimizar la aireación.

López (1989), cita que el clavel es una planta que tolera muy mal la compactación. Por eso se insiste en que en la preparación del suelo debe buscarse fundamentalmente la porosidad y la aireación.

2.9.3. Agua

Rocabado (2000), manifiesta que la calidad del agua se la mide con dos parámetros básicos, que son el pH y la conductividad eléctrica (C.E.), independientemente de la fuente de agua, el pH 6.5 a 7.0 y la C.E. < a 200 micromhos/cm son los valores ideales. Además aclara que el agua este clasificada con el código C1S1.

2.9.4. Cultivo en camas o platabandas

Al respecto Soriano (1976), indica que en el caso de llevar a cabo el cultivo de clavel en bancos será necesario proporcionarle un substrato que le garantice un buen drenaje, el empleo de la turba como componente de la mezcla es aconsejable.

Salinger (1991), aclara que el empleo de turba o productos de la madera para cultivar plantas en recipientes, camas, se ha desarrollado casi enteramente a lo largo de los últimos años por las siguientes razones:

- el suelo se drena y airea inadecuadamente, al contrario de un suelo preparado que acentúa este problema.
- una mezcla de suelo puede prepararse inmediatamente antes de su uso, repetida y acopiada y será más ligera de peso que un volumen equivalente de suelo
- la nutrición se controla más adecuadamente.

2.9.5. pH

Guerrero (1987), menciona que el clavel se puede cultivar en casi todo tipo de terreno, incluso si éste es ligeramente ácido, si bien es preferible un pH neutro o ligeramente alcalino. El pH debe estar comprendido entre 6,5 y 7,5; los suelos demasiado ácidos (pH inferior a 6,5) favorecen el desarrollo de ciertos hongos parásitos.

Larson (1988), aclara que el pH ideal para los claveles es entre 6 y 7. La adición de carbonato de calcio o cal dolomítica corrige una condición demasiado ácida y también abastece de calcio o magnesio para la nutrición de la planta.

2.10. Ambientes Atemperados

2.10.1. Carpas solares

Hartmann (1990), define a la carpa solar como ambientes más sofisticados de mayor dimensión permitiendo una mayor producción de plantas. Su construcción es relativamente sencilla utilizándose adobes para los muros, madera o fierro de construcción para la estructura del techo cubriéndose el mismo con agrofilm o calamina plástica. Los tipos más comunes en Bolivia son “túnel”, “medio túnel”, “media agua” y de “dos aguas”.

2.10.2. Invernadero

Hartmann (1990), menciona que los invernaderos implementados en la región andina de nuestro país corresponden mayormente al tipo de invernaderos templados. El fin principal de su instalación es el de poder cultivar hortalizas, flores y plantas ornamentales en regiones en las cuales la temperatura desciende hasta -10°C . En estas condiciones, la energía solar es la única fuente de energía utilizada para calentar los invernaderos, por lo que en la región se las denomina también “carpas solares”.

El mismo autor aclara que los invernaderos son el tipo de ambiente atemperado más sofisticado y caro que existe. Estas construcciones cubren superficies entre 450 y 10.000 m^2 , siendo sus muros laterales de adobe en el altiplano y pueden ser de vidrio o agrofilm en los valles. La estructura del techo es de madera o fierro, cubierto por agrofilm, calamina plástica o vidrio.

Alpi (1991), hace referencia a Gorini (1962) quien define al invernadero como “una construcción de madera o de hierro u otro material, cubierta por cristales, provista por lo general de calefacción que a veces, esta iluminada artificialmente y en donde se pueden cultivar hortalizas tempranas, flores y plantas verdes, en épocas en las que la temperatura y la luz del lugar en donde se esta cultivando serían insuficientes para su crecimiento y su fructificación.

Blanco et. al. (1999), haciendo referencia a Dubois (1980), Valdez (1997), definen al invernadero como una estructura con cubierta transparente o translúcida, en la que es posible mantener un ambiente más o menos controlado con relación a la temperatura, humedad y energía radiante para conseguir adelanto o retraso en las cosechas, proteger los cultivos y hacer un mejor uso del agua.

El mismo autor, menciona que según Bernat et. al. (en Valdez, 1987) existen tres tipos básicos de invernaderos: calientes, templados y fríos. Los invernaderos calientes o atemperados son aquellos en las que una instalación más o menos compleja (calefacción, acumuladores de calor y ventiladores) permite regular la

temperatura interior con una relativa independencia de las condiciones exteriores. Los invernaderos templados cuentan con instalaciones simples que permiten evitar el descenso de la temperatura a niveles críticos. Los invernaderos fríos consisten simplemente en una protección o cubierta que permite conseguir temperaturas más elevadas que las exteriores.

Para la implementación de invernaderos debe tenerse en cuenta dos tipos de aspectos:

- i) Aspectos físicos: orientación, ventilación y sombra, eficiencia térmica.
- ii) Aspectos ambientales: iluminación, temperatura, humedad relativa, anhídrido carbónico.

2.11. Implantación del cultivo

2.11.1. Características del invernadero para el cultivo de clavel

Los invernaderos para clavel según Soriano (1976), deberán tener un gran volumen y estar dotados de ventanas para poder permitir la corriente de aire, debido a que el cultivo de clavel para flor cortada por la alta densidad de plantación produce una gran transpiración lo que hace necesario dotar al invernadero de ventanas para que pueda circular el aire.

Verdugo (1984), al respecto menciona que existen muchos tipos de invernaderos, casi tanto como hay productores, ya que no están establecidas claramente las características físicas y mecánicas de construcción para cada clima y tipo de cultivo.

El mismo autor recomienda considerar las siguientes variables para el diseño de un invernadero destinado al cultivo de flores de clavel:

- La **altura**, debe ser suficiente como para poder controlar la temperatura y por lo tanto variara según la zona, así también se debe considerar las temperaturas máximas y mínimas pues ambas influyen de manera importante.

- El **tamaño**, dependerá fundamentalmente del manejo que se realice, referido a controles sanitarios, control de temperatura, humedad y aireación y al desarrollo esperado del cultivo.
- En relación a la **orientación**, para conseguir una mayor iluminación se recomienda orientar en sentido longitudinal Este - Oeste, pero en el caso de existir en la zona vientos fuertes, el invernadero no se debe orientar en forma perpendicular a ellos, a fin de evitar daños en la cubierta.
- En cuanto a la **ventilación**, el empleo de lucarnas superiores (especie de ventanas) que puedan abrirse y cerrarse con facilidad, como asimismo de ventanas laterales y puertas frontales, ofrecen buenas posibilidades de mantener el flujo de aire y así evitar la alta concentración de temperatura el invernadero.

2.11.2. Cultivo del clavel en invernadero

Guerrero (1987), aclara que si el cultivo de clavel se pretende efectuar en una zona fría, se debe realizar un invernadero y con las condiciones ambientales controladas (luz, temperatura y humedad).

López (1989), al respecto aclara que el clavel requiere invernaderos bien ventilados y de todos los diseños conocidos es el tipo diente de sierra el que mejor cumple éste propósito. Se necesita por lo menos una aireación del 30% de la superficie cubierta y ello conlleva construir túneles no muy anchos.

2.12. Construcción Aislada de las camas de cultivo

2.12.1. Camas a nivel del suelo

Al respecto English (1967), establece que la base de éstas se sitúa a nivel del suelo del invernadero. El material más empleado es a base de hormigón con madera, fibrocemento y costados de hormigón prefabricado u hormigón en masa. La forma más barata tiene una base de polietileno con laterales de madera.

2.12.2. Tamaño de las camas

English (1967), menciona que el tamaño de las camas varía con la disposición del invernadero pero una cama de 1,20 m. de ancha es ideal en tamaño y una cama con anchura superior a 1,35 m. llega a resultar difícil para trabajarla.

La profundidad mínima varía entre 15-23 cm. pudiendo decir en favor de las más profundas que proporcionan mayor humedad y reservas en nutrientes.

Guerrero (1987), aclara que las dimensiones fijas de las banquetas elevadas son la anchura, que debe ser de 1,20 m. y la profundidad, que debe permitir 30 cm. de sustrato; la longitud es variable.

2.13. Preparación del sustrato

Guerrero (1987), afirma que debe tratarse de un sustrato esterilizado y desinfectado, debe poseer una consistencia porosa capaz de retener el agua y el oxígeno, pero que no permita que aquélla lo sature.

Según Salinger (1991), establece que el clavel crece bien en una gama de suelos minerales desde margas arcillosas a arenas limosas; ni las arcillas ni las arenas son deseables debido a sus capacidades de retención de agua y aireación. Una forma de larga duración tal como la turba, restos de lana o suelo procedente de pastos, todos asegurarán una buena estructura.

2.13.1. Arena

Sholto (1994), aclara que para los cultivos caseros, así como en la mayor parte de los casos, la arena no deberá tener más de la mitad de su volumen de granos de tamaño inferior al de una malla 30 (menor a 3 mm.); el resto se compondrá de granos más grandes. En climas fríos y húmedos las arenas más gruesas permiten una mejor aireación, pero en lugares donde haga más calor se secan con mayor velocidad.

Mientras que Resh (1997), recomienda utilizar arena lavada de río para dejarlo libre del limo más fino y arcilla. Deberá también estar relativamente libre de partículas mayores a 2 mm. de diámetro o menores a 0.6 mm.

2.13.2. Turba

i) Definición

Penningsfeld (1983), menciona que bajo la palabra Turba se entiende la forma disgregada de la vegetación de un pantano (suelo húmedo) que, a causa del exceso de agua y la falta de oxígeno, sólo se ha descompuesto de forma incompleta. Al cabo de un largo periodo de tiempo se van formando estratos más o menos densos con la materia orgánica que se va depositando, y según la especie de las plantas existentes tiene lugar la formación de los diversos tipos de turba.

➤ Ventajas de la turba

Al respecto Penningsfeld (1983), indica que la turba “alta” y poco descompuesta, debido a las buenas cualidades físicas de su estructura, posee una excelente porosidad y es una indicadísima receptora de las soluciones nutritivas, proporcionando, por lo anteriormente indicado, una amplia aireación de las raíces. La turba además, está libre de gérmenes de enfermedades y no necesita ser desinfectada con vapor antes de su uso. Como prácticamente no contiene ningún elemento nutritivo para uso de las plantas, puede, tanto como nos permita el conocimiento, ser abonada, sin necesidad de efectuar un análisis previo antes del comienzo del cultivo; además, las materias orgánicas contenidas en ella ayudan a la formación de las raíces y las flores, favoreciendo su porosidad y estructura un rápido e intenso desarrollo de aquellas, lo cual, unido a su poco peso específico, proporciona una mayor coherencia con las raíces que en las tierras hortícolas más frecuentes.

El mismo autor, refiriéndose al cultivo de claveles aclara que tanto el cultivo en grava como en turba pueden recomendarse para las explotaciones industriales de claveles, ya que con un manejo adecuado puede obtenerse con el de grava un mayor rendimiento y una mejora en la calidad.

López (1989), aclara que la turba se descompone lentamente debido a su pH ácido y a su elevada relación C/N. Cuanto más tarde en mineralizarse, más durarán sus efectos.

Según Salinger (1991), la turba ha sido la forma más importante de los productos orgánicos, pero los productos de madera se están usando cada vez más. La turba parece ser preferible a muchos productos de madera porque es más estable, por ejemplo no cambia sus características físicas y tiene una mejor capacidad tampón.

ii) Mezcla

Resh (1997), menciona que las mezclas contienen alguna combinación de arena, turba, piedra pómez, tierra del lugar, serrín. Las proporciones de utilización de cada una dependen del desarrollo de las plantas.

iii) Desinfección del sustrato

Seward (1988), citado por Larson (1988), afirma que la pasteurización con vapor es el mejor método para tratar el suelo en bancos tipo cajón superficial. Las líneas de drenado permitirán que el aire en el suelo sea liberado para que el vapor pueda penetrar hacia abajo y así controlar los patógenos más profundos o a los nemátodos.

López (1989), aclara que el clavel es muy susceptible a enfermedades de cuellos y nemátodos y por ello la desinfección es obligatoria.

2.14. Fertilización

El clavel es una planta tolerante respecto de la nutrición, aunque el follaje presenta una clorosis natural cuando existe exceso o déficit de minerales en el suelo o sustrato, en tal caso se hace necesario la fertilización mediante el uso de fertilizantes de origen químico y orgánico.

2.14.1. Fertilización química

English (1967), menciona que el contenido de nutrientes de las camas se comprueba ocasionalmente mediante análisis de forma que si las concentraciones de sales en el suelo preparado alcanzan un nivel considerable o los niveles de los nutrientes más importantes caen por debajo de lo esperado, pueda utilizarse solamente agua o una concentración de nutrientes más elevada para corregir el desequilibrio.

Respecto a la fertilización de la planta en producción de flores Verdugo (1984), recomienda que se debe tener un adecuado equilibrio de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), con especial énfasis en fósforo y potasio. También aclara que los claveles necesitan en la mayoría de los casos una disponibilidad permanente de nutrientes mayores.

Por otro lado Guerrero (1987), cita que generalmente el suelo contiene todos los elementos minerales necesarios para la planta pero no siempre en cantidades suficientes por lo que deben añadirse conforme se agotan.

Rocabado (2000), menciona que los micronutrientes pueden ser aportados con los fertilizantes foliares que vienen en complejos completos, por vía foliar o por fertirrigación.

2.14.2. Fertilización orgánica

Gomero y Velásquez (1999), definen a la fertilización orgánica como al uso de sustancias que están constituidas por desechos de origen animal, vegetal o mixto que se añaden al suelo con el objeto de mejorar sus características físicas, químicas y biológicas.

2.14.2.1. Humus de lombriz

Rojas (2001), denomina al humus de lombriz a las deyecciones, esto es el estiércol de la lombriz; se le ha dado este nombre por su semejanza con el humus del suelo, compuesto este proveniente de la descomposición de todos los residuos orgánicos vegetales del suelo.

El mismo autor complementa mencionando que el humus de lombriz es un estiércol biodinámico, tiene un mayor contenido mineral, contiene un mayor número de componentes (enzimas, hormonas, vitaminas, población microbiana, etc.), nutritivamente es más rico que el humus del suelo. En cuanto a su aplicación en floricultura recomienda distribuir unos 150 gramos de humus por m², arando la base, y posteriormente se debe aplicar riego.

2.14.2.2. Té de estiércol

Gomero y Velásquez (1999), indica que el té de estiércol es una preparación que convierte el estiércol sólido en un abono líquido. En el proceso de hacerse, el estiércol suelta sus nutrientes al agua y así se hacen disponibles para las plantas.

Los mismos autores recomiendan que para la preparación del te, debe diluirse con agua en una relación de 1 parte de té de estiércol con 4 a 6 partes de agua fresca y limpia. También puede aplicarse este abono a través de la línea de riego por goteo a razón de 200 litros/ha. cada 15 días.

2.15. Manejo del cultivo

2.15.1. Definición de esqueje

Verdugo (1984), define al esqueje como un trozo de planta que contiene un ápice y en el caso del clavel se utiliza exitosamente para propagarlo.

2.15.2. Características de un esqueje

Verdugo (1984), indica que un esqueje de buena calidad se caracteriza por poseer buen vigor, internudos cortos y sanidad óptima. Debe tener un largo que comprenda al menos 3 pares de hojas extendidas más las hojas apicales.

Según Guerrero (1987), los esquejes deben conservar seis pares de hojas como mínimo y no midan menos de 10 cm.; si el tamaño es excesivamente pequeño, se producirá un retraso en su enraizamiento y consecuentemente en su producción.

Larson (1988), menciona que un esqueje típico de clavel consiste en una punta del tallo vegetativo fuerte, de 10 a 15 cm. de largo con cuatro o cinco pares visibles de hojas, y pesan unos 10 grs.

López (1989), establece que un esqueje adecuado debe pesar más de 10 gramos, su longitud inferior a los 15 cm. y tener entre cuatro y cinco pares de hojas.

2.15.3. Programa de plantación

Seward (1988), citado por Larson (1988), menciona que los programas de plantación de los claveles son el medio básico de planeamiento de producción para la demanda del mercado. El tiempo de floración de varias fechas de plantación es bastante predecible bajo condiciones ideales de ambiente.

Los calendarios de plantación varían por los fotoperiodos, las temperaturas y también la intensidad luminosa. El tiempo más corto entre la plantación y el pico de floración de los claveles es de unos 110 días y el tiempo más largo hasta la floración es de 150 días.

2.15.4. Época de plantación

Salinger (1991), recomienda que en lugares fríos con poca calefacción, las plantaciones de octubre a noviembre (primavera en Bolivia) son convenientes ya que las plantas arraigan durante los días largos.

2.15.5. Densidad de plantación

López (1989), al respecto aclara que la densidad de plantación depende fundamentalmente de la orientación de la explotación. En invernadero hay que adaptarse al ancho del mismo. La siguiente tabla visualiza algunos anchos muy corrientes.

CUADRO No. 3 Distintas disposiciones de plantación en el invernadero

DISPOSICION	ANCHO TÚNEL (CM)	NÚMERO JARDINERAS	ANCHURA JARDINERA (CM)	NÚMERO PASILLOS	ANCHURA PASILLO (CM)	PLANTAS (M)	PLANTAS EN 1.000 M2
A	640	4	115	4	45	34.8	22.272
B	640	4	100	4	60	46.7	25.685
C	640	4	100	4	60	35.0	19.250
D	640	4	100	4	60	35.0	19.250
E	750	5	90	5	60	44.4	23.088
F	400	3	90	3	43	33.3	23.278
G	300	3	50	3	50	40.0	20.000

Fuente: López (1989).

Mientras que Salinger (1991), menciona que con plantas de mayor vigor, de buen estado sanitario y cultivo en condiciones de luz suficiente, es preferible un espaciamiento de 200 x 200 mm. y se puede utilizar aún distancias mayores.

2.15.6. Profundidad de plantación

Según English (1967), la profundidad mínima varía entre 15 - 23 cm. pudiendo decir en favor de las más profundas que proporcionan mayor humedad y reservas en nutrientes.

Al respecto Soriano (1976), menciona que la plantación de clavel se deberá hacer muy superficial, prácticamente sin enterrar el esqueje; no importa que éste se vuelque debido a la poca profundidad de la plantación. Al tomar estas precauciones, contribuiremos a evitar enfermedades peligrosas como *Fusarium roseum*, *Rhizoctonia solani*.

Seward (1988), citado por Larson (1988), al respecto menciona que la profundidad a la cual se plantan los esquejes enraizados de clavel puede ser un factor crítico para el éxito o fracaso de la plantación. Los esquejes se deben plantar de modo que algo del medio enraizante se vea por encima de la línea del suelo.

2.15.7. Riego

Salinger (1991), aclara que es necesario mantener el medio de cultivo para los claveles cerca de su capacidad de campo de modo que se requiere un riego regular.

Según Arnez (1996), el cultivo de clavel requiere una dosis de 3.9 l/m²/día, cuya aplicación depende de las condiciones climáticas y del tipo de suelo.

Por otro lado Cartagena (1999), sugiere aplicar una dosis de 6.34 l/m/h dependiendo de la época del año.

En cambio Rocabado (2000), recomienda aplicar 200 a 300 cc/planta de clavel, con un promedio de 8 l/m²/día, cuya dosis está en función de la frecuencia y el requerimiento del cultivo.

2.15.8. Despunte

Según López (1989), el pinzamiento corresponde realizar a los 25 a 35 días de la plantación, la joven planta estará recuperada del todo y los entrenudos habrán comenzado alargarse. Incluso en muchas se verá el botón floral. Entonces deben pinzarse ya que de lo contrario la producción sería muy baja y la flor muy corta.

2.15.9. Entutorado

Guerrero (1987), manifiesta que uno de los problemas más notables en el cultivo del clavel es el tumbado de los tallos florales por el peso de los botones y las flores. Para evitarlo, debe recurrirse a la colocación de tutores.

El clavel según López (1989), como planta herbácea que es, necesita soportes para mantenerse erguida.

Así mismo aclara que el clavel necesita entre cinco y siete mallas y es mejor colocarlas juntas antes de plantar e ir las subiendo conforme la plantación lo requiera. La primera malla se coloca a 5 - 10 cm. del suelo y conforme el clavel crezca se puede subir hasta conseguir la altura definitiva de 12 - 15 cm. Las siguientes mallas se colocan cada 15 cm.

2.15.10. Desbotonado

Guerrero (1987), manifiesta que el desbotonado consiste en la eliminación de todos los botones florales que aparecen junto al principal o debajo de él.

El mismo autor recomienda realizarla con frecuencia, para evitar que la planta invierta fuerzas en el desarrollo de estos botones o, de lo contrario, la formación de la flor principal se retrasa.

2.15.11. Peinado

Según Rocabado (2000), esta tarea consiste en introducir los tallos de clavel dentro del cuadro de la malla que le corresponde y se hace diariamente.

2.15.12. Punto de corte

Rocabado (2000), se refiere al respecto mencionando que se define previamente el punto de apertura de flor, esto es el tamaño de desarrollo de los pétalos que definen los puntos de corte que puede ser corte bala, corte copa y corte a flor abierta. Por supuesto que estos estados de apertura es función del mercado a que se quiere llegar.

2.15.13. Recolección de flores

El momento de la recolección de flores de clavel según English (1967), es cuando los anillos exteriores de los pétalos se han abierto completamente de forma que los pétalos se han abierto completamente de forma que los pétalos forman un ángulo de 90° con el cáliz. En este momento los pétalos exteriores inician su separación respecto al cáliz y los interiores se abren ligeramente. Los pétalos interiores no deben estar abiertos mostrando la base de la flor.

El método más empleado es cortando con un cuchillo afilado o si el tallo es lo suficientemente firme a mano, doblándose limpiamente a la altura de una hoja.

2.15.14. Clasificación de flores

Según Soriano (1976), la confección de las flores cortadas de clavel se realiza luego de que estas han permanecido en cubos de agua posterior al cual se realiza la clasificación y el empomado de acuerdo a normas como ser:

- Longitud de tallo
- Rigidez de tallo
- Forma de flor
- Limpieza de flor
- Estado sanitario

Las clasificaciones son varias y esta la define cada empresa o floricultor por lo que no existe una regla fija.

En el presente trabajo se adoptara la clasificación Sim según el siguiente detalle:

- Primera : tallos mayores a 55 centímetros de longitud
- Segunda : tallos entre 43 y 55 centímetros
- Tercera : tallos menores a 43 centímetros

López (1989), menciona la norma de clasificación Sim de acuerdo al siguiente detalle:

CUADRO No. 4 Norma de clasificación del clavel Sim

Calidad	Diámetro mínimo de flor (mm.)			Longitud mínima (cm.)
	Cerrada	Semiabierta	Abierta	
Primera	50	62	75	55
Segunda	44	56	69	43
Tercera				30

Fuente: López (1989).

En cuanto a la rigidez del tallo, el mismo autor indica que para categorías primera y segunda, al mantener la flor en sentido horizontal, sostenida por la punta, la cabeza no debe formar un ángulo con la horizontal superior a 30° .

III. MATERIALES Y METODO

3.1. Localización y Ubicación

El presente estudio se desarrolló en el Departamento de La Paz, Provincia Murillo Primera Sección, en los predios de la Facultad de Agronomía ubicado en el Campus Universitario de de la zona de Cota Cota perteneciente a la Universidad Mayor de San Andrés.

La zona de estudio se encuentra a una altura de 3.460 m.s.n.m., geográficamente ubicada entre las coordenadas 16°32' de latitud sur y 68°8' de longitud oeste del meridiano de Greenwich.

3.1.1. Clima

La zona se caracteriza por presentar una temperatura máxima de 31°C en la época de verano, y una mínima de -5°C en la época invernal. La temperatura media es de 13.5°C con precipitación media anual de 400 mm/año y una humedad relativa de 46%. Predominan vientos del sureste en la época de verano y noroeste durante el invierno, (Fuente: SENAMHI, 2000).

3.1.2. Topografía y vegetación

La topografía del lugar presenta pendientes regulares a fuertes.

Respecto a la vegetación existen especies arbóreas y arbustivas como ser eucaliptos, acacias, ligustros además de nativas como la chillka y otras de la familia Poaceae.

3.1.3. Suelo

Predomina el suelo de tipo coluvial, de textura que va desde arcilloso, franco, franco arcilloso, franco arcillo limoso, franco arcilloso arenoso y arcillo limoso con bastante presencia de grava en algunos sectores, siendo el pH promedio de 7.8, (Fuente:

IBTEN, 2001) en otros sectores existe suelos de textura arenosa y medianamente profunda.

3.1.4. Hidrología

La presencia de agua en la cuenca se debe en muchos casos a la afloración de aguas subterráneas y al aporte de varios riachuelos que aumentan el volumen y caudal del río, en especial en la época de lluvias y disminuye al mínimo en la estación seca.

Cabe destacar que esta agua en la actualidad presenta una marcada contaminación debido a que en ella desembocan también aguas servidas provenientes de las alcantarillas de urbanizaciones que se ubican alrededor del campus universitario.

3.2. Materiales

3.2.1. Descripción de la carpa solar

La carpa solar del tipo dos aguas tuvo las siguientes dimensiones: 12 m. de largo por 9 m. de ancho y un altura de 2.6 m., siendo el área total de 162 m².

El área de las ventanas laterales, frontal izquierda y derecha presento las siguientes dimensiones: 21.6 m² (2 x 0.9 m), 3.9 m², 3.1 m² respectivamente; y una puerta de ingreso igual a 1.05 x 1.8 m.

En cada ventana se dispuso malla milimétrica con el fin de evitar la entrada de aves, insectos, etc.

Toda la estructura, es decir la cubierta, las partes laterales, parte frontal y posterior estuvieron conformadas por agofilm de 250 micrones.

3.2.2. Material vegetal

a. Características de la variedad

El material vegetal utilizado corresponde a esquejes de clavel de la variedad **Skipper** enraizados y procedentes de Cochabamba.

La característica de esta variedad es que presenta una tonalidad naranja matizado D.G. (Di Giorgio), resistente a *Fusarium oxisporum* y de precocidad muy rápida, dependiendo esta de las condiciones climáticas y de manejo.

3.2.3. Material de campo

Se utilizó material de apoyo como bolillos de 2", 1", cal, pulverizador de mochila, recipientes de 10 y 5 litros, cerchas para sujeción del agrofilm.

3.2.4. Material de escritorio

- Equipo de computación
- Libreta de anotaciones más bolígrafos
- Lápices
- Marcadores
- Cámara fotográfica
- Papelería
- Calculadora

3.2.5. Equipo del sistema de riego

Los componentes del sistema de riego fueron:

- Depósito de agua: tanque con capacidad de 0.932 m³.
- Tubería de conducción: polietileno de baja densidad (politubo) con diámetro igual a ¾" y una longitud de 50 metros lineales.

- Cabezal: compuesto por una llave de paso de $\frac{3}{4}$ " , filtro del tipo T con acople de $\frac{3}{4}$ " con longitud de 6", área de filtración de 150 mesh de acero inoxidable y un flujo de caudal de hasta 10 G.P.M. (galones por minuto); válvula de alivio constante con diámetro de acople de 1", manómetro con rango de medición de 0 a 6 bares (0 – 86 psi)
- Flujómetros: se utilizó tres flujómetros tipo reloj con un caudal neto de 1.5 m³/ hora y un caudal mínimo de 0.040 m³/h.
- Llaves de paso: se dispuso a cada bloque una llave de paso del tipo mariposa y media vuelta.
- Tubería principal: conformado por tubería de polietileno de baja densidad (politubo) de diámetro igual a $\frac{3}{4}$ " y una longitud de 13 m.
- Tubería secundaria: conformado por tubería de polietileno de baja densidad (politubo) de diámetro igual a $\frac{3}{4}$ " el que se ubico en cada bloque.
- Tubería terciaria: compuesto por tubería de polietileno de baja densidad (politubo) de $\frac{3}{4}$ " los que se dispusieron en cada unidad experimental a la que se acoplo los laterales
- Laterales: conformado por dos cintas de riego con una longitud de 2.5 m., dichas cintas incorporan un mecanismo regulador de caudal y filtro. El tipo de cinta corresponde al modelo # 6250 de grosor igual a 8 mil (200 micras de espesor), diámetro igual a 0.15 cm., con 20 cms. de espaciamiento entre emisores y un caudal nominal de 3.73 l/h/m a una presión de trabajo igual a 7 mca.

3.2.6. Equipo de medición

3.2.6.1. Manómetro

Se utilizó un manómetro tipo reloj con rango de medición entre 0- 6 bar (0 – 86 psi).

3.2.6.2. Flujómetros

Cada flujómetro conformado en su parte superior por un velocímetro, dos medidores tipo reloj cuyas mediciones son en m³, hectolitros, decilitros, litros,

mililitros respectivamente. La base metálica con acoples de entrada y salida de diámetro igual a $\frac{3}{4}$ ".

3.2.6.3. Tensiómetros

Se utilizó tres tensiómetros de longitud igual a 43.6 cm. (entre extremos) cada uno conformado por una cerámica porosa la cual se conecta a un tubo plástico duro lleno de agua y cerrado en su extremidad. En la parte superior tiene conectado un medidor de tensión del tipo manómetro con rango de medición de 0 a 100 centibares.

3.2.6.4. Equipo de medición de caudal

- a. Recipiente: se utilizó recipientes de plástico con capacidad de 50 ml.
- b. Probeta: para la medición de los caudales se empleo una probeta de plástico con capacidad de 100 m.l.
- c. Cronómetro: se empleo un cronómetro digital con registro en horas, minutos, segundos y centésimas de segundo.

3.2.6.5. Termohigrómetro: se uso un termohigrómetro digital con rango de -10°C a 50°C ($+14^{\circ}\text{F}$ a 122°F), rango de humedad 20 – 99%

3.2.7. Productos fitosanitarios

Para el control de enfermedades se utilizó fungicida a base de oxiclورو de cobre y para el control de plagas un insecticida órgano fosforado de contacto.

3.2.8. Fertilizantes

Se recurrió al uso de fertilizante de origen químico como es el nitrato de amonio (UREA) como fuente de nitrógeno y otro foliar compuesto (abonofol). Así también se utilizo abono de origen orgánico cual es el humus de lombriz y té de estiércol.

A excepción del humus de lombriz, el que se aplico en la preparación del sustrato, los otros compuestos se suministraron vía fertirriego.

3.2.9. Herramientas

Las herramientas utilizadas fueron: pico, pala, wincha métrica, flexometro, sierra, taladro, alicate, llave estilson, tarraja, martillo, rastrillo, sierra mecánica, navaja, barreno, tamizador, carretilla, calibrador vernier.

3.3. Metodología

3.3.1. Diseño Experimental

El presente trabajo se desarrollo bajo el Diseño Bloques al Azar (DBA) en razón de que: “su uso es más eficaz que la distribución completamente al azar, porque en las unidades experimentales agrupadas en estratos o bloques y en aquellos casos de unidades experimentales contiguas hay más similitud en su variación que cuando las unidades experimentales quedan dispersas” (Reyes, 1978).

a. Modelo Estadístico

$$\gamma_{ij} = \mu + \beta_j + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

γ_{ij} = cualquier observación

μ = media general

β_j = efecto del j - ésimo bloque

α_i = efecto del i - ésimo tratamiento

ε_{ij} = error experimental

j = bloques I – II – III - IV – V – VI

i = tratamientos F1 – F2 – F3

b. Observaciones y Medidas

Las variables de respuesta evaluadas fueron:

- **Longitud de tallo:** la toma de datos de esta variable consistió en medir la longitud del tallo desde la base del cáliz hasta el sexto nudo en el momento de la cosecha con la ayuda de una regla metálica graduada en centímetros.
- **Diámetro de tallo:** esta variable se midió con un calibrador vernier metálico en milímetros, la toma del dato se realizó en la parte media del tallo posterior al corte.
- **Tamaño de flor:** se registro esta variable con un calibrador vernier metálico a partir de la base del cáliz hasta la parte superior de la corola, en centímetros, posterior a la cosecha.
- **Perímetro de flor abierta:** el perímetro de flor se registró mediante el uso de una cinta métrica, considerando los extremos abiertos de los pétalos, los datos se tomaron de todas aquellas flores cosechadas en cada unidad experimental. La unidad de medición fue realizada en centímetros.
- **Número de tallos florales:** se anotó el número de tallos florales con formación de botones por planta y unidad experimental.
- **Número de días al primer y segundo corte:** para este efecto se consideró el número de días transcurridos desde el trasplante hasta el primer y segundo pico de producción.
- **Duración de flor cortada en agua:** luego de cosechar las flores estas se depositaron en recipientes conteniendo agua limpia para luego transportarlas a un ambiente claro y ventilado para contabilizar el número de días hasta su marchitez total.
- **Clasificación:** la clasificación de la flor cortada se realizo de acuerdo a la norma Sim considerando los parámetros siguientes:

Tallos con longitud mayor a 55 cm.

Tallos con longitud entre 43 – 55 cms.

Tallos con longitud menor a 43 cms.

Además se determinó la rigidez del tallo tomando en cuenta que la flor debe mantenerse en sentido horizontal sostenida por la punta, la cabeza no debería formar un ángulo con la horizontal superior a 30 grados.

c. Tratamientos

i) Frecuencias de riego

F1 = frecuencia 1 → 6 riegos por semana.

F2 = frecuencia 2 → 5 riegos por semana.

F3 = frecuencia 3 → 4 riegos por semana.

Distribución de tratamientos:

1: F1V1 = Frecuencia 1 por variedad Skipper

2: F2V1 = Frecuencia 2 por variedad Skipper

3: F3V1 = Frecuencia 3 por variedad Skipper

CUADRO No. 5 Frecuencias e intervalos de riego

FRECUENCIA DE RIEGOS	INTERVALO (DIAS)
6 riegos por semana	1.16
5 riegos por semana	1.40
4 riegos por semana	1.75

Fuente: Elaboración propia

ii) Número de bloques: se diseño el experimento en 6 bloques. Cada bloque se dividió en 3 unidades experimentales.

iii) Dosis: en referencia a las recomendaciones de Rocabado (2000), se aplicó una dosis de 0.3 litros por planta/día lo que significa utilizar 14. 4 litros por tratamiento.

En los cuadros siguientes se resume la cantidad en volumen de agua a proporcionar por frecuencia, unidad experimental, repetición.

CUADRO No. 6 Volumen de agua a suministrar por frecuencia, semana y unidad experimental.

FRECUENCIA	VOLUMEN Litros/u.e	RIEGOS/SEMANA	VOLUMEN APLICAR Litros/semana/u.e.
F 1	14.4	6	86.4
F2	14.4	5	72.0
F3	14.4	4	57.6

Fuente: Elaboración propia

CUADRO No. 7 Volumen de agua a suministrar por frecuencia, semana y repetición.

FRECUENCIA	VOLUMEN Litros/semana/u.e	NUMERO DE REPETICIONE S	VOLUMEN TOTAL litros/semana
F 1	86.4	6	518.4
F2	72.0	6	432.0
F3	57.6	6	345.6

Fuente: Elaboración propia

d. Tiempo de riego

De acuerdo al gasto proyectado por tratamiento se contabilizará el volumen aplicado mediante el uso de flujómetros instalados en los bloques I, II, II cronometrando el tiempo transcurrido en suministrar la cantidad de agua por unidad experimental.

Para las unidades experimentales ubicadas en los bloques IV, V, VI se aplico la dosis de agua en función del tiempo cronometrado en los bloques I, II, III.

3.3.2. Parcela experimental

Cada unidad experimental consistió de un área total de 2m² (2.5m x 0.8m), en el cual se dispuso 4 hileras de plantines con una densidad de plantación de 0.20 x 0.20 m. respectivamente. Se dispuso dos líneas de cinta de riego ubicados entre ambas hileras de plantas, cuya distancia entre emisores fue de 0.20 m.

3.3.3. Método de campo

3.3.3.1. Preparación del terreno

Se procedió a roturar el suelo, previo humedecimiento del mismo, luego al mullido y posteriormente al nivelado otorgando una pendiente norte-sur del 0.4%.

3.3.3.2. Construcción de las camas de cultivo

Se procedió al escuadre del terreno y al diseño in situ de las camas de cultivo (bloques). Posteriormente se realizó la construcción de los lechos de cultivo a nivel del suelo con dimensiones de 7.5 x 0.8 m. empleándose ladrillo y barro para la unión de las piezas, así mismo se dispuso en la base polietileno negro de 80 micrones como aislante, sobre el cual se ubicó una capa de grava. Al final de cada bloque se dispuso un recipiente para almacenar las excedencias de agua.

Cada bloque se dividió en tres unidades experimentales con un área de 2m² (2.5 x 0.8 m).

Con el fin de evitar la insolación en los plantines se dispuso semisombras de malla a una altura de 1 m. con referencia al nivel del suelo.

3.3.3.3. Preparación del sustrato

La mezcla del sustrato estuvo conformada por tierra del lugar, turba, arena en una relación de 1:2:1 respectivamente.

- a. Tierra del lugar: para la preparación del sustrato se procedió a tamizar la tierra procedente del lugar (de textura arcillosa) en una proporción del 25%.
- b. Turba: la turba procedente de zonas de altura, se utilizó en una proporción del 50%.

- c. Arena: la arena empleada se tamizó seleccionando el agregado hasta un diámetro de 3 mm. Posteriormente se procedió a lavar y secar el mismo en una proporción del 25%.
- d. Mezcla: una vez preparado los componentes del sustrato estos se mezclaron en la proporción indicada, disponiéndose en cada cama de cultivo hasta una altura de 0.25 m. Al mismo tiempo se aplicó humus de lombriz roja californiana en una cantidad de 500 grs./m².

3.3.3.4. Toma de muestra de sustrato

A objeto de conocer las características físicas (textura, densidad aparente, densidad real, capacidad de campo, punto de marchitez, porcentaje de saturación y porosidad) y químicas (pH, conductividad eléctrica, porcentaje de materia orgánica, macro y micronutrientes importantes) se procedió a tomar porciones de sustrato de cada unidad experimental, bajo el criterio de muestras para parcelas experimentales, operándose en zig-zag hasta obtener una muestra compuesta la misma que se embolso y etiqueto para luego enviar a laboratorio para su respectivo análisis.

3.3.3.5. Desinfección del sustrato

Para la desinfección del sustrato dispuesto en cada unidad experimental se utilizó agua a punto de ebullición en vista de que este método es rápido, barato y recomendado para bancos tipo cajón, empleándose para esta operación una regadera. Seguidamente se uso láminas de plástico para cubrir cada cama a lo largo y ancho y así permitir su esterilización por el tiempo de 24 horas.

3.3.3.6. Montaje del sistema de riego

a. Fuente de agua

Para el aprovisionamiento de agua al sistema, se recurrió a la red potable, la misma que se almacenó en un tanque de fibrocemento con capacidad de 0.932

m³ ubicada aproximada a 7 metros por encima de la carpa solar y una distancia de 45 metros.

b. Toma de muestra de agua

Bajo la norma para toma de muestras de agua y su respectivo análisis, se procedió a seguir los siguientes pasos:

- i. La recogida de agua se realizó en botella de plástico con capacidad de 1 litro, la que previamente se limpió con agua objeto de la misma.
- ii. Inmediatamente después se procedió a remitir la muestra, con la identificación respectiva, hacia un laboratorio para su análisis.

c. Tendido de línea de abastecimiento

Para el tendido de la línea se utilizó tubería de baja densidad (politubo) con diámetro igual a $\frac{3}{4}$ " (diámetro interno igual a 19.05 mm) el que se acoplo un extremo al tanque a través de un niple y el otro al cabezal. La línea tendida fue de aproximadamente 45 m., sujetándose esta a un cable tensor para evitar su deformación o rotura.

d. Cabezal de control

Al extremo posterior de la línea de abastecimiento se conecto el cabezal conformado por una llave de paso tipo mariposa, filtro tipo T de $\frac{3}{4}$ ", válvula de alivio con acople de 1", manómetro tipo reloj.

e. Tendido de la línea principal

La línea principal estuvo conformada por tubería de polietileno de baja densidad "politubo" de $\frac{3}{4}$ " con una longitud igual a 14 metros, la que se secciono en 6 tramos para posteriormente acoplar las secundarias.

f. Instalación de la línea secundaria

La línea secundaria estuvo conformada por tubería de polietileno de baja densidad “politubo” de $\frac{3}{4}$ ”, extendiéndose esta longitudinal y transversalmente con el fin de acoplar las líneas de derivación a cada unidad experimental.

g. Instalación de flujómetros

Se instalaron tres flujómetros en los bloques (I, II, III) a los cuales se incorporó las respectivas llaves de paso del tipo media vuelta y de la clase mariposa a los bloques IV, V, VI.

h. Instalación de la línea de derivación

Las líneas de derivación se instalaron a cada unidad experimental, a estas se realizaron las respectivas perforaciones para incorporar las arandelas de goma (grommet) y ubicar los conectores de encaje roscado (acople manga dentado 0.250”).

Estas líneas consistieron también de tubería de baja densidad con diámetro igual a $\frac{3}{4}$ ”.

i. Instalación de laterales

Por cada unidad experimental se extendió dos laterales (cintas de riego) con 2.5 m de longitud, conectándose uno de los extremos al conector roscado y el otro se cerro doblándose en tres para luego sujetar con una argolla de alambre galvanizado.

j. Ubicación de accesorios

En la unión de cada pieza del sistema, se utilizaron accesorios de PVC roscados de $\frac{3}{4}$ ” como ser codos, tees, acoples, tapones, reductores, niples.

Para las conexiones de cada accesorio se empleo teflón y pegamento evitando así fugas de agua en el sistema.

3.3.3.7. Ubicación y manejo del termohigrómetro

Para el registro de temperaturas, humedad relativa máxima y mínima se instalo un termohigrómetro portátil digital el que se ubico en el centro de la carpa a una altura de 1.50 m. Las lecturas se realizaron todos los días a horas 8 a.m., 13 p.m. y 18 p.m.

3.3.3.8. Densidad de plantación

La densidad de plantación fue de 0.20 x 0.20 m., obteniéndose 12 plantas por hilera haciendo un total de 48 por cada unidad experimental.

3.3.3.9. Programa de plantación

Para llevar adelante el experimento se aplicó la plantación temprana estimándose obtener la primera cosecha o primer pico de producción a los 110 días luego del trasplante y la segunda cosecha a los 180 días.

3.3.3.10. Trasplante de esquejes

Previo al trasplante se humedeció las camas de cultivo hasta capacidad de campo para evitar el estrés hídrico, así también se utilizó un marco plantador para identificar el lugar preciso donde colocar los esquejes.

El trasplante se realizó entre el 10 y 11 de octubre tomando esquejes con una longitud igual a 15 cms., los que se enterraron a una profundidad tal que el medio enraizante se vea por encima de la línea del suelo (2 – 3 cms.)

Inmediatamente después del trasplante se aplicó riego por aspersion fina utilizando para tal efecto una regadera, siendo la dosis aplicada de 10

litros/unidad experimental durante 52 días momento en el que se notó que los esquejes arraigaron en el sustrato observándose a estos erguidos y fuertes, para posteriormente iniciar el ensayo de acuerdo a los tratamientos propuestos por unidad experimental.

3.3.3.11. Ubicación y manejo de tensiometros

Cada tensiometro se ubicó en la parte central que corresponde a cada tratamiento y unidad experimental dispuesta en los bloques I – II y III.

Previo a la instalación de los tensiometros en campo se procedió a calibrar y ubicar los mismos siguiendo los siguientes pasos:

a. Calibración

Previo a la instalación de los tensiometros en campo se humedeció el sustrato con el fin de obtener lecturas confiables. Para la calibración de los tensiometros se siguieron los siguientes pasos:

- i. Se llenó con agua destilada el tubo de plástico de los tensiometros los que se depositaron en un recipiente con agua destilada por el tiempo de 24 horas.
- ii. Pasado este tiempo se expulso las burbujas de aire presentes en el tubo de plástico golpeando ligeramente con la palma de la mano la parte superior del tubo, a la vez se hecho 3 a 4 gotas de yodo en el tubo mezclándose esta con el agua con el fin de evitar la formación de algas.

Enseguida se extrajo el aire creando un vacío dentro del tubo utilizando una jeringa hasta lograr una lectura de 80 centibares para luego ubicar el tapón roscado hasta que este entre en contacto con su asiento.

Considerando el criterio expuesto por Fuentes (1998), se instalo un tensiometro por tratamiento para los tres primeros bloques (I-II-III).

iii. Antes de ubicar el instrumento en la unidad experimental correspondiente se realizó un orificio del mismo diámetro del tubo a una distancia de 10 cm. del gotero a una profundidad de 20 cm. y en una zona soleada para verificar la mayor evaporación. Posteriormente se transportó en el mismo recipiente con agua los tensiómetros a fin de evitar la sequedad de la capsula y se ubicó en cada orificio tapando el mismo con el sustrato alrededor del tubo livianamente. Cada cierto tiempo se relleno con agua el tubo plástico para evitar su vaciado.

Las lecturas de los tensiómetros se realizaron todos los días y a la misma hora (8 a.m.), registrando las mismas en planillas para posteriormente proceder a su análisis.

3.3.3.12. Deshierbe

Se practicó periódicamente deshierbes manuales a cada unidad experimental, eliminando todas aquellas malas hierbas perjudiciales al cultivo.

3.3.3.13. Entutorado

Antes de armar el tutorado, se ubicó postes tutores a cada una de las esquinas de los 6 bloques enterrándose firmemente en el piso, quedando 1.5 m. de poste libre por encima del nivel del suelo.

Inmediatamente después se dispusieron de forma horizontal varillas de madera entre ambos postes tutores y a cada uno de los extremos, la primera varilla se ubicó a una altura de 10 cms. y las subsiguientes 5 cada 15 cms. Sobre estas se dispusieron lienzas de polietileno longitudinal y transversalmente formando de esta manera una red de 0.20 x 0.20 m en un número de 6 capas. Esta técnica permitió garantizar el desarrollo erguido de los tallos así como también facilitó la recolección de flores.

3.3.3.14. Pinzamiento

El pinzamiento aplicado fue el de despunte único, labor que consistió en romper el tallo floral por encima del quinto a sexto par de hojas de cada planta.

Esta operación se realizó en la primera quincena del mes de noviembre, 35 a 40 días después del trasplante.

3.3.3.15. Abonado

Se aplicó abono líquido orgánico en base a la fermentación de estiércol de ganado. La preparación del mismo consistió en mezclar 10 partes de estiércol de ganado vacuno, 2 partes de alfalfa verde picada y 1 parte de vísceras de pescado.

Esta mezcla se preparo en un recipiente con capacidad igual a 1 litro. El tiempo de maceración fue de 15 días posterior al cual se procedió a diluir el concentrado con 6 partes de agua limpia y luego se vació al tanque para suministrar el biofertilizante por el sistema de riego. Esta operación se repitió cada 15 días.

Así también se aplicó 1 kilogramo de abono compuesto (abonofol) en dos oportunidades, la primera a los 75 días luego del pinzado y la segunda a los 15 días después del primer corte. El suministro de este abono se realizó a través del riego (fertiriego).

Como fuente de nitrógeno se utilizó UREA en una cantidad de 1 Kg., el que se apporto en forma líquida diluida en dos oportunidades, 15 días antes de cada pico de producción.

3.3.3.16. Control de plagas

El ataque de plagas fue leve, para su control se recurrió al uso de insecticidas.

Durante el periodo de floración se evidenció la presencia de trips (*Trips sp.*) afectando a los pétalos provocando la decoloración y poco desarrollo de los mismos.

También se observó, de forma aislada, el ataque de pulgones (*Aphis sp.*), en el haz y envés de las hojas y en la base del cáliz.

Ambas plagas fueron controladas con la aplicación en dos oportunidades de un insecticida del tipo organofosforado, el clorpirifos y un piretroide, la cipermetrina, cuyo nombre comercial es lorsban plus en una dosis de 22.5 cc. por cada 15 litros de agua, cuya solución se mezcló con 15 cc. de adherente (aceite carrier).

3.3.3.17. Control de enfermedades

Durante el desarrollo del cultivo se evidenció la presencia de roya (*Uromyces dianthi*) principalmente en las hojas, cuya característica peculiar es que expone pústulas o soros de color canela. El combate a esta enfermedad se realizó utilizando un fungicida polvo mojable a base de oxiclورو de cobre cuyo nombre comercial es Ramcaff 88, la dosis aplicada fue de 75 grs. por 15 litros de agua y como adherente se utilizó aceite carrier en una cantidad de 15 cc. por cada 15 litros de agua. Ambos componentes se mezclaron en una mochila (20 litros) con 15 litros de agua, aplicándose a cada bloque. Esta operación se repitió cada 15 días.

3.3.3.18. Desbotonado o desyemado

Esta operación consistió en quitar todos los botones florales laterales y los brotes vegetativos con el fin de obtener una sola flor por tallo.

3.3.3.19. Peinado

Consistió en introducir los tallos de clavel dentro el cuadro de malla que le corresponde a cada planta, este trabajo se realizó diariamente.

3.3.3.20. Corte de flor

El corte de flor se efectuó en el momento que el capullo estuvo abierto por completo de modo que los pétalos exteriores se encontraban en ángulo recto (90°) en referencia al tallo y los pétalos centrales relativamente apiñados en el centro.

La altura de corte consistió en contar seis nudos a partir de la base del cáliz para luego proceder a la cosecha de la flor.

3.3.3.21. Clasificación de flores

La clasificación de las flores se llevo a cabo bajo la norma Sim para clavel estándar, tomando en cuenta la longitud y rigidez del tallo.

3.3.3.22. Manejo de la carpa solar

El manejo de la carpa solar consistió en realizar el mantenimiento de la cubierta, apertura y cierre de ventanas además de la limpieza interior.

a. Ventilación de la carpa solar

Para permitir una buena ventilación del ambiente se abrieron las ventanas tanto frontales como laterales a partir de horas 8 a.m. hasta 18 p.m. en días calurosos permitiendo así el flujo de aire fresco dentro la carpa y de 9 a.m. hasta 17 p.m. en días nublados o fríos evitando de esta manera el enfriamiento del ambiente.

Tomando en cuenta la relación de superficie de la carpa solar respecto del porcentaje de ventilación este correspondió a un 17.5%.

3.4. Parámetros de evaluación

3.4.1. Variables de respuesta del cultivo

Para el registro de datos de cada una de las variables se considero los dos picos de producción, siendo los parámetros evaluados:

- Longitud de tallo
- Diámetro de tallo
- Tamaño de flor
- Perímetro de flor abierta
- Número de tallos florales
- Número de días al corte
- Duración de flor en florero

3.4.2. Análisis de la temperatura y humedad relativa

Para el análisis de los cambios de temperatura, humedad relativa tanto máximas y mínimas, se procedió a registrar ambos factores en planillas tabuladas por mes, día, hora (8 a.m., 13 p.m., 18 p.m.); con cuyos datos elaborar gráficas e interpretar las variaciones ocurridas durante el periodo correspondiente al ensayo y relacionar su efecto con el cultivo.

3.4.3. Análisis de la relación del potencial matricial con la frecuencia de riego y el cultivo.

En base a la humedad presente en el sustrato por efecto de la aplicación de tres frecuencias de riego y registrado a través de tensiómetros en centibares, se estableció su relación con la calidad de flor y la planta.

3.4.4. Evaluación del sistema de riego.

Para la evaluación del sistema de riego por goteo implementado en el ensayo se procedió previamente al cálculo de la uniformidad de riego y el coeficiente de

variación, para luego determinar los parámetros que corresponden al diseño agronómico e hidráulico.

- Uniformidad de riego: para determinar la uniformidad del sistema de riego se procedió a seguir el criterio propuesto por Merriam y Keller, el que consistió en dividir el sistema en dos subunidades, el primero conformado por los bloques I, II, III y el segundo por los bloques IV, V y VI. Cada subunidad a la vez estuvo conformada por tres subunidades operacionales (correspondiente a cada tratamiento) haciendo un total de 9 unidades. Dentro de cada subunidad se tomó cuatro ramales (1, 1/3, 2/3, 4) correspondientes a cada tratamiento, así mismo dentro de cada lateral se eligió cuatro emisores el primero ubicado cerca de la toma, el segundo a 1/3, el tercero a 2/3 y el último al final del lateral. De manera que se obtuvo un total de 16 emisores por lateral de los cuales se midió el caudal simultáneamente por un espacio de tiempo igual a un minuto.
- Coeficiente de variación: para determinar este valor se seleccionó un lateral por cada unidad experimental, midiéndose en forma simultánea los caudales por emisor.

a. Diseño agronómico:

- Superficie mojada por emisor: se determinó mediante pruebas de campo a través de la medición de la superficie mojada por emisor, por bloque y por tratamiento.
- Porcentaje de superficie mojada: considerando la expresión “P” (porcentaje de superficie mojada) se procedió a realizar el respectivo cálculo del promedio de superficie mojada expresado en porcentaje.
- Número de emisores por planta: para el cálculo de emisores por planta se recurrió a utilizar la expresión (17) y (19), mediante las cuales se determinó “n” (número de emisores por planta) y “SMP” (superficie mojada por planta).
- Profundidad de bulbo húmedo: fue determinado en campo, el que consistió en tomar una muestra representativa por unidad experimental,

emisor, procediéndose luego a realizar un corte vertical en el perfil del sustrato para luego registrar la profundidad de mojado.

- Diseño y calculo de goteros en franja continua: para el diseño, cálculo y evaluación de los goteros situados longitudinalmente se tomaron en cuenta el caudal nominal del emisor, la profundidad de las raíces, el marco de plantación, la necesidades máximas promedio de agua, la frecuencia de riego y el coeficiente de uniformidad.

b. Diseño hidráulico:

- Capacidad del tanque de almacenamiento: se determinó considerando la altura del tanque, el diámetro de la parte superior y de la base.
- Recargas: para evitar que el agua se vacié hasta llegar a punto muerto y provocar déficit de agua en el sistema se realizó la recarga del tanque considerando la capacidad de almacenamiento.
- Determinación del caudal en el filtro de malla: para estimar el caudal que circula en el filtro de agua, se consideró datos del tamaño de orificio, diámetros del soporte filtrante, de los orificios y el nominal, además del número de mesh.
- Cálculo del gradiente de pérdida de carga en la tubería: para el cálculo del gradiente de pérdida de carga en la tubería del sistema se utilizó datos obtenidos en campo como ser el diámetro interior de la tubería, el caudal y la temperatura del agua.
- Diseño y calculo de tuberías laterales: para el cálculo de la tubería lateral se consideró solo una línea representativa, en razón de evitar la evaluación por cada unidad experimental, arguyendo además que el comportamiento de cada lateral en el sistema es similar por las pequeñas longitudes en los tramos.
- Tolerancia de presiones en la subunidad de riego: para el cálculo de tolerancia de presión, se consideró solo una unidad experimental en razón de que las diferencias en los resultados son poco significativas. Para tal efecto se recurrió al uso de la ecuación para emisores $Q = K \times P^x$

siendo los valores para x y K de 0.54 y 1.31 especificado para el tipo de cinta empleado. Además del coeficiente de variación y de uniformidad.

- Diseño y cálculo de tuberías terciarias: para su diseño y cálculo se tomo en cuenta el tipo de material de la tubería siendo este de polietileno de baja densidad, así también se consideró la longitud de la tubería terciaria o porta lateral, el número de laterales, la tolerancia de presión en la terciaria y la presión de entrada en el lateral.

Como el riego presurizado es una moderna tecnología, precisa de una adecuada implementación la que facilitará posteriormente la eficiente evaluación del sistema. Por tanto se hace necesario recurrir a la aplicación de programas informáticos orientados a facilitar el diseño y cálculo del sistema.

El programa de Riego Localizado II propuesto por Rodrigo (1996), es considerado como adecuado para la evaluación de sistemas de riego por goteo, por la facilidad y comprensión en su manejo, razones por las cuales se recurrió a su uso.

3.4.5. Análisis económico

El análisis económico se desarrolló de acuerdo al método propuesto por Perrin et. al. (1976), el que consistió en ajustar los rendimientos promedio por pérdidas debido a enfermedades, manipulación en la cosecha y otros. Posteriormente se determinó el precio de campo de los rendimientos promedio por cada tratamiento hasta obtener el beneficio bruto de campo.

Luego se determinó los totales de los costos monetarios variables y de oportunidad, hasta obtener los beneficios netos; los que se ajustó hasta conseguir el incremento marginal de los beneficios netos y costos variables y calcular la tasa de retorno marginal.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

Según los objetivos planteados en el ensayo para determinar la influencia de tres frecuencias de riego en los parámetros de calidad de flor cortada de clavel, se procedió a disgregar las variables de respuesta en dos etapas, al primer y segundo pico de producción para luego ser analizados independientemente y comprobar su significancia.

Los cuadros 8 y 9 muestran de forma resumida las variables agronómicas evaluadas al primer y segundo pico de producción.

CUADRO No. 8 Promedio general de variables agronómicas evaluadas al primer pico por bloque y tratamiento.

OBS.	BLOQUE	TRAT.	L.T.	D.T.	T.F.	P.F.	N.T.F.	D.U.F.	N.D.C.
1	1	1	43.2	3.09	5.38	23.5	5.41	13	185
2	1	2	38.9	3.01	5.21	23.1	4.37	10	186
3	1	3	36.5	2.99	4.19	21.4	4.97	10	186
4	2	1	44.4	3.04	5.39	23.4	5.39	12	184
5	2	2	38.8	2.89	5.21	22.7	4.64	11	186
6	2	3	35.4	2.54	4.16	21.2	4.77	11	186
7	3	1	43.5	2.82	5.39	23.5	6.32	13	183
8	3	2	39.3	2.72	5.31	22.4	6.02	12	184
9	3	3	35.8	2.65	4.25	22.2	5.08	11	186
10	4	1	44.8	3.02	5.38	23.4	6.40	13	181
11	4	2	40.2	2.98	5.34	23.0	6.24	11	183
12	4	3	36.6	2.91	4.25	21.7	5.73	11	185
13	5	1	39.3	3.16	5.39	23.5	6.31	12	176
14	5	2	36.0	2.98	5.26	22.4	6.15	11	181
15	5	3	35.3	2.92	4.21	21.2	5.62	11	183
16	6	1	44.2	3.06	5.38	23.3	6.40	13	178
17	6	2	40.5	2.92	5.27	22.6	6.21	10	178
18	6	3	37.6	2.72	4.50	21.3	6.10	10	180

Fuente: Elaboración propia

CUADRO No. 9 Promedio general de variables agronómicas evaluadas al segundo pico por bloque y tratamiento.

OBS.	BLOQUE	TRAT.	L.T.	D.T.	T.F.	P.F.	N.T.F.	D.U.F.	N.D.C.
1	1	1	44.4	3.15	5.19	21.95	9.11	41	222
2	1	2	39.6	3.11	5.00	20.10	6.16	39	223
3	1	3	38.2	2.94	4.99	20.08	7.11	38	224
4	2	1	43.6	3.04	5.09	21.26	9.64	47	224
5	2	2	38.5	2.80	4.96	20.53	7.19	41	224
6	2	3	35.9	3.06	4.96	20.53	7.21	39	229
7	3	1	45.5	3.14	5.26	21.88	9.74	42	222
8	3	2	39.6	2.87	5.19	21.23	8.28	39	223
9	3	3	32.8	2.73	4.95	21.20	7.83	37	228
10	4	1	43.9	3.15	5.39	23.89	9.81	41	223
11	4	2	38.2	3.06	5.10	21.91	8.88	37	223
12	4	3	36.2	3.09	4.99	21.15	7.70	35	224
13	5	1	42.1	3.11	5.25	23.24	9.42	39	223
14	5	2	37.9	3.08	5.15	22.18	8.48	36	223
15	5	3	35.6	2.94	4.96	21.23	7.44	35	224
16	6	1	45.6	3.14	5.12	22.33	10.00	42	222
17	6	2	37.8	2.81	5.07	21.18	9.27	38	223
18	6	3	35.9	2.75	5.02	21.15	9.42	37	225

Fuente: Elaboración propia

Donde:

L.T. = Longitud de tallo en centímetros

D.T. = Diámetro de tallo en milímetros

T.F. = Tamaño de flor en centímetros

P.F. = Perímetro de flor en centímetros

N.T.F. = Número de tallos florales

D.U.F. = Duración de florero en días

N.D.C. = Número de días al corte

Así mismo el cuadro No. 10 representa de forma sucinta el análisis de varianzas de cada una de las variables de estudio tanto al 1er. y 2do. pico de producción.

CUADRO No. 10 Resumen del ANVA para variables de respuesta al primer pico.

EVENTO	VARIABLE	FUENTE	PRUEBA "F"	C.V. %
1er. Pico	Longitud de tallo	Bloque	0.0125 *	2.69
		Tratamiento	0.0001 **	
	Diámetro de tallo	Bloque	0.0080 **	2.86
		Tratamiento	0.0018 **	
	Tamaño de flor	Bloque	0.3420 N.S.	1.48
		Tratamiento	0.0001 **	
	Perímetro de flor abierta	Bloque	0.5140 N.S.	1.29
		Tratamiento	0.0001 **	
	Número de tallos florales	Bloque	0.0006 **	5.30
		Tratamiento	0.0104 *	
Duración de flor en florero	Bloque	0.2992 N.S.	4.98	
	Tratamiento	0.0002 **		
Número de días al corte	Bloque	0.0001 **	0.65	
	Tratamiento	0.0034 **		
2do. Pico	Longitud de tallo	Bloque	0.6287 N.S.	3.51
		Tratamiento	0.0001 **	
	Diámetro de tallo	Bloque	0.2166 N.S.	3.67
		Tratamiento	0.0213 *	
	Tamaño de flor	Bloque	0.4340 N.S.	1.71
		Tratamiento	0.0001 **	
	Perímetro de flor abierta	Bloque	0.0041 **	2.04
		Tratamiento	0.0003 **	
	Número de tallos florales	Bloque	0.0164 *	6.62
		Tratamiento	0.0004 **	
	Duración de flor en florero	Bloque	0.0004 **	2.36
		Tratamiento	0.0001 **	
	Número de días al corte	Bloque	0.1465 N.S.	0.53
		Tratamiento	0.0032 **	

Fuente: Elaboración propia

En general los coeficientes de variación encontrados expresan un buen manejo experimental con media general de 2.84.

La prueba F en su generalidad demuestra la variabilidad entre bloques a un nivel significativo y altamente significativo, lo que indica la capacidad del diseño en detectar

las diferencias entre tratamientos, aunque existe bloques que expresan valores que se ubican en el rango de no significativo lo que supondría que el diseño pierde eficiencia respecto de un DCA (Diseño cuadrado al azar), pero al realizar las pruebas respectivas se obtiene la misma información que con un DBA (diseño bloques al azar).

Los cuadros No. 11 y 12 detallan de forma resumida el análisis de la prueba de rango múltiple de Duncan para cada variable de estudio y pico de producción para luego comprobar su significancia en función de los tratamientos aplicados.

CUADRO No. 11 Resumen de la prueba de rango múltiple de Duncan para variables de respuesta al primer pico de producción.

VARIABLE	TRATAMIENTO	MEDIA	DESV. ESTANDAR	PRUEBA DUNCAN
Longitud de tallo (cm.)	1	43.217	2.015	a
	2	38.950	1.601	b
	3	36.533	1.293	c
Diámetro de tallo (mm.)	1	3.032	0.115	a
	2	2.912	0.106	b
	3	2.788	0.178	c
Tamaño de flor (cm.)	1	5.385	0.005	a
	2	5.267	0.052	b
	3	4.260	0.123	c
Perímetro de flor abierta (cm.)	1	23.433	0.082	a
	2	22.700	0.297	b
	3	21.500	0.389	c
Número de tallos florales	1	6.038	0.496	a
	2	5.605	0.859	b
	3	5.378	0.515	b
Duración de flor en florero (días)	1	12.667	0.516	a
	2	10.833	0.753	b
	3	10.667	0.516	b
Número de días al corte	1	181.167	3.545	a
	2	183.000	3.096	b
	3	184.333	2.422	b

Fuente: Elaboración propia

Los valores de desviación estándar para los parámetros de evaluación diámetro de tallo, tamaño de flor, perímetro de flor, número de tallos florales y duración en florero al primer

pico, indican la mínima dispersión de las medidas en relación a su media por cada tratamiento obteniéndose valores uniformes lo que contribuye a mejorar la calidad del producto y su aceptación en el mercado. Por el contrario para los parámetros longitud de tallo y número de días al corte, las desviaciones son significativas respecto de su promedio en especial para el número de días al corte, así para el tratamiento 1, se obtuvo mayor diferencia en los días al corte en relación a su media que para el tratamiento 3, es decir que con 6 riegos/semana el corte será en mas o menos 3 días de los 180, que para 4 riegos/semana en mas o menos 2 días.

CUADRO No. 12 Resumen de la prueba de rango múltiple de Duncan para variables de respuesta al segundo pico de producción.

VARIABLE	TRATAMIENTO	MEDIA	DESV. ESTANDAR	PRUEBA DUNCAN
Longitud de tallo (cm.)	1	44.183	1.307	a
	2	38.533	0.726	b
	3	35.766	1.731	c
Diámetro de tallo (mm.)	1	3.122	0.043	a
	2	2.955	0.143	b
	3	2.918	0.151	b
Tamaño de flor (cm.)	1	5.217	0.109	a
	2	5.078	0.088	b
	3	4.135	0.025	c
Perímetro de flor abierta (cm.)	1	22.425	0.969	a
	2	21.188	0.760	b
	3	20.890	0.476	b
Número de tallos florales	1	9.620	0.315	a
	2	8.043	1.159	b
	3	7.785	0.847	b
Duración de flor en florero (días)	1	42.000	2.683	a
	2	38.333	1.751	b
	3	36.833	1.602	c
Número de días al corte	1	222.667	0.816	a
	2	223.167	0.408	a
	3	225.667	2.251	b

Fuente: Elaboración propia

En cambio la respuesta de los parámetros de evaluación al segundo pico para diámetro de tallo, tamaño de flor, perímetro de flor demostraron mínima dispersión lo que

contribuye a mejorar la calidad, en cambio para longitud de tallo, número de tallos florales, duración de flor en florero y número de días la variabilidad en la uniformidad es notoria en relación al primer pico, estos hechos posiblemente se debieran a factores fisiológicos inherentes a la planta, como de las condiciones ambientales (temperatura, humedad relativa, fotoperiodo), del nivel nutricional del sustrato, del tratamiento recibido.

El cuadro No. 13, demuestra el tratamiento aplicado por cada frecuencia expresado en volumen (lts.) y la media de tensión alcanzada (centibares) tanto al 1er. y 2do. pico de producción.

CUADRO No. 13 Volumen de agua aplicado y tensión media registrada por tratamiento al 1er. y 2do. pico de producción.

PICO DE PRODUCCION	TRATAMIENTO	VOLUMEN APLICADO (litros)	TENSION MEDIA (centibares)
1 er.	Frecuencia 1 (6 riegos/semana)	9849.6	5.1
	Frecuencia 2 (5 riegos/semana)	8208.0	16.6
	Frecuencia 3 (4 riegos/semana)	6566.4	36.8
2 do.	Frecuencia 1 (6 riegos/semana)	12960	5.2
	Frecuencia 2 (5 riegos/semana)	10800	18.1
	Frecuencia 3 (4 riegos/semana)	8640	36.1

Fuente: Elaboración propia

Para cada variable se procedió a analizar estadísticamente su significancia de acuerdo al ANVA y prueba de rango múltiple de Duncan además del volumen de agua aplicado y su influencia en los parámetros de evaluación.

4.1. Influencia de la aplicación de frecuencias de riego por goteo en los parámetros de evaluación de variables de respuesta del cultivo.

4.1.1. Longitud de tallo

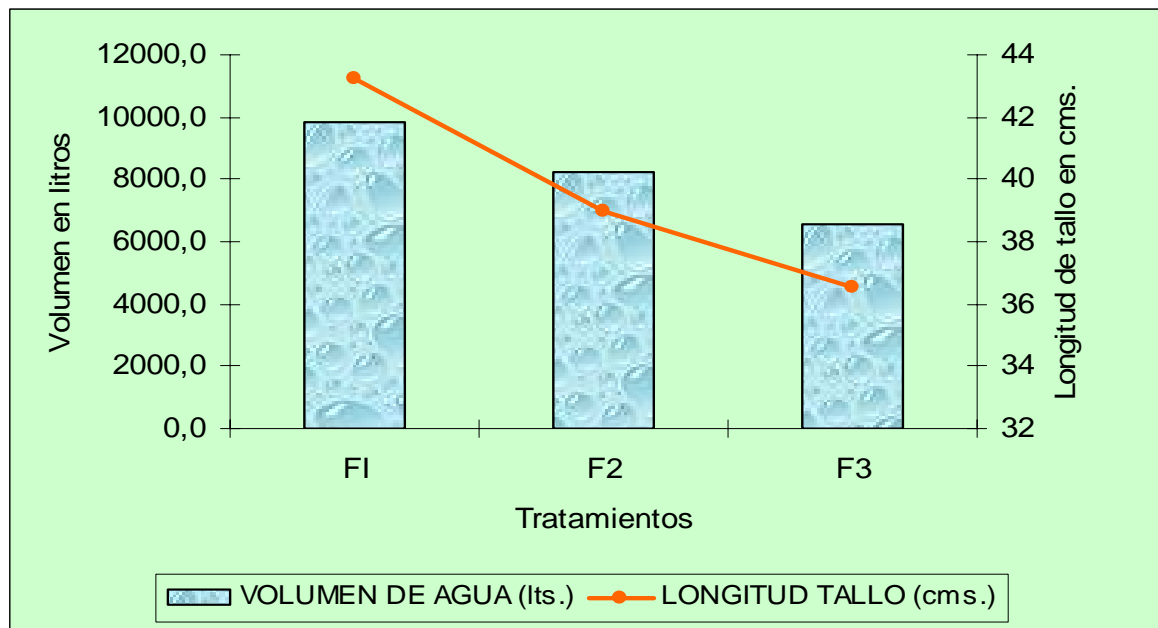
En la figura No. 4 se aprecia que el tratamiento 1 (F1) con 9849.6 litros de agua aplicados hasta el primer pico de producción logra influir en el crecimiento de la longitud de tallo alcanzando en promedio 43.217 cms., para el tratamiento 2 (F2) con 8208 litros aplicados se logra obtener una longitud de 38.950 cms., y para el

tratamiento 3 (F3) con un gasto de 6566.4 litros de agua corresponde un tamaño de 36.533 cms.

La superioridad del tratamiento F1 posiblemente se debió al efecto del riego intenso el que provoca el elevado contenido de agua en el sustrato, que en términos de tensión indica que este se encuentra próximo a capacidad de campo, en tal razón es mínima la fuerza con que es retenida el agua, por lo tanto las raíces ejercen menor trabajo para extraer agua del suelo preparado favoreciendo el crecimiento de la planta.

Lo contrario sucede con los tratamientos 2 (5 riegos por semana) y 3 (4 riegos por semana) los que influyen en el menor desarrollo de los tallos, en razón de haber suministrado agua de manera restringida lo que incide en el crecimiento o elongamiento del tallo.

FIGURA No. 4 Influencia del volumen de agua en la longitud de tallo, al primer pico.



Fuente: Elaboración propia

Al respecto Winter (1981), corrobora mencionando que cualquier reducción del contenido de humedad del suelo por debajo de la capacidad de campo (o bien, en forma más precisa, cualquier disminución del potencial hidráulico del suelo por debajo de un tercio de bar) tendrá probabilidades de reducir el índice de crecimiento por

debajo del máximo potencial y que cuanto mayor sea la reducción permitida del agua disponible, tanto mayor será la disminución del crecimiento.

La variable longitud de tallo al primer pico de producción en su análisis de varianza expuesta en el cuadro No. 14 denota un coeficiente de variación de 2.69, también se puede observar una diferencia significativa entre bloques al 5 % y otra altamente significativa entre tratamiento a un nivel de significancia del 1%. En ambos casos rechazamos la hipótesis nula e inferimos que existen diferencias entre las media de los tratamientos.

CUADRO No. 14 Análisis de varianza para longitud de tallo al primer pico.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Pr > F
Bloques	5	30.080	6.016	5.28	0.0125 *
Tratamientos	2	137.423	68.712	60.29	0.0001 **
Error Exp.	10	11.397	1.139		
Total	17	178.900			

Fuente: Elaboración propia

$$C.V. = 2.69 \%$$

Para realizar la discriminación de tratamientos se recurrió a elaborar la prueba de rango múltiple de Duncan para longitud de tallo.

CUADRO No. 15 Prueba de rango múltiple de Duncan para longitud de tallo al primer pico.

TRATAMIENTO	MEDIA	DESV. EST.	No. REPET.	PRUEBA DUNCAN
1	43.217	2.015	6	a
2	38.950	1.601	6	b
3	36.533	1.293	6	c

Fuente: Elaboración propia

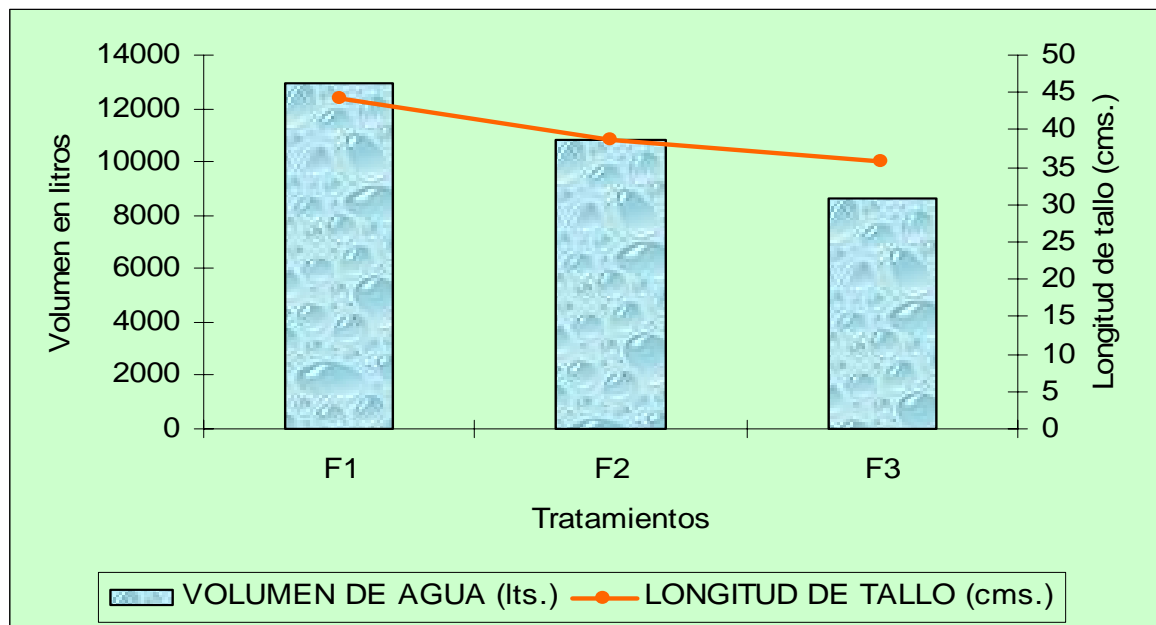
A través de la prueba Duncan, se demuestra que las medias de los tratamientos son diferentes, lo que conduce a deducir que existen diferencias a efecto de uno de los tratamientos. Esta comprobación estadística permite rechazar la hipótesis nula. Por otro lado, la desviación estándar para la media del tratamiento 1 indica que en

promedio se desviaron 2.015 cms. de 43.217 cms., para el tratamiento dos 1.601 cms. de 38.950 cms. y para el tratamiento 3 ocurrió una desviación de 1.293 de 36.533 cms. respectivamente. En consecuencia el tratamiento 1 produjo plantas con tallos más largos pero con mayor variación entre los mismos, en cambio los tratamientos F2 y F3 presentaron tallos más cortos y con menor variación.

El hecho de obtener mayor longitud de tallo bajo la influencia del riego a alta frecuencia esta ligado a factores como la disposición de nutrientes en el sustrato, constitución de la planta, temperatura, humedad, fotoperiodo; los que repercuten en la heterogeneidad del conjunto de individuos y que además juegan un papel importante en el juzgamiento de los parámetros de evaluación de calidad del producto, incidiendo al final en los precios de comercialización.

En cuanto a la influencia de la aplicación de agua en la longitud de tallo al segundo pico, se elaboró la siguiente figura:

FIGURA No. 5 Influencia del volumen de agua en la longitud de tallo al segundo pico.



Fuente: Elaboración propia

En la figura No. 5, se aprecia que a un volumen de agua acumulado hasta el segundo pico, de 12.960 litros que corresponde a la frecuencia 1 (F1) se obtiene un largo de tallo de 44.183 cms., para la frecuencia 2 (F2) con volumen de agua suministrado

igual a 10.800 litros se ha alcanzado una longitud de tallo de 38.533 cms., con un gasto de 8640 litros para la frecuencia 3 (F3) se obtuvo una longitud de 35.766 cms.

De los resultados conseguidos para la frecuencia 1, se infiere que a una aplicación mayor de agua la respuesta en el crecimiento del tallo es mayor por el hecho de que las raíces fácilmente disponen de agua provocando el mayor movimiento conjuntamente nutrientes hacia el conjunto de la planta.

El crecimiento del tallo es menor para los tratamientos 2 y 3 por la poca humedad presente en el sustrato provocando una elevada tensión retentiva del agua por fuerzas de cohesión y adhesión en el medio coloidal repercutiendo en un mayor esfuerzo por parte de la planta en transportar el agua necesaria para cumplir con sus funciones fisiológicas que influyen en el incremento en tamaño.

Al respecto Winter (1981), corrobora argumentando que las restricciones del suministro de agua reducen la absorción de dióxido de carbono y, por ende, las plantas con un suministro limitado de agua son más pequeñas que las que disponen de cantidades limitadas de agua.

La variable, longitud de tallo, al segundo pico de producción en el análisis de varianza, expuesta en el cuadro No. 16 expresa un coeficiente de variación de 3.51 lo que demuestra un buen manejo experimental y en consecuencia de todos los bloques a pesar de no existir diferencias entre los mismos, en cambio entre tratamientos las diferencias son altamente significativas al 1 %, lo que lleva a inducir que existe diferencia entre la media de los tratamientos.

CUADRO No. 16 Análisis de varianza para longitud de tallo al segundo pico.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Pr > F
Bloques	5	6.863	1.372	0.71	0.628 NS
Tratamientos	2	220.834	110.417	57.23	0.0001 **
Error Exp.	10	19.292	1.929		
Total	17	246.989			

Fuente: Elaboración propia

C.V. = 3.51 %

Efectuando la discriminación de tratamientos mediante la prueba de rango múltiple de Duncan para longitud de tallo, se elaboró el siguiente cuadro:

CUADRO No. 17 Prueba de rango múltiple de Duncan para longitud de tallo al segundo pico.

TRATAMIENTO	MEDIA	DESV. EST.	No. REPET.	PRUEBA DUNCAN
1	44.183	1.307	6	a
2	38.533	0.726	6	b
3	35.766	1.731	6	c

Fuente: Elaboración propia

El cuadro No. 17 expresa que entre las medias de los tratamientos 1(6 riegos/semana), 2 (5 riegos/semana) y 3 (4 riegos/semana) existe significancia a efecto de uno de los tratamientos.

Estadísticamente se demuestra que la media del tratamiento 1 es superior a la 2 y diferente de 3, al haber obtenido 44.183. 38.533 y 35.766 cms. en longitud de tallo respectivamente, siendo la desviación estándar para cada tratamiento de 1.307, 0.726 y 1.731 cms., lo que significa que al segundo pico se obtuvieron tallos más homogéneos que al primer pico.

Esta variabilidad de tallos menos homogéneos hasta el primer pico en comparación al segundo, presumiblemente se debiera a factores fisiológicos que se suceden en la fase central del gran periodo de desarrollo fisiológico (cinética del crecimiento), en el que existe un incremento del sistema radicular y crecimiento de hojas, de los procesos anabólicos, dependiente de la fotosíntesis que se traduce por un rápido crecimiento de tallos y al final alcanzan un tamaño más definitivo (segundo pico) más homogéneo, estandarizándose hasta llegar la planta a su madurez. El desarrollo vegetativo también va acompañado por una alta humedad en el sustrato y medio ambiente así como de temperaturas elevadas.

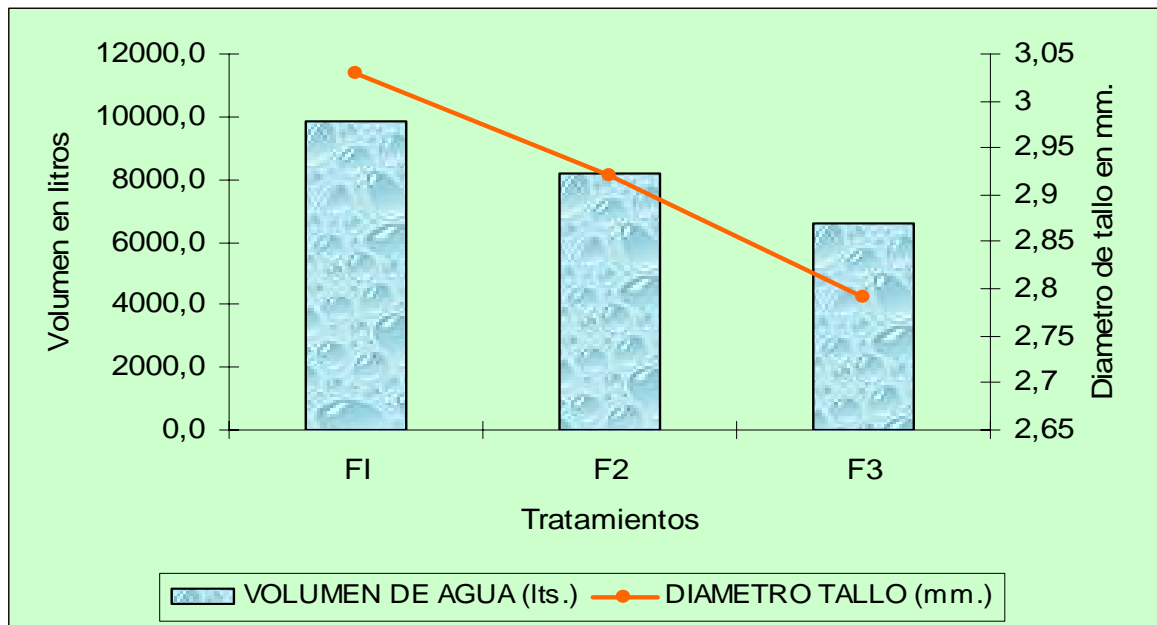
El hecho de que la media del tratamiento 1 sea superior es sustentada también por el influjo de la aplicación de agua con una alta frecuencia (6 riegos por semana),

consecutivo del tratamiento 2 (5 riegos por semana) y 3 (4 riegos por semana) respectivamente.

4.1.2. Diámetro de tallo

Según los volúmenes de agua aplicados hasta el primer pico y su influencia en el diámetro de tallo se elaboró la siguiente figura:

FIGURA No. 6 Influencia del volumen de agua en el diámetro de tallo al primer pico.



Fuente: Elaboración propia

La figura No. 6, expone los volúmenes de agua aplicados por tratamiento y su incidencia en el diámetro de tallo, así se tiene que para los tratamientos F1 y F2 corresponde obtener 3.032 mm. y 2.916 mm. al haber aplicado 9849.6 y 8208 litros respectivamente. En cambio para el tratamiento 3 (F3) con un volumen de agua aplicado de 6566.4 litros se obtiene un diámetro de tallo de 2.788 mm.

Esta diferencia de medias en el diámetro de tallo, conduce a inferir que aplicando riegos sucesivos (F1), el agua es más disponible para la planta repercutiendo en el crecimiento y desarrollo de la misma contribuyendo al incremento del grosor de tallo por efecto de la división celular en los meristemos laterales, a diferencia de restringir

su uso por periodos relativamente largos F2 (5 riegos por semana), F3 (4 riegos por semana), a cuya consecuencia disminuye la calidad de producción de flor para corte.

Rodríguez (1991), respecto al crecimiento señala que por aumento de longitud o formación de órganos laterales resulta de la actividad de los tejidos meristemáticos de los ápices del tallo y raíz. El crecimiento secundario en diámetro es realizado por el cambium del suber y vascular (meristemo lateral) influenciando por el contenido de agua en los meristemas propiamente dichos.

El diámetro de tallo en su análisis de varianza presenta los siguientes valores:

CUADRO No. 18 Análisis de varianza para diámetro de tallo al primer pico.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Pr > F
Bloques	5	0.210	0.042	6.02	0.0080**
Tratamientos	2	0.178	0.089	12.73	0.0018**
Error Exp.	10	0.069	0.007		
Total	17	0.458			

Fuente: Elaboración propia

$$C.V. = 2.86 \%$$

El cuadro No. 18 denota que existen diferencias altamente significativas entre bloques y tratamientos al 1%, lo que conduce a rechazar la hipótesis nula, obteniéndose además un grado de confiabilidad de 2.86 que esta en el rango de muy aceptable.

Recurriendo a la prueba Duncan para realizar la discriminación correspondiente se obtuvo el siguiente cuadro:

CUADRO No. 19 Prueba de rango múltiple de Duncan para diámetro de tallo al primer pico.

TRATAMIENTO	MEDIA	DESV. EST.	No. REPET.	PRUEBA DUNCAN
1	3.032	0.115	6	a
2	2.912	0.106	6	b
3	2.788	0.178	6	c

Fuente: Elaboración propia

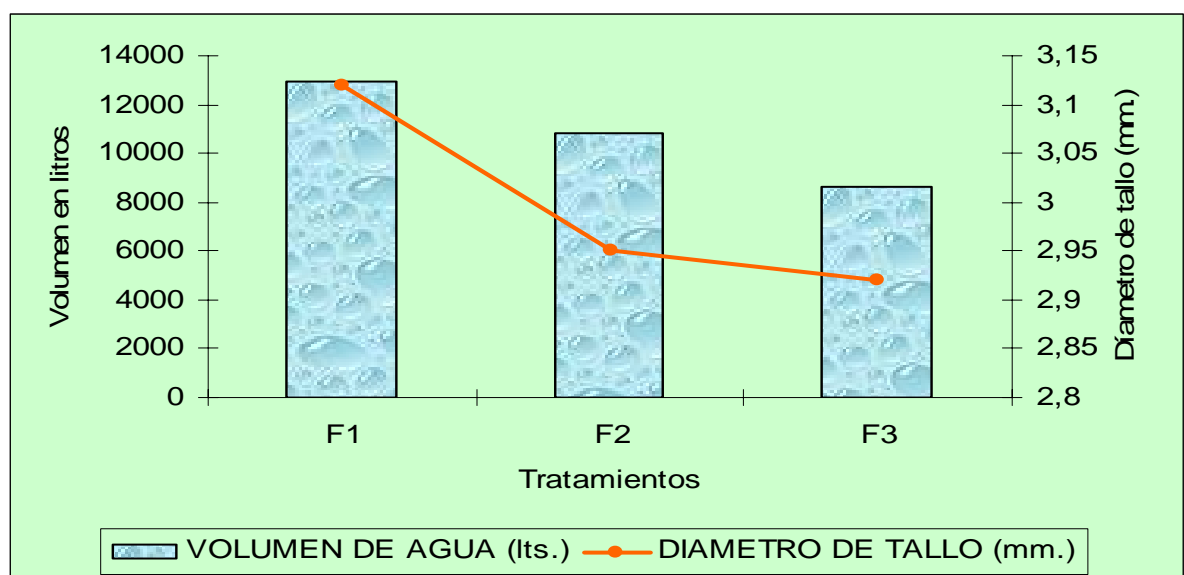
Del cuadro se deduce que entre las medias de los tratamientos aplicados existen diferencias significativas. Lo que conduce a inducir que al menos una de las medias es significativamente diferente de las otras. Evidentemente así lo demuestra el comportamiento ejercido por el tratamiento 1, al haber alcanzado una media en diámetro de tallo de 3.032 mm., superior al 2 con 2.912 mm., seguido del tratamiento 3 asignándose en promedio 2.788 mm. La desviación estándar indica la poca variabilidad en este parámetro respecto de las medias obtenidas para cada tratamiento, obteniéndose diámetros casi uniformes.

Así mismo los resultados en cuanto a la media, demuestran que bajo el tratamiento 1 se obtuvieron tallos con mayor grosor respecto del tratamiento 2 y 3, lo que favorece en su clasificación pues al tener mayor consistencia evitan que la flor se incline formando un ángulo mayor a lo permitido.

López (1989), indica que para las categorías primera y segunda, al mantener la flor en estado horizontal, sostenida por la punta, la cabeza no debe formar un ángulo horizontal superior a los 30°.

En cuanto se refiere a los volúmenes aplicados para los tres tratamientos al segundo pico, se representó el comportamiento de los mismos en la siguiente figura:

FIGURA No. 7 Influencia del volumen de agua en el diámetro de tallo al segundo pico.



Fuente: Elaboración propia

La figura 7, denota la relación de volumen de agua acumulado hasta el segundo pico, y su influencia en el diámetro de tallo, verificándose que para el tratamiento 1 (F1) con un suministro de agua igual a 12.960 litros se obtiene un diámetro de tallo de 3.122 mm., en cambio para los tratamientos 2 (F2) y 3 (F3) con aportes en volumen de agua de 10.800 y 8640 litros se obtienen diámetros de tallo de 2.955 y 2.918 mm. respectivamente.

Bajo la misma lógica de deducción realizada para el comportamiento de los tratamientos en el primer pico, se arguye la influencia de la frecuencia 1 (6 riegos por semana), en razón de administrar mayor volumen de agua manteniendo el lecho de cultivo próximo a capacidad de campo facilitando el transporte del líquido asociado con los nutrientes hacia el conjunto de la planta los que influyen en un mayor desarrollo de los meristemas laterales provocando el engrosamiento del tallo, lo contrario ocurre para los tratamiento 2 (5 riegos por semana) y 3 (4 riegos por semana) que expresan menor diámetro a efecto de haber restringido el contenido de agua por la menor frecuencia de aplicación de riego.

El análisis de varianza para el diámetro de tallo al segundo pico de producción presenta los siguientes resultados:

CUADRO No. 20 Análisis de varianza para diámetro de tallo al segundo pico.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Pr > F
Bloques	5	0.105	0.021	1.75	0.217 NS
Tratamientos	2	0.141	0.070	5.83	0.021 *
Error Exp.	10	0.121	0.012		
Total	17	0.367			

Fuente: Elaboración propia

$$C.V. = 3.67$$

El cuadro No. 20, refleja un coeficiente de variación de 3.67 lo que demuestra la confiabilidad de los datos. Entre bloques las diferencias son no significativas, en cambio entre tratamientos a un nivel del 5% existen diferencias, que es atribuible a uno de ellos, entonces rechazamos la hipótesis nula.

Al realizar la discriminación de los tratamientos a través de la prueba Duncan se obtuvo los siguientes valores:

CUADRO No. 21 Prueba de rango múltiple de Duncan para diámetro de tallo al segundo pico.

TRATAMIENTO	MEDIA	DESV. EST.	No. REPET.	PRUEBA DUNCAN
1	3.122	0.043	6	a
2	2.955	0.143	6	b
3	2.916	0.151	6	b

Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos en el cuadro precedente indican que entre las medias de los tratamientos 1 y 2 hay significancia, existe diferencia, en tanto que entre las medias de los tratamientos 2 y 3 no existe diferencia significativa.

La frecuencia 1 (6 riegos por semana) presenta diferencia significativa respecto del tratamiento 2 (5 riegos por semana) con medias en el diámetro de tallo igual a 3.122 y 2.955 mm. respectivamente, pero no existe diferencia entre la frecuencia 2 y 3 con promedios de 2.955 mm. y 2.918 mm.

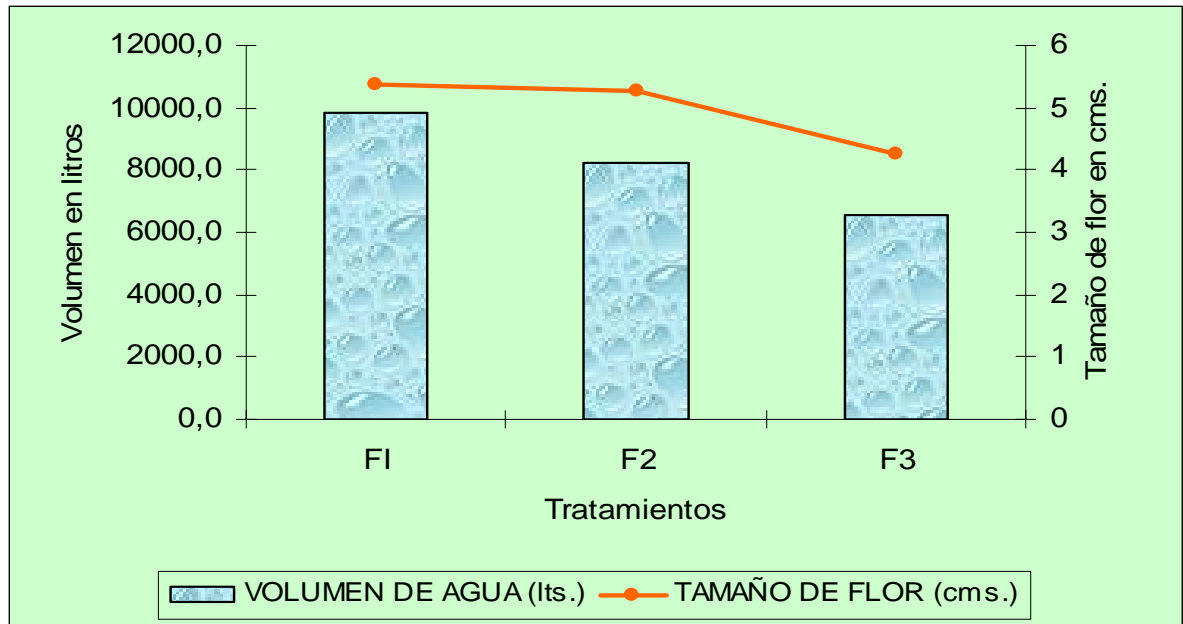
La homogeneidad en el diámetro de tallo es más evidente para el tratamiento 1, con una media de 0.043 respecto de 3.122 mm., en cambio los tratamientos 2 y 3 presentan diámetros menos uniformes con valores de 0.143 y 0.151 mm. en relación a sus medias de 2.955 y 2.916 mm. respectivamente.

Por tanto bajo el tratamiento 1, al segundo pico, la uniformidad en el diámetro de tallo es más evidente que al primer pico, repercutiendo este factor positivamente en el momento de evaluar el tallo por su grosor lo que permite incrementar su calidad y por ende su precio en el mercado, a diferencia de los resultados obtenidos con los tratamientos 2 y 3 que demuestran una ligera desuniformidad respecto de sus medias influyendo en la calidad de flor para corte.

4.1.3. Tamaño de flor

Empleando los volúmenes de agua aplicados por cada tratamiento hasta el primer pico y su influencia con el tamaño de flor, se elaboró la siguiente figura:

FIGURA No. 8 Influencia del volumen de agua en el tamaño de flor al primer pico.



Fuente: Elaboración propia

La figura detalla el comportamiento de los tres tratamientos F1, F2 y F3 respecto del tamaño de flor, para la frecuencia 1 (F1) con volumen aplicado de 9849.6 litros se alcanzó una media en tamaño de flor de 5.385 cms., en cambio con 8208 litros que corresponde a F2 se obtuvo un tamaño de flor de 5.267 cms. y para el tratamiento 3 (F3) se registro 4.250 cms. al haber suministrado 6566.4 litros de agua.

En respuesta a la alta frecuencia (6 riegos por semana) las células de los meristemos apicales de las yemas florales tienden a incrementarse provocando su mayor desarrollo, por el hecho de que el agua induce a una mayor movilización de alimentos hacia estos puntos además de activar las hormonas intrínsecos para el crecimiento del botón floral. Bajo el influjo de un menor suministro de agua el incremento del tamaño de flor se ve afectado por la restricción en la circulación normal del agua dentro la planta, causando una mínima actividad fisiológica repercutiendo en el

crecimiento de los órganos reproductores así lo demuestran las frecuencias 2 (5 riegos/semana) y 3 (4 riegos/semana).

Desde el punto de vista fisiológico, en el desarrollo de los meristemos florales actúan además diversos factores esenciales e intrínsecos a los cultivos para producción de flor de corte y uno de ellos es el agua.

Así lo corrobora Rodríguez (1991), quien afirma que la actividad respiratoria, es siempre más alta en los jóvenes meristemos florales. Los niveles asimilativos son altos y hay una continua movilización hacia las flores en desarrollo de alimentos, agua, hormonas y compuestos con elementos minerales.

La variable tamaño de flor en su análisis de varianza al primer pico presentó los siguientes resultados:

CUADRO No. 22 Análisis de varianza de la variable tamaño de flor al primer pico.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Pr > F
Bloques	5	0.035	0.007	1.40	0.342 NS
Tratamientos	2	4.586	2.293	458.6	0.0001 **
Error Exp.	10	0.051	0.005		
Total	17	4.672			

Fuente: Elaboración propia

$$C.V. = 1.48$$

En el cuadro precedente, nótese que el ensayo presentó un coeficiente de variación de 1.48 lo que demuestra la confiabilidad de los resultados, así mismo se observa que entre bloques no hay significancia pero entre tratamientos se evidencia una alta significancia, es decir que existe diferencia entre los tratamientos F1, F2 y F3 al 1%.

Estadísticamente se explica que la no significancia entre bloques conduce a deducir la relativa eficiencia del diseño que realizando el respectivo cálculo demuestra que se obtiene una ganancia en precisión respecto de un diseño completamente al azar.

Como la prueba F en el ANVA para tamaño de flor es de baja sensibilidad estadística, se procede a realizar la prueba Duncan para determinar entre que tratamientos existe diferencias.

CUADRO No. 23 Prueba de rango múltiple de Duncan para tamaño de flor al primer pico.

TRATAMIENTO	MEDIA	DESV. EST.	No. REPET.	PRUEBA DUNCAN
1	5.385	0.0054	6	a
2	5.267	0.0524	6	b
3	4.260	0.1226	6	c

Fuente: Elaboración propia

Como se notará, en el cuadro anterior, entre la media de los tratamientos 1, 2 y 3 las diferencias son significativas, es decir que existe diferencia a efecto de uno de los tratamientos.

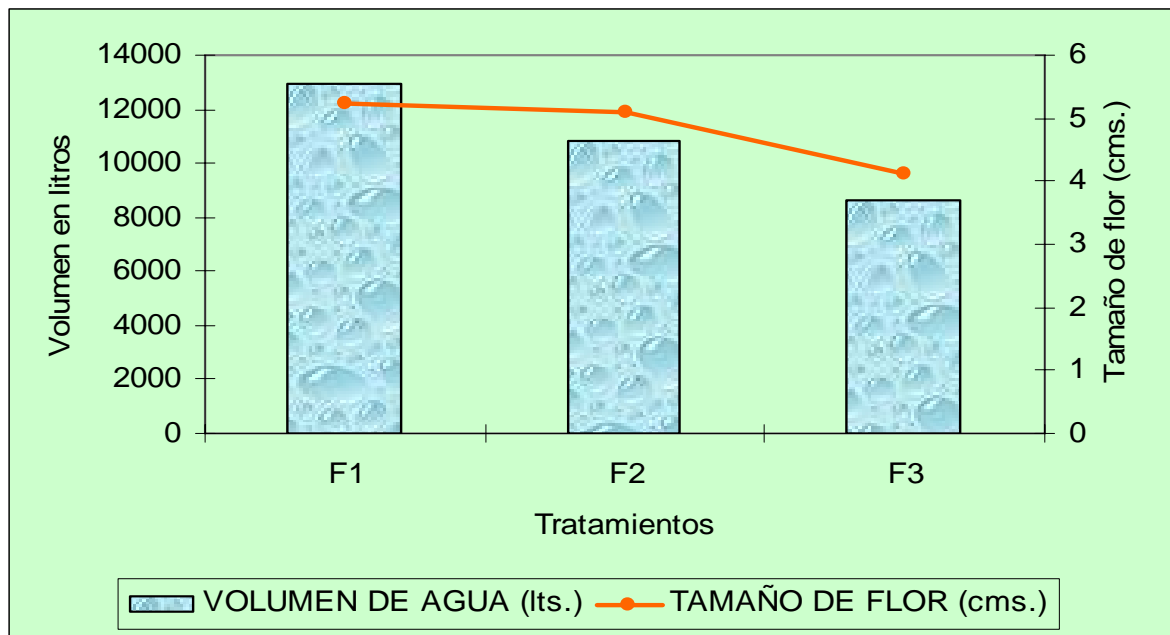
En efecto así lo demuestra la media para el tratamiento 1 (6 riegos por semana) con 5.385 cms. y una desviación estándar de 0.0054, la que es relativamente superior al 2 (5 riegos por semana) con una media de 5.267 cms. y desviación de 0.0524, consecutivo del 3 (4 riegos por semana) con un valor medio de 4.260 cms. y una desviación estándar igual a 0.1226.

Interpretando el cuadro precedente, se distingue el mayor tamaño y uniformidad de flor bajo el tratamiento 1 respecto de su media, lo que indica que este factor tiene una tendencia positiva para clasificar a la misma por su tamaño incrementando la calidad de flor antes de su apertura que es un indicativo del largo de los pétalos.

Al respecto Holley (1963), citado por Arnez (1996), señala que el tamaño de flor es un factor difícil de controlar. El largo de pétalos individuales y tipo de cáliz contribuye al mayor diámetro de la flor.

Considerando los volúmenes de agua aplicados hasta el segundo pico, por cada tratamiento F1, F2 y F3 y su influencia con el tamaño de flor, se elaboró la siguiente figura:

FIGURA No. 9 Influencia del volumen de agua en el tamaño de flor al segundo pico.



Fuente: Elaboración propia

La figura No. 9, denota que al haber aplicado un volumen de agua igual a 12960 litros (F1), se obtiene una media en tamaño de flor de 5.217 cms., en cambio para la frecuencia 2 (F2) con un suministro de 10800 litros se alcanza un tamaño de flor de 5.078 cms. y para el tratamiento 3 (F3) corresponde un media en tamaño de flor igual a 4.135 cms. al haber hecho un gasto de 8640 litros de agua

Es evidente que en el crecimiento del tamaño de flor existe otros factores inherentes al desarrollo del botón floral como por ejemplo el fotoperiodo, clima, latitud, altitud, suelo; pero el normal suministro de agua (6 riegos por semana) coadyuva en el tamaño y maduración que pueda alcanzar la flor pues este es un elemento que contribuye al desarrollo de meristemos apicales de las yemas florales, al traslado de nutrientes, activación de hormonas, etc.; que al final contribuyen en obtener mayor tamaño mejorando la calidad del mismo que es apreciado por el consumidor.

Respecto a los datos obtenidos para el segundo pico de producción en lo que se refiere al tamaño de flor se elaboró el siguiente ANVA el que se expone a continuación:

CUADRO No. 24 Análisis de varianza para tamaño de flor al segundo pico.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Pr > F
Bloques	5	0.036	0.007	1.06	0.434 NS
Tratamientos	2	4.158	2.079	297	0.0001 **
Error Exp.	10	0.068	0.007		
Total	17	4.262			

Fuente: Elaboración propia

$$C.V. = 1.71\%$$

Los resultados expuestos denotan un coeficiente de variación igual a 1.71 lo que demuestra un buen manejo experimental, en cuanto a la prueba de significancia se observa que entre bloques no existe significancia, vale decir que se pierde la capacidad en detectar posibles diferencias, en cambio entre tratamientos las diferencias entre medias son altamente significativas al 1%, es decir que existe diferencias atribuibles al efecto de los tratamientos dentro de bloques.

Para determinar entre que tratamientos existe tales diferencias se procede a utilizar la prueba de rango múltiple de Duncan.

CUADRO No. 25 Prueba de rango múltiple de Duncan para tamaño de flor al segundo pico.

TRATAMIENTO	MEDIA	DESV. EST.	No. REPET.	PRUEBA DUNCAN
1	5.217	0.109	6	a
2	5.078	0.088	6	b
3	4.135	0.025	6	c

Fuente: Elaboración propia

Los datos numéricos que muestran los tratamientos 1, 2 y 3 a través de sus medias resultan significativas, vale decir que existe diferencia entre frecuencias.

Así lo demuestran las medias obtenidas, que indican la influencia notable del tratamiento 1 (6 riegos por semana) al expresar una media de 5.217 cms. y una desviación estándar de 0.109 respecto de las frecuencias 2 y 3 con medias igual a 5.078 cms., 4.135 cms. y desviaciones de 0.088 y 0.025 respectivamente.

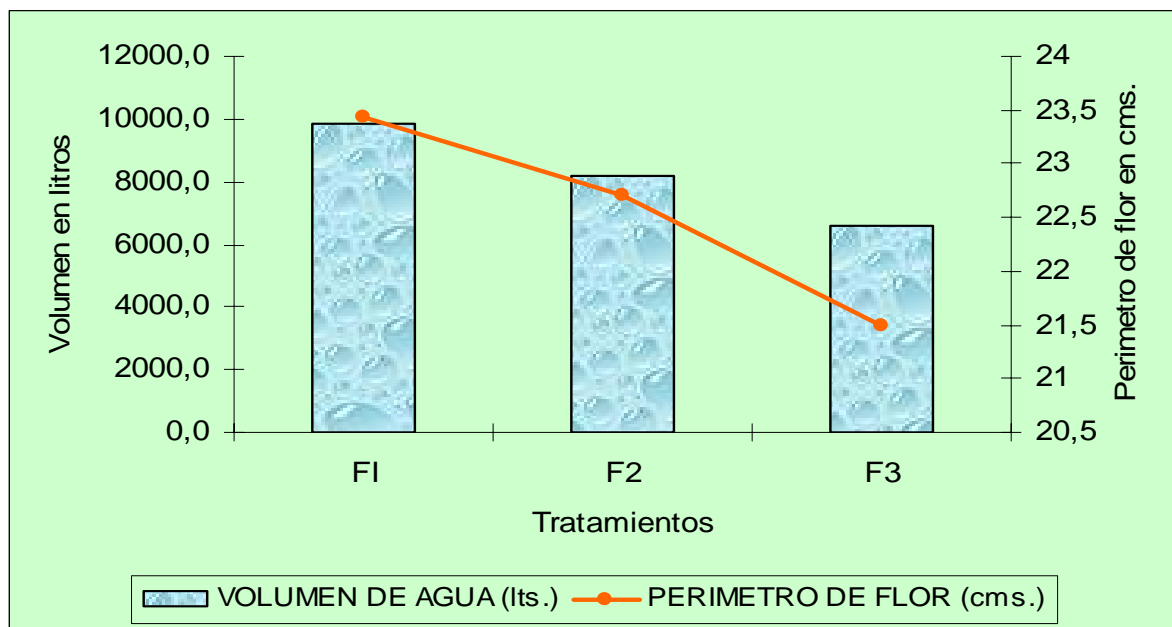
Por tanto se infiere que el tratamiento 1 es un factor que repercute en el tamaño de flor por un mayor suministro de agua, aunque por los resultados obtenidos en cuanto a la uniformidad tiene una dispersión ligeramente mayor a los tratamientos 2 y 3.

Comparando los resultados entre el primer y segundo pico de producción respecto del tamaño de flor se observa que existe disminución en este parámetro, presumiblemente se debiera a factores físicos como la temperatura, luz; valores que decrecieron progresivamente hasta el segundo pico influyendo en el normal crecimiento del botón floral repercutiendo posteriormente en la calidad del mismo.

4.1.4. Perímetro de flor abierta

Considerando los datos registrados en cuanto al volumen de agua aplicado hasta el primer pico y su influencia con el perímetro de flor se elaboró la figura No. 10.

FIGURA No. 10 Influencia del volumen de agua en el perímetro de flor al primer pico.



Fuente: Elaboración propia

De la figura anterior se observa que al haber suministrado 9849.6 litros de agua que corresponde a la frecuencia 1 (F1) se registro un perímetro de flor de 23.433 cms. que es distinto de F2 y este de F3 con gasto en volumen de agua igual a 8208 litros,

6566.4 litros con medias en perímetro de flor de 22.700 y 21.500 cms. respectivamente.

Tal situación conduce a inducir que al existir menor tensión a efecto de mantener el lecho de cultivo a humedad constante como consecuencia de frecuencias mayores (6 riegos por semana) la movilidad del agua hasta la planta ocurre sin restricciones contribuyendo así a los procesos metabólicos relacionados con la expansión de la flor, lo contrario sucede cuando los riegos ocurren con menor frecuencia provocando la menor expansión de los pétalos que influye en la calidad de flor, inclusive motiva el aborto de la misma.

Al respecto Rodríguez (1991), señala que en la apertura de las flores actúan varios factores entre ellos el agua que contribuye a la expansión del botón floral en flor abierta, etapa de la floración que se denomina “antesis”.

El análisis de varianza para la variable perímetro de flor al primer pico tiene el siguiente resultado:

CUADRO No. 26 Análisis de varianza para perímetro de flor al primer pico.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Pr > F
Bloques	5	0.384	0.077	0.90	0.5140 NS
Tratamientos	2	11.431	5.715	67.23	0.0001**
Error Exp.	10	0.849	0.085		
Total	17	12.664			

Fuente: Elaboración propia

$$C.V. = 1.29 \%$$

El ANVA para perímetro de flor presenta un coeficiente de variación de 1.29 que expresa un buen manejo del experimento, así mismo se observa que entre bloques no existe diferencia significativa, en cambio la diferencia entre tratamientos al 1 % es altamente significativa, por tanto se rechaza la hipótesis nula, concluyendo que existe diferencia entre tratamientos.

Efectuada la discriminación de tratamientos a través de la prueba de rango múltiple de Duncan se obtiene el siguiente cuadro de resultados:

CUADRO No.27 Prueba de rango múltiple de Duncan para perímetro de flor al primer pico.

TRATAMIENTO	MEDIA	DESV. EST.	No. REPET.	PRUEBA DUNCAN
1	23.433	0.0816	6	a
2	22.700	0.2966	6	b
3	21.500	0.3899	6	c

Fuente: Elaboración propia

De los datos demostrados en el cuadro anterior se observa que entre la media de los tres tratamientos la diferencia son significativas en tal caso existe contraste entre frecuencias atribuible al efecto de uno de ellos en el perímetro de flor.

En efecto, así se observa que el tratamiento 1 (6 riegos por semana) es predominante respecto de los tratamiento 2 y 3, siendo la media igual a 23.433 cms. y una desviación estándar de 0.0816., consecutivamente se encuentra los tratamientos correspondientes a frecuencia 2 y 3 con medias de 22.700 y 21.500 cms. y desviaciones de 0.2966 y 0.3899 respectivamente.

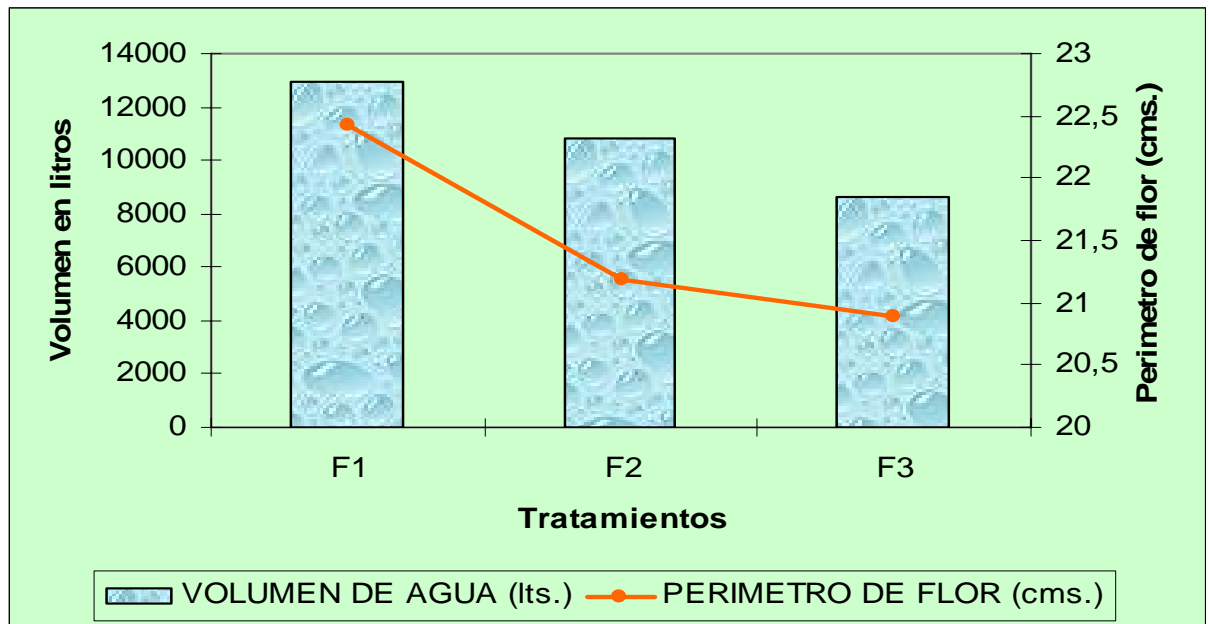
Lo que implica que al suministrar de forma constante agua al cultivo este manifiesta mayor perímetro de flor y uniformidad contribuyendo a mejorar la calidad de flor. Lo contrario ocurre al restringir el riego por tiempos relativamente largos repercutiendo en la menor apertura de la flor.

En el proceso de formación del botón floral y su posterior apertura actúan diversos factores que influyen en la expansión de la flor como ser el fotoperiodo, el transporte de azúcares a los meristemas de los primordios florales, la activación de hormonas, que sin la presencia del agua como promotor principal de la floración se vería enormemente afectada determinando la baja calidad del producto.

Por tanto a mayor diámetro la flor como producto final tendrá una forma más grande y por tanto mayor calidad de presentación y precio en el mercado de consumo.

En referencia a los volúmenes de agua aplicados por cada tratamiento hasta el segundo pico y su influencia en el perímetro de flor se elaboró la siguiente figura:

FIGURA No. 11 Influencia del volumen de agua en el perímetro de flor al segundo pico.



Fuente: Elaboración propia

La figura anterior detalla el comportamiento de los tres tratamientos, en el que se puede distinguir que la frecuencia 1 (F1) con un gasto de agua igual a 12960 litros se logra obtener una media en perímetro de flor de 22.425 cms. que es superior a los promedios de los tratamiento 2 y 3 con valores de 21.188 cms., 20.890 cms. al haber suministrado 10.800 y 8640 litros de agua respectivamente.

En consideración a los resultados obtenidos en el primer pico ocurre similar evento en el segundo pico, vale decir que el comportamiento de la frecuencia 1 es predominante sobre los tratamiento 2 y 3, en razón de haber aplicado un régimen de riego intenso provocando una menor tensión en el sustrato y mayor dinámica del agua en el interior de la planta posibilitando el transporte de macro y microelementos esenciales para la apertura de los pétalos.

El comportamiento de los tres tratamientos en el periodo de evaluación al segundo pico de producción es distinto el cual presenta el siguiente cuadro ANVA:

CUADRO No. 28 Análisis de varianza par perímetro de flor al segundo pico.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Pr > F
Bloques	5	7.019	1.404	7.25	0.0041**
Tratamientos	2	7.949	3.974	20.5	0.0003**
Error Exp.	10	1.937	0.194		
Total	17				

Fuente: Elaboración propia

$$C.V. = 2.04 \%$$

La evaluación de la variable perímetro de flor al segundo pico presentó un coeficiente de variación de 2.04 parámetro que indica un alto grado de confiabilidad de los datos.

El análisis de diferencias de medias de los tratamientos entre bloques es altamente significativa, factor que indica que el experimento gana precisión controlando la variabilidad, de forma similar sucede entre tratamientos a un nivel de significancia del 1%.

La prueba de rango múltiple de Duncan registra los siguientes valores:

CUADRO No. 29 Prueba de rango múltiple de Duncan para perímetro de flor al segundo pico.

TRATAMIENTO	MEDIA	DESV. EST.	No. REPET.	PRUEBA DUNCAN
1	22.425	0.969	6	a
2	21.188	0.760	6	b
3	20.890	0.476	6	b

Fuente: Elaboración propia

Nótese que entre la media de los tratamientos 2 y 3 no existe diferencia significativa al contrario de lo que sucede entre la media de las frecuencia F1- F2 y F1-F3.

El tratamiento 1 (6 riegos por semana) con media en perímetro de flor igual a 22.425 cms. presenta diferencia significativa respecto de las frecuencia F2 y F3 con promedios de 21.188 y 20.890 cms. respectivamente.

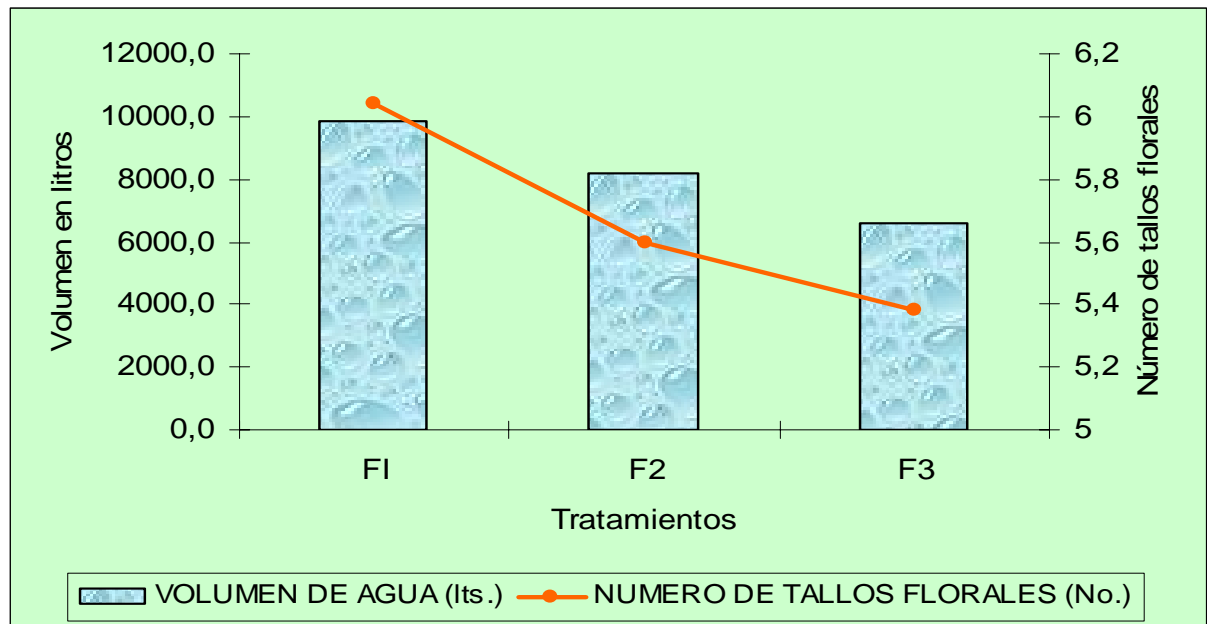
La variable perímetro de flor manifiesta diferencia entre el primer y segundo pico, observándose que existe decremento en el perímetro, este fenómeno probablemente se debe a la influencia de factores físicos referidos al ambiente como ser la periodicidad de la luz y temperatura que estimulan e inducen a la expansión de la flor, lo que se comprueba al haber registrado descenso en la temperatura durante los meses de abril y mayo.

Por tanto se infiere que el efecto del tratamiento 1 es predominante respecto del 2 y 3, aún considerando factores medio ambientales registrados en el interior de la carpa solar, repercutiendo por consiguiente en la obtención de un mayor diámetro de flor permitiendo su preferencia en el mercado de consumo.

4.1.5. Número de tallos florales

Efectuando el análisis de gasto en volumen de agua por cada tratamiento hasta el primer pico y su influencia en el número de tallos florales se elaboró la siguiente figura:

FIGURA No. 12 Influencia del volumen de agua en el número de tallos florales al primer pico.



Fuente: Elaboración propia

Nótese en la figura anterior el comportamiento de los tres tratamientos respecto del número de tallos florales, así la frecuencia 1 (F1) con un gasto en volumen de agua igual a 9849.6 litros en promedio presenta 6.038 tallos florales, decreciendo para las frecuencias 2 y 3 con valores medios de 5.605 y 5.378 al haber aplicado 8208 y 6566.4 litros respectivamente.

Por consiguiente se deduce que la incidencia del riego a alta frecuencia (6 riegos por semana) permite mantener el sustrato a humedad constante lo que facilita el desplazamiento del agua asociado con los nutrientes hacia la raíz y posteriormente al conjunto de la planta lo que repercute en la formación de nuevos brotes florales, en aversión a frecuencias menores F2 y F3 que influye en el proceso de constitución de nuevos meristemas vegetativos, limitando su crecimiento y desarrollo.

Al respecto Winter (1981), corrobora mencionando lo siguiente: el efecto más evidente del crecimiento de cualquier planta con un suministro de agua sin restricciones es que produce más follaje que cuando se limita ocasionalmente la transpiración. Este follaje adicional puede ir o no acompañado por la formación de más o mayores órganos florales o de almacenamiento y, a este respecto, las distintas especies tienen comportamiento diferente.

Este parámetro en su análisis de varianza reflejado en el cuadro No. 30 denota un coeficiente de variación de 5.30 lo que demuestra la confiabilidad de los resultados. Para bloques, las diferencias son altamente significativas a un nivel de significancia del 1 %, a tal efecto el diseño gana precisión lo que contribuye a detectar las diferencias entre tratamientos.

Para tratamientos las diferencias son significativas al 5% por tanto se rechaza la hipótesis nula concluyendo que al menos una de las medias es significativamente diferente de las otras.

El siguiente cuadro refleja lo señalado:

CUADRO No. 30 Análisis de varianza para número de tallos florales al primer pico.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Pr > F
Bloques	5	5.348	1.069	11.87	0.0006 **
Tratamientos	2	1.349	0.675	7.50	0.0104*
Error Exp.	10	0.906	0.090		
Total	17	7.603			

Fuente: Elaboración propia

$$C.V. = 5.30 \%$$

Para realizar la discriminación de tratamientos, recurrimos a utilizar la prueba de rango múltiple de Duncan.

CUADRO No. 31 Prueba de rango múltiple de Duncan para número de tallos florales al primer pico.

TRATAMIENTO	MEDIA	DESV. EST.	No. REPET.	PRUEBA DUNCAN
1	6.038	0.496	6	a
2	5.605	0.659	6	b
3	5.378	0.515	6	b

Fuente: Elaboración propia

Interpretando los resultados obtenidos se observa que la diferencia entre medias de los tratamiento 1 y 2 son significativas, lo contrario ocurre entre los promedios de las frecuencias 2 y 3 los que no expresan diferencias entre tratamientos.

Así mismo se distingue la uniformidad en el número de tallos florales para F1 (6 riegos/semana) con 0.496 de desviación respecto de la media, consecutivamente se encuentran la F3 (4 riegos/semana) y F2 (5 riegos/semana) con valores de 0.859 y 0.515 respectivamente.

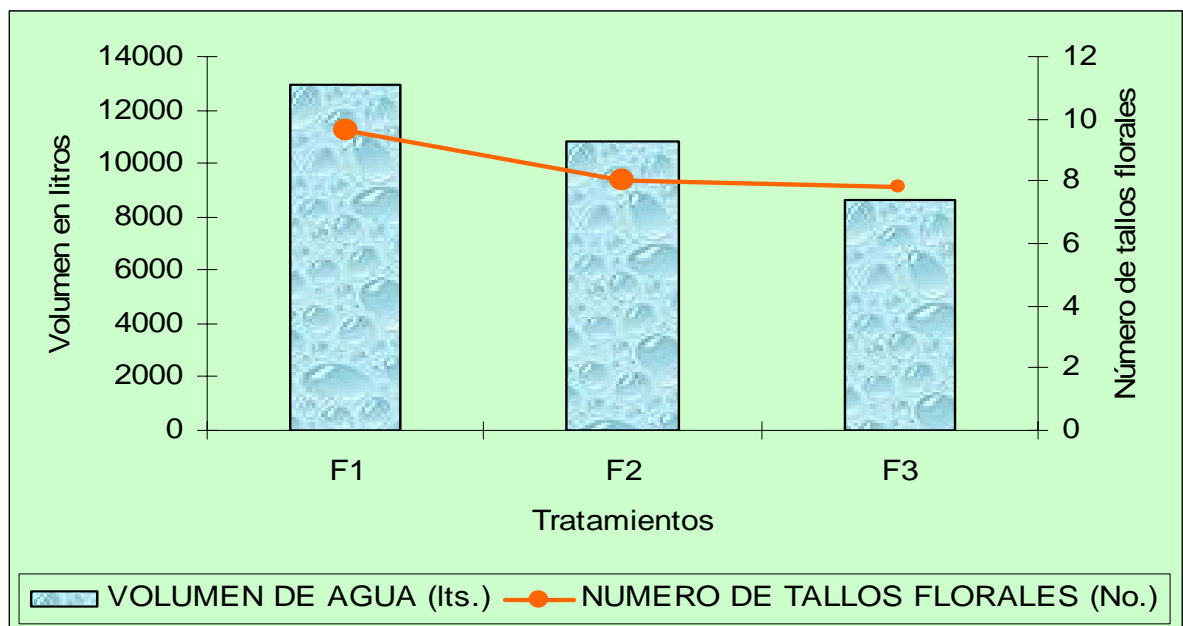
Este factor es importante ya que permite cuantificar la cantidad de paquetes a obtener en un determinado tiempo y por consiguiente la tasa de retorno marginal al primer pico.

Desde el punto de vista de la aplicación de riego bajo tres frecuencias y su incidencia en el número de tallos florales, distinguimos la superioridad del tratamiento 1 (6 riegos por semana) con una media de 6.038, sobre el 2 y 3 con promedios de 5.605, 5.378 respectivamente.

Según los resultados obtenidos se nota claramente la variación en el número de tallos florales entre F2 y F3, lo que indica la indiferencia de la frecuencia de riego en este parámetro.

La figura siguiente expone los volúmenes de agua aplicados por cada tratamiento y su influencia en el número de tallos florales al segundo pico de producción, a saber:

FIGURA No. 13 Influencia del volumen de agua en el número de tallos florales al segundo pico.



Fuente: Elaboración propia

De la figura anterior, nótese que la frecuencia 1 (F1) presenta un volumen de agua aplicado hasta el segundo pico de 12960 litros el que repercute en el número de tallos florales, obteniéndose en promedio 9.620 que es distinto de los tratamientos 2 y 3 con medias igual a 8.043, 7.785 con un gasto de 10800 y 8640 litros de agua respectivamente.

Estas consideraciones conducen a deducir que al suministrar riegos a alta frecuencia (6 riegos por semana) determinan una mayor dinámica del agua en la planta provocando reacciones fisiológicas normales que suscitan la formación de nuevos brotes florales, permitiendo al floricultor a obtener mayor número de flores.

Los cuadros No. 31 y 32 muestran el análisis de varianza y las prueba Duncan para el número de tallos florales al segundo pico de producción, nótese que el experimento denota un coeficiente de variación de 6.62 demostrando que los datos encontrados son confiables. Así mismo se observa que la media entre bloques presenta un valor significativo al 5 % y altamente significativo para tratamientos al 1%, en tal caso rechazamos la hipótesis nula concluyendo que existe diferencia entre frecuencias.

CUADRO No. 32 Análisis de varianza para número de tallos florales al segundo pico.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Pr > F
Bloques	5	4.655	1.531	4.85	0.0164 *
Tratamientos	2	11.839	5.919	18.77	0.0004**
Error Exp.	10	3.154	0.3154		
Total	17	19.648			

Fuente: Elaboración propia

$$C.V. = 6.62 \%$$

Para determinar la significancia entre las medias se procedió a realizar la prueba de rango múltiple de Duncan.

CUADRO No. 33 Prueba de rango múltiple de Duncan para número de tallos florales al segundo pico.

TRATAMIENTO	MEDIA	DESV. EST.	No. REPET.	PRUEBA DUNCAN
1	9.620	0.315	6	a
2	8.043	1.159	6	b
3	7.785	0.847	6	b

Fuente: Elaboración propia

El cuadro precedente muestra que entre la media de los tratamientos 1 y 2 existen diferencias significativas, por el contrario entre las frecuencias 2 y 3 no existen tales diferencias.

Evidentemente, así lo expresa el valor medio del tratamiento 1 (6 riegos/semana) con 9.620 tallos florales por planta que es superior a los tratamientos 2 (5 riegos/semana) y 3 (4 riegos/semana) con valores medios de 8.043 y 7.785 respectivamente.

En referencia a la desviación estándar, los valores indican que para el tratamiento 1 el número de tallos florales de la muestra es más uniforme ya que se desviaron en promedio 0.315 de 9.620; en cambio para las frecuencias 2 y 3 las desviaciones fueron de 1.159 respecto de 8.043 y 0.847 de 7.785 respectivamente.

Con los resultados expuestos se infiere que los tratamientos 2 y 3 se comportaron de igual manera en el número de tallos florales, siendo la frecuencia de riego indiferente, a pesar de haber obtenido menor uniformidad bajo el tratamiento 3 respecto del 2. En conclusión la calidad de flor se ve afectada por riegos menos frecuentes.

4.1.6. Duración de flor en florero

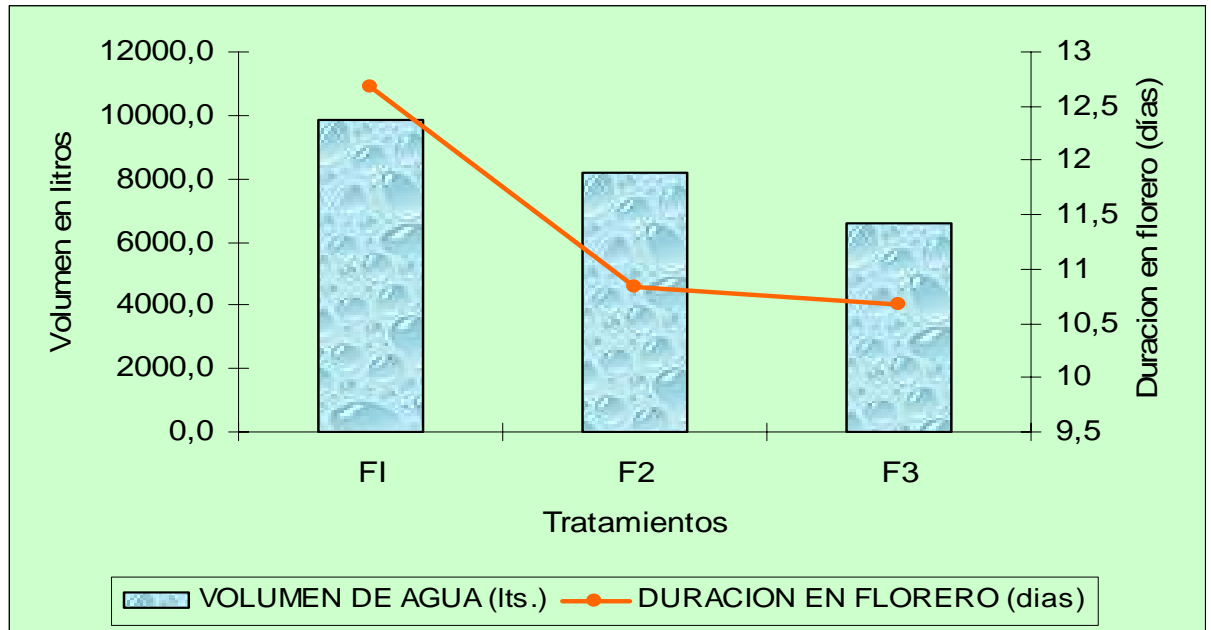
Las flores cosechadas y conservadas en recipientes con agua limpia a temperatura promedio de 13°C y humedad relativa de 65% tuvieron distinto comportamiento.

La figura No. 14 gráfica la influencia de la aplicación de volumen de agua en la duración de flor por cada tratamiento, así se tiene que para la frecuencia 1 (F1) con un volumen de agua suministrado hasta el primer pico de 9849.6 litros se obtuvo mayor duración de flor con una media de 12.667 días (304 horas), que es distinto de los tratamientos 2 y 3 cuyos valores medios en duración de flor fueron de 10.833 (259.9 horas) y 10.667 días(256 horas) al haber aplicado 8208 y 6566.4 litros de agua por frecuencia hasta el primer pico.

Considerando los resultados obtenidos y expresados en la figura 14, respecto al volumen de agua aportado por cada tratamiento y su influencia en el periodo de duración de la flor post cosecha, se deduce que los niveles de humedad en el sustrato bajo el influjo de la frecuencia 1 (6 riegos por semana) repercuten en conservar más turgentes los tallos alargando el tiempo de permanencia en florero, decreciendo el periodo de mantenimiento para F2 y F3 respectivamente en razón de

poseer menores reservas de nutrientes influyendo en el acortamiento de vida y acelerando el proceso de marchitez.

FIGURA No. 14 Influencia del volumen de agua en la duración de flor al primer pico.



Fuente: Elaboración propia

Arnez (1996), cita que uno de los factores más determinantes en los que respecta a la duración de las flores, es la habilidad de estas para conservar la turgencia, al haber administrado sin restricciones un volumen adecuado de agua previo a la cosecha.

Para el estudio de las diferencias entre frecuencias de riego y su relación con la variable duración de flor se realizó el siguiente análisis de varianza:

CUADRO No. 34 Análisis de varianza para duración de flor al primer pico

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Pr > F
Bloques	5	2.278	0.455	1.41	0.299 NS
Tratamientos	2	14.778	7.389	22.95	0.0002 **
Error Exp.	10	3.222	0.322		
Total	17	20.278			

Fuente: Elaboración propia

C.V. = 4.98 %

En el análisis de varianza de la variable duración de flor se obtuvo un coeficiente de varianza igual a 4.98, lo que demuestra la confiabilidad de los resultados; siendo la media de los tratamientos para bloques no significativo, para tratamientos las diferencias son altamente significativos al 1% por lo que se rechaza la hipótesis nula por tanto se infiere que existe diferencia entre frecuencias atribuible al efecto de uno ellos. Para determinar la significancia de las medias, se realizó la prueba de rango múltiple de Duncan.

CUADRO No. 35 Prueba de rango múltiple de Duncan para duración de flor al primer pico.

TRATAMIENTO	MEDIA	DESV. EST.	No. REPET.	PRUEBA DUNCAN
1	12.667	0.516	6	a
2	10.833	0.753	6	b
3	10.667	0.516	6	b

Fuente: Elaboración propia

Nótese que entre la media de los tratamiento 2 y 3 no existe diferencia significativa, en cambio entre el tratamiento 1-2 y 1-3 son significativos vale decir que existe diferencias entre la media de los tratamientos.

Así lo demuestra la media del tratamiento 1 (6 riegos por semana) cuyo valor es igual a 12.667 días que es predominante sobre las frecuencias 2 y 3 cuyos valores medios son de 10.833 y 10.667 días respectivamente.

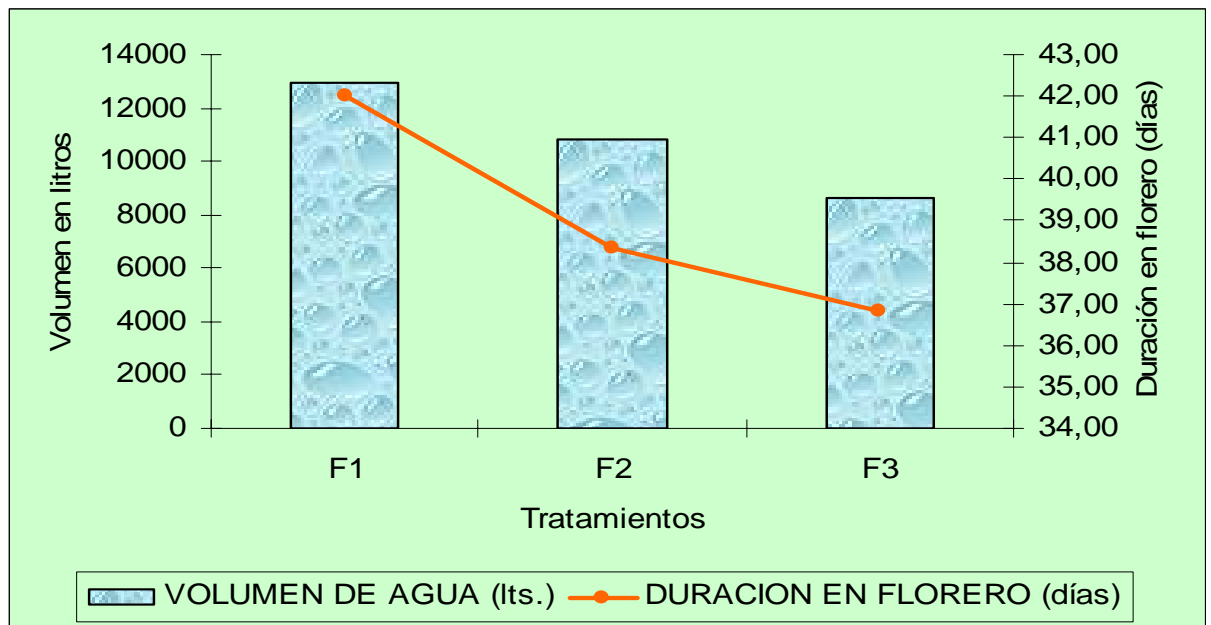
En cuanto se refiere a la desviación estándar del tratamiento 1 demuestra mayor uniformidad reflejando una variabilidad de 0.516 respecto de 12.667 días, en cambio para las frecuencias 2 y 3 corresponde desviaciones de 0.753, 0.516 con medias de duración de flor igual a 10.833 y 10.667 respectivamente.

Los resultados obtenidos demuestran que los tallos provenientes de aquellas plantas sometidas a frecuencias de riego continuas se mantuvieron más turgentes en agua corriente bajo temperatura y humedad relativa promedio de 13°C y 65%, gracias al contenido de agua y nutrientes en su estructura que mantuvieron viva la flor por mayor tiempo a diferencia de los tratamientos 2 y 3 con menor número de días hasta su marchitez.

Por tanto la resistencia de esta variedad en florero es un factor determinante en cuanto se refiere a su calidad ya que implica su demanda en el mercado.

Considerando los volúmenes de agua aplicados por tratamiento y su influencia en la duración de flor al segundo pico, bajo una temperatura y humedad relativa de 8.9 °C y 42% respectivamente, se elaboro la siguiente figura:

FIGURA No. 15 Influencia del volumen de agua en la duración de flor al segundo pico.



Fuente: Elaboración propia

De la figura anterior se debe destacar el comportamiento de cada tratamiento, así para F1 con un gasto en volumen de agua de 12960 litros la duración de flor fue de 42 días (1008 horas), para la frecuencia 2 (F2) el tiempo hasta la marchitez de la flor fue de 38.33 días (919.9 horas) al haber suministrado 10800 litros de agua, que es distinto del tratamiento 3 cuyo periodo de conservación fue igual a 36.833 días (883.9 horas) con un gasto de 8640 litros de agua vía riego.

En base a lo enunciado se infiere que la incidencia del tratamiento 1 (6 riegos por semana) es predominante sobre las frecuencias 2 y 3 al conservar por mayor tiempo la flor turgente después de la cosecha, lo que supone que el contenido de reserva

alimenticia seguido de un buen contenido de agua en los intersticios celulares influyen en el alargamiento de vida de la flor luego del corte, bajo condiciones medio ambientales controladas.

El cuadro No. 36 expresa el análisis de varianza para duración de flor al 2º pico.

CUADRO No. 36 Análisis de varianza para duración de flor al segundo pico.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Pr > F
Bloques	5	55.611	11.122	13.00	0.0004**
Tratamientos	2	84.778	42.367	49.55	0.0001**
Error Exp.	10	8.555	0.855		
Total	17	148.944			

Fuente: Elaboración propia

$$C.V. = 2.36 \%$$

Para esta variable en su análisis de varianza al segundo pico presenta un coeficiente de variación igual a 2.36 %, que indica la confiabilidad de los resultados. Así mismo se nota que para bloques existen diferencias altamente significativas a un nivel de 1% en tal caso el experimento gana precisión y puede fácilmente detectar la diferencia entre tratamientos ; cuyo nivel de significancia es del 1%, lo que lleva a rechazar la hipótesis nula determinando que existe diferencias entre la media de los tratamientos.

En el análisis para discriminación de medias de tratamientos realizado mediante la prueba Duncan se obtuvo los siguientes resultados:

CUADRO No. 37 Prueba de rango múltiple de Duncan para la variable duración de flor al segundo pico.

TRATAMIENTO	MEDIA	DESV. EST.	No. REPET.	PRUEBA DUNCAN
1	42.000	2.683	6	a
2	38.333	1.751	6	b
3	36.833	1.602	6	c

Fuente: Elaboración propia

El análisis del diseño experimental, a través de la prueba Duncan, demuestra que entre la media de los tratamientos 1, 2 y 3 las diferencias son significativas, a efecto de uno de los tratamientos, por tal razón se rechaza la hipótesis nula.

Las medias de las muestras para la variable duración de flor, traslucen las diferencias, observándose para la frecuencia 1 (6 riegos por semana) un valor medio de 42 días y una desviación estándar de 2.683 el que lleva ventaja sobre los tratamientos 2 y 3 que expresan valores medios en la duración de flor igual a 38.33 y 36.833 días, con desviaciones estándar de 1.751 seguido de 1.602 respectivamente.

Por consiguiente la variable duración de flor en florero para la frecuencia 1 (6 riegos/semana) expresa una mayor variabilidad de días respecto de la media, seguido por las frecuencias 2 (5 riegos/semana) y 3 (4 riegos/semana).

Al respecto Larson (1988), señala que la vida después de la cosecha varía mucho dependiendo de las condiciones ambientales y el método de manejo de la flor una vez cortada.

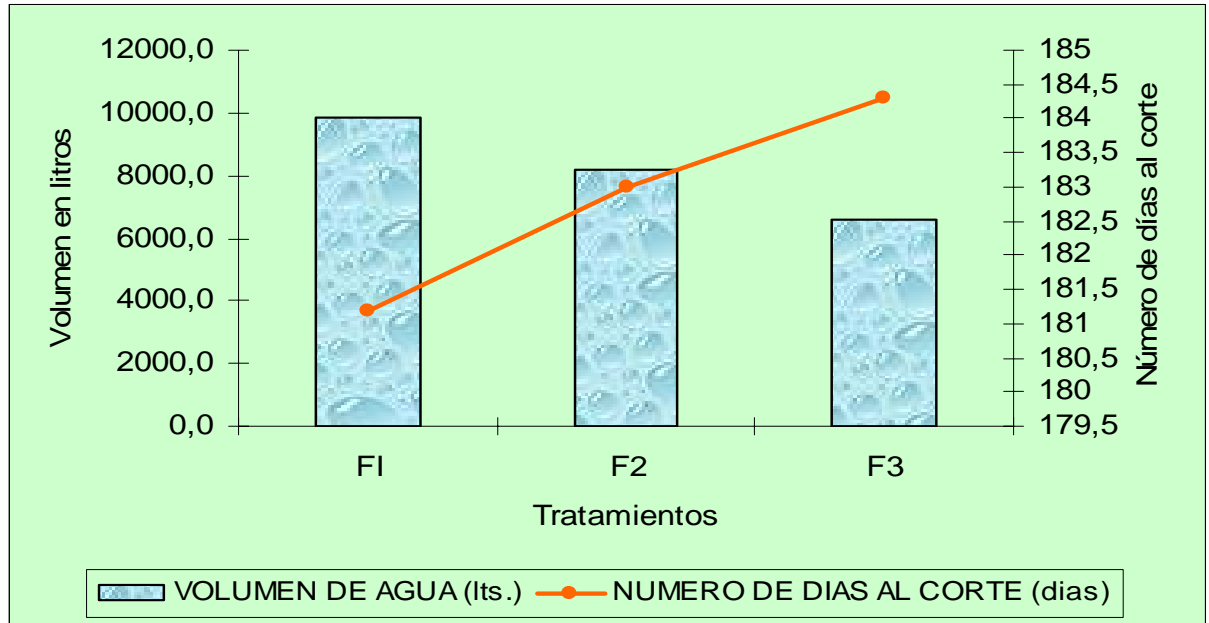
En consideración a lo mencionado por Larson (1988), se evidenció la diferencia entre el número de días registrado en el primer y segundo pico, permaneciendo por mayor tiempo en florero las flores conservadas a temperatura ambiente de 8.9°C y 45 % de humedad relativa por cuanto las condiciones medio ambientales juegan un papel preponderante en la resistencia de las flores en florero antes de su marchitez.

4.1.7. Número de días al corte

Esta variable es importante ya que permite estimar el número de días para programar las cosechas altas para su posterior comercialización, disminuyendo de esta manera los costos de operación y producción.

Considerando el volumen de agua aplicado por cada tratamiento y la influencia en el número de días al corte se elaboró la siguiente figura:

FIGURA No. 16 Influencia del volumen de agua en el número de días al corte de flor (primer pico).



Fuente: Elaboración propia

La figura anterior indica que a volúmenes aplicados de 9849.6 litros (F1) se contabilizó 181.2 días hasta el primer corte, para los tratamientos 2 y 3 de 8208 y 6566.4 litros, el periodo transcurrido hasta el primer pico fue de 183 y 184.3 días.

El periodo de cosecha en especies destinadas a producir flor esta influenciado por diversos factores intrínsecos a cada variedad, entre los que se encuentra el agua que actúa en las funciones vitales de la planta provocando reacciones fisiológicas que implican la activación de hormonas ligadas a promover la floración en función del fotoperiodo, además de otras variables externas como el clima, latitud, variedad, etc.

En tal sentido la frecuencia 1 (6 riegos por semana) promueve la formación del botón floral y el adelantamiento de la antesis, por el contrario el efecto del riego restringido influye en el retraso de la floración.

Al respecto Rodriguez (1991), indica que la floración, a pesar de su complejidad morfo-fisiológica, es una fase relativamente transitoria del crecimiento regido también por hormonas.

En el siguiente cuadro se expone el análisis de varianza de la variable al primer pico.

CUADRO No. 38 Análisis de varianza para número de días al primer pico.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Pr > F
Bloques	5	125.833	25.167	17.56	0.0001**
Tratamientos	2	30.333	15.167	10.58	0.0034**
Error Exp.	10	14.333	1.433		
Total	17	170.499			

Fuente: Elaboración propia

$$C.V. = 0.65 \%$$

El cuadro anterior demuestra un coeficiente de variación igual a 0.65 lo que indica la confiabilidad de los datos, debe notarse también que entre bloques las diferencias son altamente significativas al igual que para tratamientos al 1 %, en tal situación rechazamos la hipótesis nula, concluyendo que al menos una de las medias de los tratamientos es significativamente diferente de las otras.

Realizando la discriminación de medias de tratamientos a través de la prueba Duncan se obtuvo los siguientes resultados:

CUADRO No. 39 Prueba de rango múltiple de Duncan para la variable número de días al primer pico.

TRATAMIENTO	MEDIA	DESV. EST.	No. REPET.	PRUEBA DUNCAN
1	181.167	3.545	6	a
2	183.000	3.096	6	b
3	184.333	2.422	6	b

Fuente: Elaboración propia

La prueba muestra que entre la media de los tratamientos 2 y 3 no existe diferencias significativas, en cambio se evidencia diferencias entre las medias de los tratamientos 1-2 y 1-3 respectivamente. Vale decir que el tratamiento 1 (6 riegos por semana) al expresar una media de 181.167 días, demuestra que el tiempo transcurrido es menor al 2 (5 riegos por semana) con un periodo acumulado de 183 días secundado por el tratamiento 3 (4 riegos por semana) siendo la media obtenida de 184.333 días.

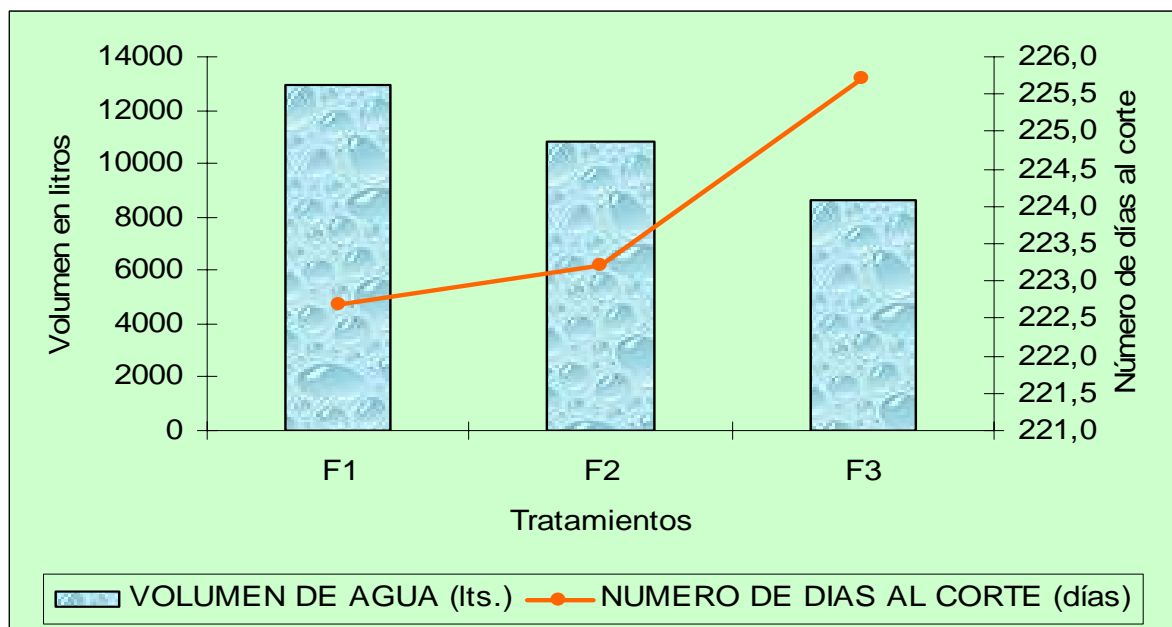
La variabilidad de la desviación para el tratamiento 1 es alto manifestando menor uniformidad respecto de la media igual a 3.545 sobre 181.167 días al corte, distinto del 2 cuyo resultado varía en 3.098 días de 183, finalmente la frecuencia 3 presenta una variabilidad de 2.422 respecto de su media igual a 184.333 días.

Según López (1989), la primera floración luego de realizar un solo pinzado se da entre los 5 y 6 meses con una producción mayor al de la segunda floración, así por ejemplo si el pinzado fue realizado a principios de enero, la primera floración se dará a principios de junio y la segunda en septiembre.

Tomando en cuenta la cita anterior y comparando los resultados obtenidos se demuestra que para la variedad Skipper el número de días al corte estuvo en el rango promedio permitido de 181 a 184 días según el tratamiento aplicado.

Considerando los volúmenes de agua aplicados hasta el segundo pico por cada tratamiento y su influencia con el número de días al corte se elaboró la siguiente figura:

FIGURA No. 17 Influencia del volumen de agua en el número de días al corte de flor al segundo pico.



Fuente: Elaboración propia

La figura anterior indica que al haber empleado 12690 litros de agua mediante riego por goteo en el tratamiento 1, tuvo que transcurrir 222.7 días para efectuar el corte de flor al segundo pico, consecutivamente se ubica la frecuencia 2 cuyo suministro en volumen fue de 10.800 litros comprendiendo 223.2 días hasta el corte, posteriormente se halla el tratamiento 3 con un gasto de agua igual a 8640 litros promediándose 225.7 días hasta la cosecha.

Bajo las mismas consideraciones mencionadas líneas arriba sobre el papel principal que juega el agua en los procesos metabólicos concernientes a la formación de primordios florales y la activación de hormonas, debe destacarse la frecuencia 1, que al manifestar una menor tensión matricial en el sustrato y por ende mayor dinámica de la fase líquida en el conjunto de la planta provocando reacciones fisiológicas que promueven la formación y apertura de la flor, lo inverso ocurre cuando se causa un estrés hídrico por la baja intensidad del riego.

En cuanto se refiere al segundo pico de producción se procedió al análisis de varianza el que se muestra a continuación:

CUADRO No. 40 Análisis de varianza para número de días al segundo pico.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Pr > F
Bloques	5	15.167	3.033	2.12	0.1465 NS
Tratamientos	2	31.000	15.500	10.81	0.0032 **
Error Exp.	10	14.333	1.433		
Total	17	60.500			

Fuente: Elaboración propia

$$C.V. = 0.53 \%$$

La variable número de días al corte en su análisis de varianza denota un coeficiente de variación de 0.53 %, el que expresa un buen manejo experimental, así mismo se observa que no existe significancia entre bloques, en cambio entre tratamientos dentro de bloques las diferencias son altamente significativas al 1%, vale decir que existe diferencia entre frecuencias.

A través de la prueba de rango múltiple de Duncan se llevó a cabo la discriminación de tratamientos obteniéndose los siguientes resultados:

CUADRO No. 41 Prueba de rango múltiple de Duncan para número de días al segundo pico.

TRATAMIENTO	MEDIA	DESV. EST.	No. REPET.	PRUEBA DUNCAN
1	222.667	0.816	6	a
2	223.167	0.408	6	a
3	225.667	2.251	6	b

Fuente: Elaboración propia

Nótese que entre las medias de los tratamientos 1 y 2 no existen diferencias significativas, lo que no ocurre entre los tratamientos 2-3 y 1-3 respectivamente.

El análisis de las medias muestrales, indica que el tratamiento 1 es relativamente superior al 2 con media de 222.667 días distinto de 223.167, demostrando la poca variación en el número de días al corte, pero el periodo se hace más extenso para el tratamiento 3 respecto de 1 y 2, al presentar un promedio de 225.667 días. La desviación estándar para el tratamiento 1 es de 0.816 días del promedio igual a 222.667, en cambio la que corresponde al tratamiento 2 es de 0.408 sobre 223.167 días que es distinto al tratamiento 3 con valor igual a 2.251 en relación a su media de 225.667 días observándose la menor uniformidad en el número de días al corte.

Por lo anteriormente citado se deduce que el tratamiento 1 que corresponde a regar 6 veces por semana influye en el adelantamiento de las fechas de corte dando como resultado la pronta venta de flores, disminuyendo además los costos de operación y producción aumentando las utilidades del floricultor.

4.1.8. Clasificación del producto

La clasificación del producto se determinó tomando en cuenta la norma Sim para flor estándar, seleccionando a la misma según la longitud de tallo en primera (tallo mayor a 55 cms.), segunda (tallos entre 43-55 cms.) y tercera (tallos menores a 43 cms.).

Considerando los aspectos mencionados se obtuvo la siguiente clasificación tomando en cuenta el número de por paquetes por 1000 m².

CUADRO No. 42 Clasificación de la flor cortada en función de la longitud de tallo.

PICO DE PRODUCCION	TRATAMIENTO	CLASIFICACION	
		Número de paquetes 2da./1000m ² .	Número de paquetes 3ra./1000 m ² .
1er. PICO	F1	55.5	795.5
	F2	40.7	721.5
	F3	29.6	684.5
2do. PICO	F1	51.8	610.5
	F2	37.0	573.5
	F3	25.9	555.0

Fuente: Elaboración propia

Del cuadro No. 42 se distingue la predominancia de la frecuencia F1 al primer y segundo pico de producción, obteniéndose 55.5 paquetes/1000m² de segunda y 795.5 paquetes/1000 m² de tercera, a diferencia de la frecuencia F2 con 40.7 paquetes/1000 m² de segunda y 721.5 paquetes/1000 m² de tercera categoría.

Consecutivamente se encuentra la frecuencia F3 obteniéndose 296 - 6845 paquetes/1000 m² de segunda y tercera categoría respectivamente.

Al segundo pico se obtuvieron para F1 51.8 paquetes/1000m² de segunda, en cambio se clasificó 610.5 paquetes/1000m² de tercera categoría. Por el contrario para F2 se cosecho 37.0 paquetes/1000m² de segunda y 573.5 paquetes/1000² de tercera; para F3 se consiguió obtener paquetes/1000m² de 2da. y 3ra. igual a 25.9 y 555.

Por lo observado la incidencia del factor F1 en ambos picos es relevante al haber demostrado mayor número de paquetes por 1000m² a diferencia de los tratamientos 2 y 3, en consecuencia el efecto del riego a alta frecuencia tuvo un resultado positivo.

En cuanto a la rigidez para las categorías 2da. y 3ra. el ángulo de inclinación de la flor fue menor a los 30° respecto del tallo.

Al respecto Larson (1988), señala que a través de los años se han propuesto varias categorías o calidades uniformes basados en la medida física (longitud de tallo, diámetro de flor, peso del tallo y flor).

4.2. Características físico-químicas del sustrato

4.2.1. Características físicas

Según el análisis del sustrato se reportaron los siguientes resultados que se detallan en el No. 43:

CUADRO No. 43 Análisis físico del sustrato

CARACTERISTICAS	INDICE
Clase textural	Franco arenoso
Densidad aparente (gr/cc)	1.15
Densidad real (gr/cc)	2.30
Humedad a capacidad de campo en %	27
Humedad a punto de marchitez permanente	11

Fuente: Laboratorio de Suelos SEDAG-Patacamaya (2001).

Los resultados del análisis físico demuestran que la textura corresponde a la clase media (franco arenoso), cuya densidad aparente y real fue de 1.15 y 2.30 grs./cc. respectivamente, siendo la humedad encontrada a capacidad de campo y punto de marchitez permanente de 27 y 11%.

En referencia a la textura del sustrato que es del tipo franco arenoso (F.A) este es el ideal para el cultivo del clavel.

Así lo corrobora Seward (1988) citado por Larson (1988), quien indica que el suelo ideal para el cultivo de clavel debe ser del tipo franco arenoso.

Los valores de la densidad real y aparente igual a 2.30 gr/cc. y 1.15 gr/cc. indican que el sustrato posee un elevado porcentaje de porosidad y buena composición

granulométrica, así mismo se demuestra también la relación inversamente proporcional entre ambos parámetros.

El porcentaje de porosidad calculado según la relación (1) fue del 50%, interpretándose como adecuado por el volumen de espacio aéreo que contiene.

En resumen, inferimos que tanto la densidad real, la aparente y el porcentaje de porosidad del sustrato, se encuentra dentro los parámetros recomendados para un buen desarrollo del cultivo, evitando el anegamiento por exceso de riego por su buena permeabilidad, en vista de poseer una excelente composición granulométrica.

El porcentaje de saturación calculado para la muestra del sustrato según la relación (2) indica un valor de 125 mm. (125 l/m^2), lo que equivale a decir que para saturar 1 m^2 de sustrato a profundidad de 0.25 m se requieren 125 litros de agua.

Siendo la capacidad de campo un parámetro para estimar el límite superior de agua útil para las plantas en el análisis de laboratorio se encontró un valor de 27%. Expresando este porcentaje, según la relación (2), en unidad de volumen se tiene un valor de 67.5 mm (67.5 l/m^2).

En cuanto al punto de marchitez permanente, según al análisis de laboratorio se encontró un valor de 11% que expresado en unidades de volumen según la relación (2) se tiene 27.5 mm. (27.5 l/m^2).

La diferencia entre los valores de capacidad de campo y punto de marchitez permanente tiene como resultado la cantidad de agua útil o aprovechable para la planta, en el caso del ensayo el parámetro calculado según la relación (3) fue de 40 mm. (40 l/m^2).

Los datos obtenidos en laboratorio permitieron realizar la estimación de la reserva de agua fácilmente disponible para la planta encontrándose el valor de 55.2 litros.

4.2.2. Características químicas

En el cuadro No. 44, se expone los resultados del análisis químico del sustrato:

CUADRO No. 44 Análisis químico del sustrato.

CARACTERISTICAS	INDICE
pH 1:2.5 suelo/agua	4.65
C.E. 1:2.5 mmhos/cm.	0.381
M.O. %	15.03
N.T. %	0.63
P ppm.	20
Ca ⁺⁺ meq/100 grs.	7.16
Mg ⁺⁺ meq/100 grs.	1.02
Na ⁺ meq/100 grs.	0.09
K ⁺ meq/100 grs.	0.22

Fuente: Laboratorio suelos SEDAG-Patacamaya (2001)

Para la interpretación de los resultados del análisis de laboratorio de la muestra de sustrato reflejado en la tabla anterior se consideró como referencia el análisis químico de suelos elaborado por Cochrane (1987) citado por Quispe (2003), además de lo indicado por Chilon (1996), por tanto se procedió a estudiar los valores obtenidos en laboratorio de la muestra, así el valor del pH igual a 4.65 se define como muy fuertemente ácido lo que indicaría la deficiencia en fósforo (P), baja cantidad de bases y microelementos disponibles. El valor alto de este indicador presumiblemente se debe a la presencia de la turba en la composición del sustrato.

Si bien el pH ideal presente en el suelo para el cultivo de clavel debe estar entre 6 y 7, lo reflejado en el análisis indica un pH ácido, deduciéndose que probablemente existió algún efecto en la disponibilidad de nutrientes para la planta afectando su desarrollo.

La conductividad eléctrica (C.E.) de 0.381 mmhos/cm indica que no existe problema de sales encontrándose este como normal. Lo recomendado para el cultivo esta

entre los parámetros de 2.2 a 5.5 mmhos./cm. Por tanto el valor encontrado esta por debajo de lo indicado.

El porcentaje de materia orgánica (M.O) con un valor de 15.03% indica una alta concentración del mismo en razón de la presencia de la turba.

Respecto del nitrógeno total (N.T.) igual a 0.63% se clasifica como alto.

El fósforo (P) con 20 ppm. se define como alto, aunque lo recomendado para el cultivo debe ser menor a 100 ppm.(Soriano, 1976).

En cuanto a los cationes cambiabes como ser el calcio (Ca^{++}) con 7.16 meq/100 grs., magnesio (Mg^{++}) con un valor de 1.02 meq/100 grs. se clasifican como medios, siendo lo recomendado para el cultivo de clavel menor a 1500 ppm., para el Ca^{++} menor a 160 ppm., para el Mg^{++} ; en cuanto al sodio (Na^{++}) con 0.09 meq/100 grs. se designa como muy bajo y el potasio (K^{+}) con 0.22 meq/100 grs se clasifica como bajo siendo lo recomendado menor a 175 ppm.

4.3. Análisis químico del agua

En el cuadro No. 45, se detalla el análisis químico del agua utilizada para el riego.

CUADRO No. 45 Análisis químico del agua con fines de riego.

CARACTERISTICAS	INDICE
C.E. us/cm	30
p H	8.94
Na^{+} meq/l	0.07
Cl^{-} meq/l	0.34
SO_4^{\equiv} meq/l	1.25
Sólidos disueltos ppm.	105
Relación de adsorción de sodio (RAS)	0.07
Carbonato de sodio residual meq/l (CSR)	0.00
Riesgo de salinidad	C1S1

Fuente: Laboratorio de suelo SEDAG – Patacamaya (2001)

De acuerdo con el análisis de laboratorio el agua presenta una conductividad eléctrica (C.E. ds/cm) de 30 lo que indica riesgo de salinidad.

En cuanto al pH se observa que el agua posee un valor de 8.94 clasificado como alcalino no muy recomendado para riego.

La cantidad de sodio igual a 0.07 meq/l indica como aceptable.

En referencia al contenido de cloro (Cl^-) de 0.34 meq/l, indica que se encuentra por debajo de lo máximo tolerado que es de 16.9 meq/l.

El contenido de sulfato ($\text{SO}_4^{=}$) de 1.25 meq/l, se ubica por debajo del límite de tolerancia admitido (6.25 meq/l).

Los sólidos disueltos en el agua de 105 ppm. se clasifican como buenas.

La relación de absorción de sodio (RAS) igual a 0.07 indica que no existen problemas de sodificación.

En conclusión se evidencia que el agua utilizada se clasifica en el rango de baja salinidad (C1S1), es decir apta para riego.

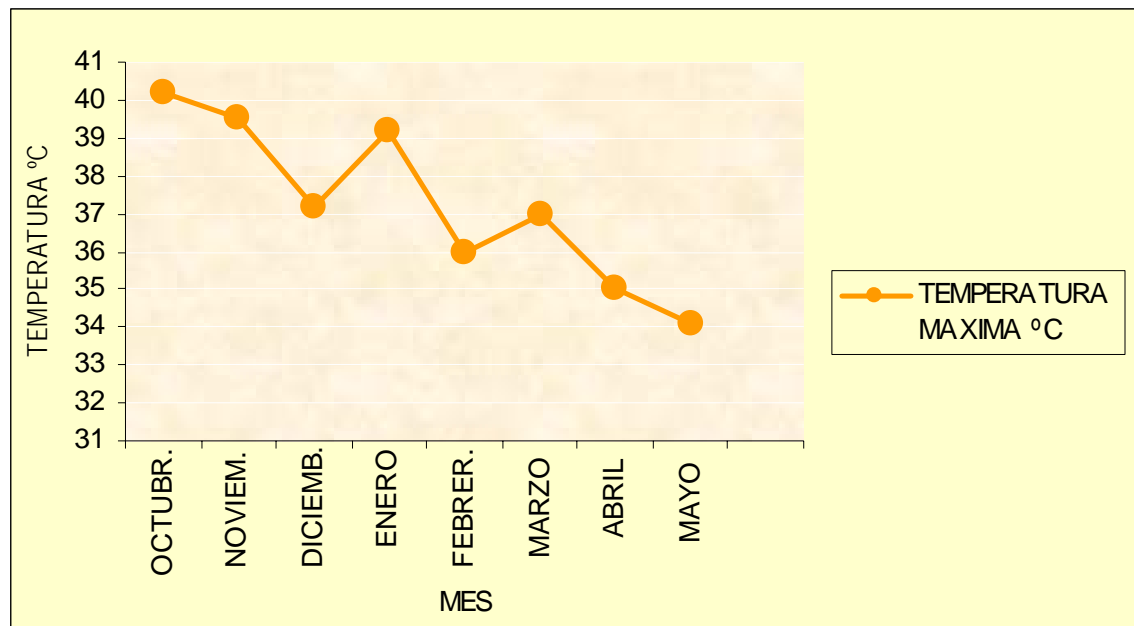
4.4. Variación de temperatura y humedad relativa dentro la carpa solar

4.4.1. Registro de temperatura

4.4.1.1. Temperatura máxima

Durante el periodo de prueba el comportamiento de la temperatura máxima presenta cambios de octubre a mayo, así se identificó una media máxima de 40.2 °C para el mes de octubre, descendiendo paulatinamente hasta llegar a 34.1 °C en el mes de mayo. La figura No. 18 refleja lo mencionado.

FIGURA No. 18 Registro de temperatura máxima promedio por mes en la carpa solar.



Fuente: Elaboración propia

La temperatura media máxima registrada dentro la carpa solar para el ciclo del cultivo que corresponde al primer y segundo pico de producción fue de 37.3°C.

Salinger (1991), cita que la temperatura máxima recomendada para el cultivo de clavel es de 30°C, siendo que temperaturas mayores a lo mencionado causa efectos negativos en la formación, producción de flor y la calidad de flor.

Si bien la temperatura máxima aconsejable para el cultivo de clavel para corte es de 30°C, y la registrada dentro el ambiente atemperado fue de 37.3°C en promedio, la incidencia en la formación de botones florales no fue significativa al no registrarse problemas de quemado u otros efectos. En cuanto se refiere al desarrollo de la planta probablemente por efecto de las temperaturas superiores a la recomendada se observó en algunas un crecimiento acelerado, con tallos muy delgados y botones pequeños.

Según Gamboa (1988), citado por Arnez (1996), la temperatura influye directamente en el crecimiento y la producción, este factor puede acelerar o atrasar el desarrollo del cultivo afectando directamente la calidad.

4.4.1.2. Temperatura mínima

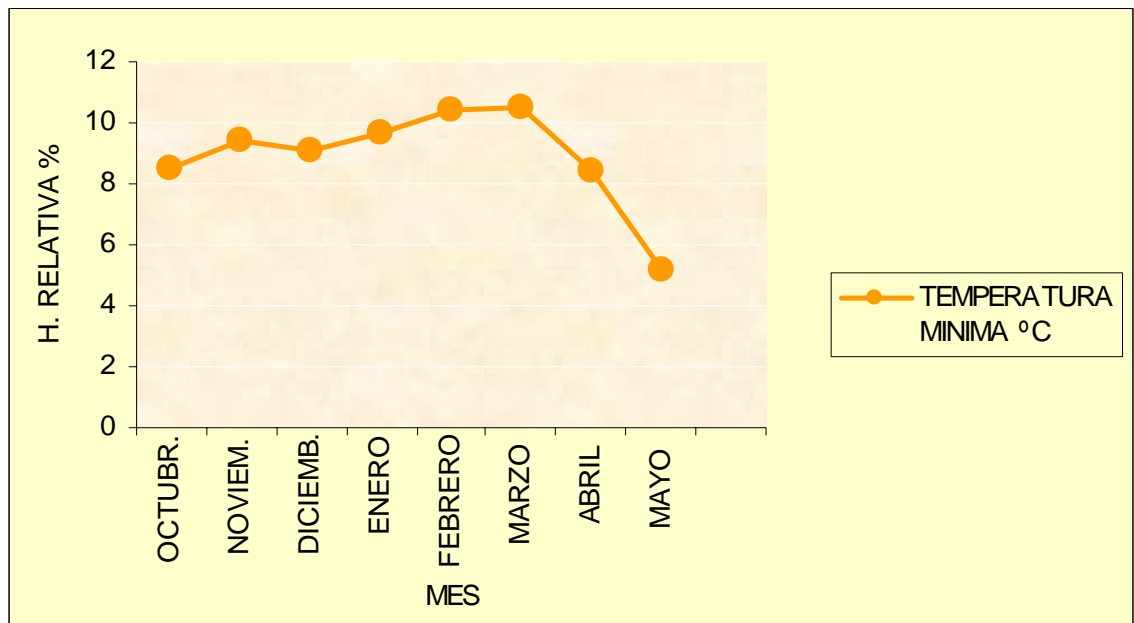
En lo que respecta a la temperatura mínima media para el mes de octubre en la figura No. 19 se observa que este fue de 8.5°C ascendiendo hasta los 10.5°C en el mes de marzo y la mínima extrema llega hasta los 5.2 °C en mayo.

La temperatura mínima extrema letal para el clavel según Guerrero (1987), no debe descender de 0°C, recomendándose una temperatura mínima para la floración de 4°C y para la formación del botón floral de 12°C.

Tomando en cuenta estas aclaraciones, en el ensayo se registro una temperatura media de 8.9°C, por lo que deducimos que los efectos en el crecimiento y formación de botones florales no influyo de manera considerable.

Al respecto Gamboa (1988), citado por Arnez (1996), cita que cuando se tienen temperaturas por debajo de lo permitido para el cultivo de clavel, se ve afectado el crecimiento el cual es lento produciendo tallos gruesos y botones tan “lentos” que el cáliz se hace susceptible al reventón.

FIGURA No. 19 Registro de temperatura mínima promedio por mes en la carpa solar.



Fuente: Elaboración propia

4.4.2. Registro de la humedad relativa

4.4.2.1. Humedad relativa máxima

El comportamiento de la humedad relativa máxima promedio registrada por mes tuvo un valor alto en marzo con 52.2%, disminuyendo hasta 33.3% en el mes de mayo, proceso decreciente debido al cambio de estación (otoño).

En general el valor medio registrado durante el tiempo del experimento fue de 44.5%, que comparado con la recomendación hecha por Guerrero (1987) quien cita una máxima de 80% el valor se encuentra por debajo de los mencionado.

Lo que significa que para alcanzar un alto grado higrométrico dentro la carpa solar se requiere humidificar el aire lo que no fue posible por razones económicas.

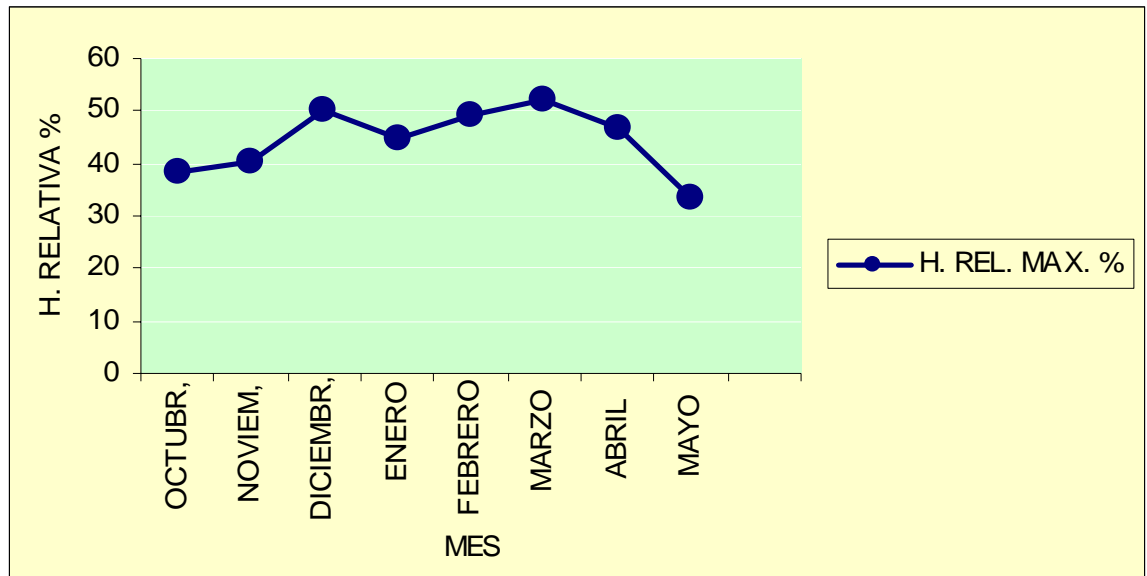
Aunque por lo observado en el ensayo, mantener una alta humedad dentro la carpa solar acarrea la proliferación de enfermedades importantes como la roya (*Uromyces caryophyllinus*) que afecta a tallos, hojas y cálices debido a la presencia de follaje mojado durante 9 a 12 horas.

Otra enfermedad de importancia es la *Botrytis cinerea* que causa daños en la flor por efecto de una alta humedad y cuando se mojan las flores.

En conclusión la presencia de dichas enfermedades no fue significativa por efecto de la baja humedad relativa registrada por tanto no afecto la calidad del producto final.

La figura No. 20 representa el comportamiento de la humedad relativa máxima por mes.

FIGURA No. 20 Registro de humedad relativa máxima media mes en la carpa solar.

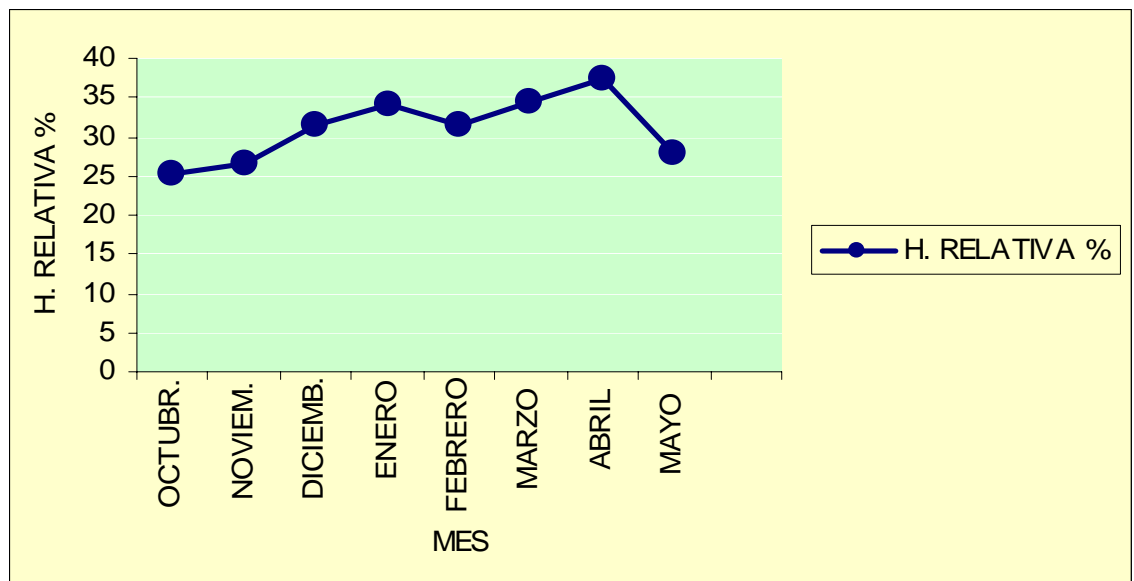


Fuente: Elaboración propia

4.4.2.2. Humedad relativa mínima

El registro de la humedad relativa mínima representada en la figura No. 21, tuvo un comportamiento normal, así en octubre se presentó una mínima media de 25.3%, llegando a un valor alto de 37.3% en abril. En promedio el valor registrado durante el ciclo al primer y segundo pico de producción fue de 31.1%.

FIGURA No. 21 Registro de humedad relativa mínima media mes en la carpa solar.

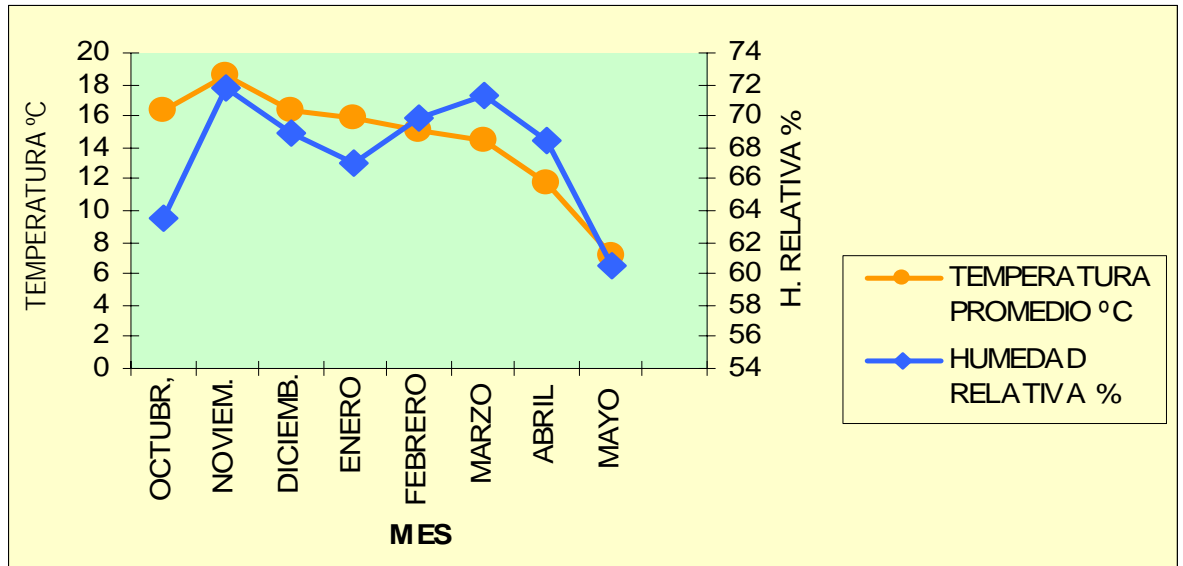


Fuente: Elaboración propia

4.4.3. Temperatura y humedad relativa según hora de registro

Durante la prueba se registró datos de temperatura y humedad relativa a horas 8:00, 13:00 y 18:00 a fin de analizar el comportamiento de estos parámetros dentro la carpa solar.

FIGURA No. 22 Registro de temperatura y humedad relativa promedio por mes a horas 8 a.m. dentro la carpa solar.



Fuente: Elaboración propia

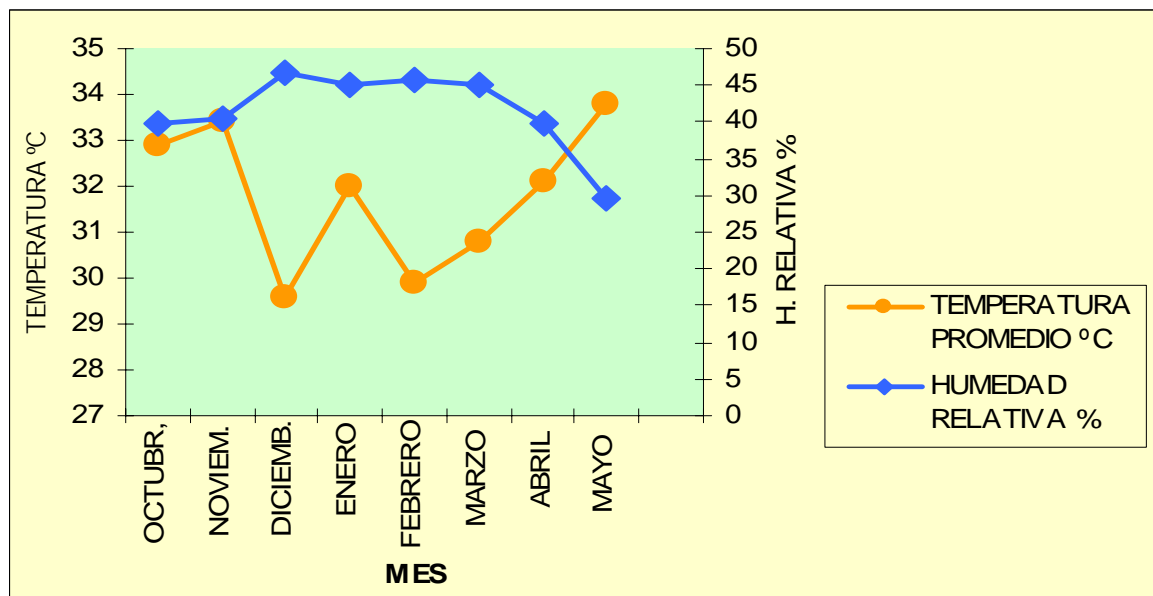
En la figura No. 22, se observa que la temperatura y humedad relativa a horas 8:00 tuvieron un comportamiento relativamente similar incrementándose los valores en el mes de noviembre presentando una media de 18.5 °C y 71.8%, decreciendo ambos parámetros conforme transcurre el cambio de estación, así en mayo los valores registrados fueron de 7.7 °C y 62.8% respectivamente.

En promedio ambos parámetros climáticos presentaron temperatura y humedad relativa media de 14.5 °C y 67%, que en relación con lo indicado como mínimos para la formación y floración del botón floral, se encuentran por encima de lo tolerado, por consiguiente no se observaron efectos negativos en la calidad de la flor.

A horas 13:00 se registro una temperatura y humedad relativa promedio de 31.8 °C y 41.6% respectivamente, nótese que la humedad relativa declina a partir del mes de marzo deduciéndose que este fenómeno es debido a la época o estación del año, en vista de la presencia de una alta radiación solar seguido por un bajo contenido de vapor de agua en el aire.

Por consiguiente se infiere que probablemente la alta temperatura registrada de 31.8 °C y el cambio del fotoperiodo estacional pudieran haber incidido en el crecimiento y desarrollo del cultivo de clavel, siendo que este es un cultivo no tolerante a altas temperaturas.

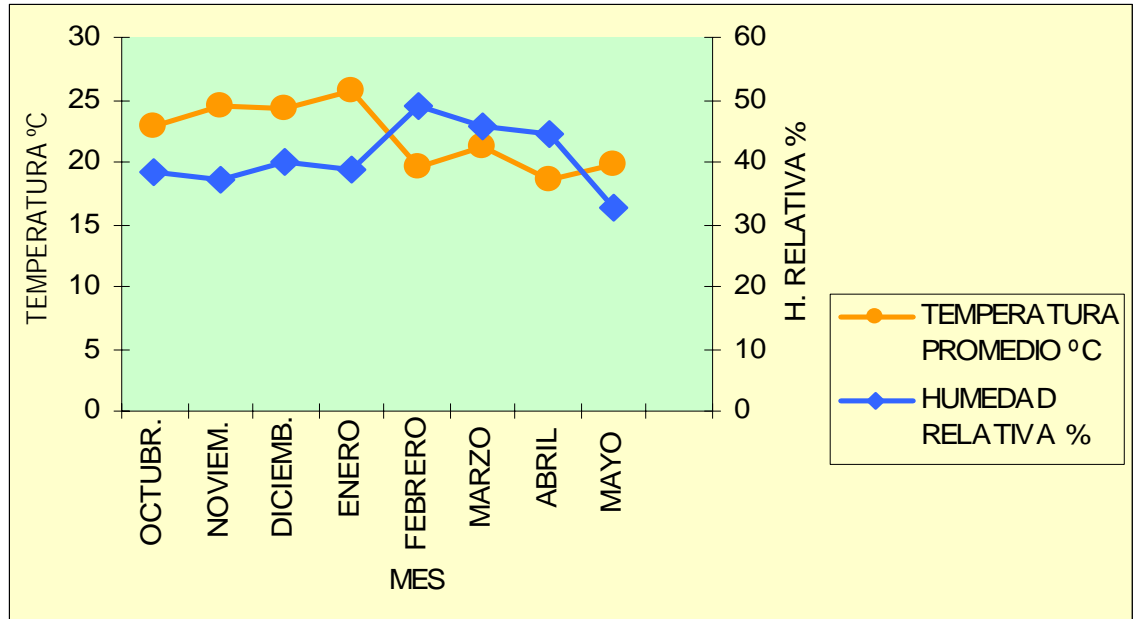
FIGURA No. 23 Registro de temperatura y humedad relativa promedio por mes a horas 13 p.m. dentro la carpa solar.



Fuente: Elaboración propia

En la figura No. 24, se aprecia la conducta de la temperatura y humedad relativa promedio registrados por mes a horas 18 p.m., destacando que la media para ambos parámetros climáticos fue de 22 °C y 40.9% respectivamente, observándose que la humedad relativa decrece a partir del mes de marzo por efecto del bajo contenido de vapor de agua presente en el aire.

FIGURA No. 24 Registro de temperatura y humedad relativa promedio por mes a horas 18 p.m. dentro la carpa solar.



Fuente: Elaboración propia

Se debe destacar que la temperatura media igual a 22 °C registrado a horas 18:00 p.m. es el ideal para el cultivo, pero debido a la baja intensidad de la luz solar este no contribuye favorablemente al normal desarrollo del botón floral y posteriormente a la antesis.

Salinger (1991) complementa citando que el clavel es esencialmente una planta que responde a la intensidad de la luz y longitud del día asociada con temperaturas de crecimiento convenientes.

Por tanto se infiere que la respuesta de la planta a la intensidad lumínica es un factor esencial en el crecimiento, así como en la inducción floral.

4.4.4. Movimiento del agua en función del potencial presente en el sustrato.

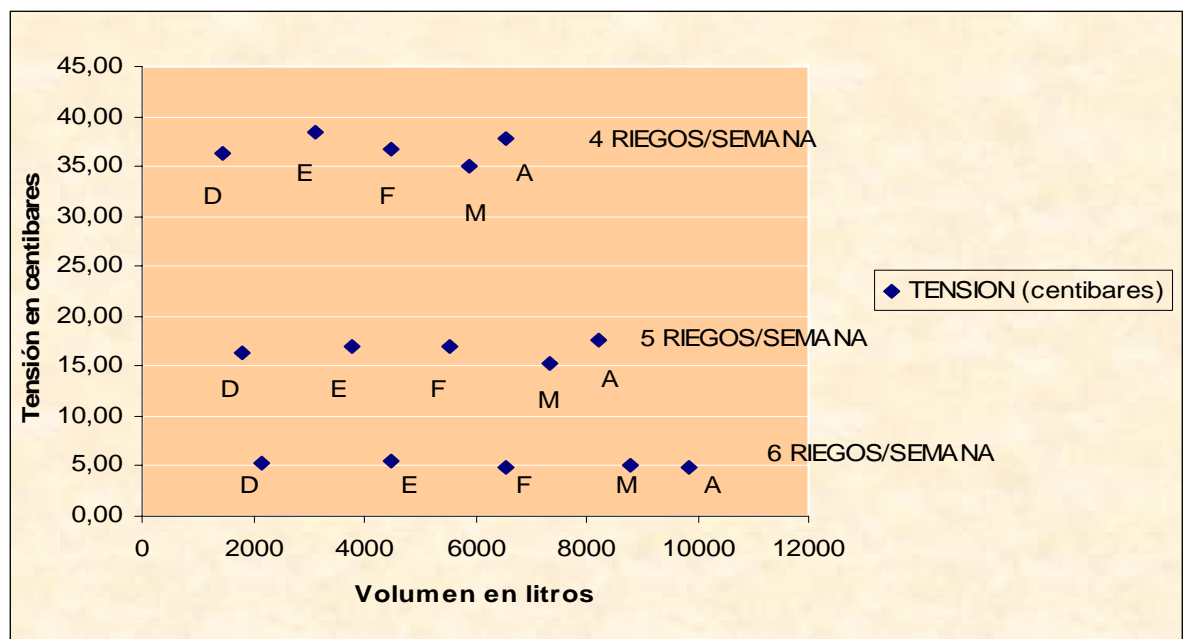
En el riego por goteo se requiere tener una humedad edáfica constante, por lo que el tensiometro realiza lecturas continuas del agua presente en el suelo.

De manera que las lecturas del tensiometro son indirectamente proporcionales al contenido de humedad siendo que las bajas lecturas indican que existe una adecuada cantidad de agua en el sustrato, mientras que las lecturas altas indica poca humedad.

Tomando en cuenta las consideraciones expuestas líneas arriba y diferenciando los eventos de estudio al primer y segundo pico de producción de flor para corte, se procedió analizar ambos momentos en función del volumen de agua aplicado por tratamiento lo que se refleja en el contenido de humedad presente en el sustrato expresado en tensión media correspondiente a cada mes.

Así para el primer pico, se procedió a elaborar la siguiente figura en función del volumen de agua aplicado en litros, el potencial en centibares y el tiempo en meses.

FIGURA No. 25 Comportamiento del potencial presente en el sustrato en función del volumen de agua aplicado por tratamiento y por mes al primer pico.



Fuente: Elaboración propia

Para la interpretación del gráfico anterior, se procedió analizar el comportamiento por cada tratamiento según la humedad presente en el sustrato (expresado en

centibares) y el volumen de agua aplicado por tratamiento, vale decir que se suministró 14.4 litros por unidad experimental/día.

Para el mes de diciembre, etapa en que las plantas en promedio alcanzaron 10 a 15 cms. de altura, se aplicó un volumen de agua igual a 2160 litros para la frecuencia 1 (F1), obteniéndose una tensión media de 5.37 centibares; para el mes de enero la tendencia es casi lineal alcanzando a registrar el tensiometro un promedio de 5.42 centibares con un gasto acumulado de agua igual a 4492.8 litros, lo que significa que el sustrato se encuentra muy húmedo (cerca de capacidad de campo, en tal caso el agua tiene bastante movilidad y la planta ejerce menor fuerza de succión).

Los cambios de humedad en el sustrato son relativamente pequeños en el mes de febrero logrando disminuir la tensión a 4.89 centibares al haber aplicado de forma consecutiva un volumen de agua mediante riego de 6566.4 litros; la tendencia del comportamiento del tratamiento F1 para el mes de marzo (5 centibares) y la primera quincena de abril (4.92 centibares) no presenta descenso en el contenido de humedad ya que llega a estandarizarse en 5 centibares, al suministrar un volumen acumulado de agua igual a 8812.8 y 9849.6 litros respectivamente.

La mínima variación en el contenido de humedad en el sustrato se debe a la aplicación de riegos sucesivos (6 riegos por semana), lo que viene a convertir el lecho de cultivo en una especie de almacén de agua, donde las pérdidas de este elemento son pequeñas manteniéndose cerca a capacidad de campo.

En general las lecturas registradas en el tensiometro correspondiente al tratamiento F1, hasta el primer pico, en promedio fue de 5.1 centibares, que en términos de tensión expresa que el contenido de humedad en el sustrato esta muy próximo a capacidad de campo en razón de aplicar riego de alta frecuencia, lo que provoca que el agua se incremente en el sustrato y los espacios de aire y líquido retienen aquella con menos fuerza, por lo tanto las raíces ejercen poco trabajo para extraer agua del sustrato lo que influyó favorablemente en el crecimiento de la planta y en la calidad física de la flor.

Considerando los cambios del potencial para F2 (5 riegos por semana) cuya tendencia es variable demuestra que para diciembre a un volumen de agua de 1814.6 litros el valor promedio de la tensión fue de 16.3 centibares.

En el mes de enero la lectura promedio del tensiometro fue de 16.9 centibares al haber suministrado 3801.6 litros de agua, fenómeno que indica el decremento de la humedad del sustrato a causa del suministro moderado de agua manteniéndose este constante en febrero al registrarse una tensión de 16.9 centibares a un volumen acumulado de agua de 5529.6 litros.

El fenómeno es distinto en marzo con una lectura media de 15.3 centibares y un gasto en volumen de agua de 7344 litros lo que refleja la acumulación de la misma en el sustrato ulteriormente al riego provocando un mayor movimiento interno desde la solución sustrato hacia la corteza de la raíz.

Hasta la primera quincena del mes de abril (primer pico) la tensión crece hasta los 17.6 centibares con un volumen de agua suministrado de 8208 litros, lo que significa que el contenido de agua ha decrecido por efecto del uso consuntivo y el proceso evapotranspirativo de la planta.

El valor medio de 16.5 centibares para el tratamiento F2 (5 riegos por semana) para el periodo transcurrido al primer pico de producción indica que el sustrato se encuentra con buenas condiciones de agua y aire que desde el punto de vista del riego por goteo es el adecuado para la planta.

Lo aseverado, es corroborado por Fuentes (1998), quien indica que las lecturas registradas en el tensiometro y que se ubiquen en un rango de entre 10 a 20 centibares se interpretan como ideales para la planta y son las que deben mantenerse cuando se aplica riego por goteo.

En referencia a las lecturas del tensiometro recomendadas por Fuentes (1998) de 10 a 20 centibares como las ideales para las plantas, las registradas en el ensayo para el tratamiento F1 con media igual a 5.1 centibares afectaron positivamente en

los parámetros de evaluación de la calidad de flor, consiguientemente se concluye que la variedad de clavel Skipper es sensible a los déficit de agua.

Las lecturas medias del tensiometro para el tratamiento F3 (cuatro riegos por semana) expuestas en la figura No. 25, demuestra los cambios de humedad del sustrato, al ejercer la planta mayor fuerza de succión para liberar el agua contenida en el mismo.

Tal es así que en el periodo transcurrido durante el mes de diciembre, se obtuvo a través del tensiometro una lectura media de 36.2 centibares al haber suministrado 1468.8 litros de agua, valor que indica que el potencial del agua es débil por efecto de la gradual sequedad del sustrato.

Como los intervalos de tiempo para efectuar los riegos sucesivos fueron de tres días, la tensión del agua en la solución sustrato va incrementándose, este fenómeno se observa a través de la lectura del tensiometro de 38.3 centibares para el mes de enero al haber aplicado 3110.4 litros de agua, decreciendo el mismo hasta los 36.8 centibares en febrero al haber empleado 4492.8 litros de agua deduciéndose que el proceso evapotranspirativo fue elevado.

Conforme transcurre el tiempo la tendencia del comportamiento de la dinámica del agua en la matriz suelo (sustrato) se hace más móvil al existir mayor presencia de agua, este suceso se sustenta con lo registrado en la lectura del tensiometro para marzo con una media de 34.9 centibares y un gasto de 5875.2 litros de agua.

Hasta la primera quincena del mes de abril, periodo en el que concluye la evaluación al primer pico, se observa que la tensión se incrementa hasta los 37.7 centibares causando un decremento del contenido de humedad en el medio, lo que repercute en el consumo restringido de agua por la planta, causando una menor depleción, siendo el volumen de agua empleado hasta este periodo de 6566.4 litros.

Las líneas consecutivas que corresponde al primer pico para el tratamiento F3 (4 riegos por semana), claramente señala la fuerza con que el agua es retenida en el

sustrato (por cohesión y adhesión) que depende de la cantidad en que se encuentre, es decir que cuanto menor sea la cantidad mayor será la tensión retentiva.

Al respecto Foth (1997), aclara mencionado que el potencial mátrico es el resultado de la acción de las fuerzas de cohesión y adhesión asociados con la red de partículas del suelo o matriz del suelo.

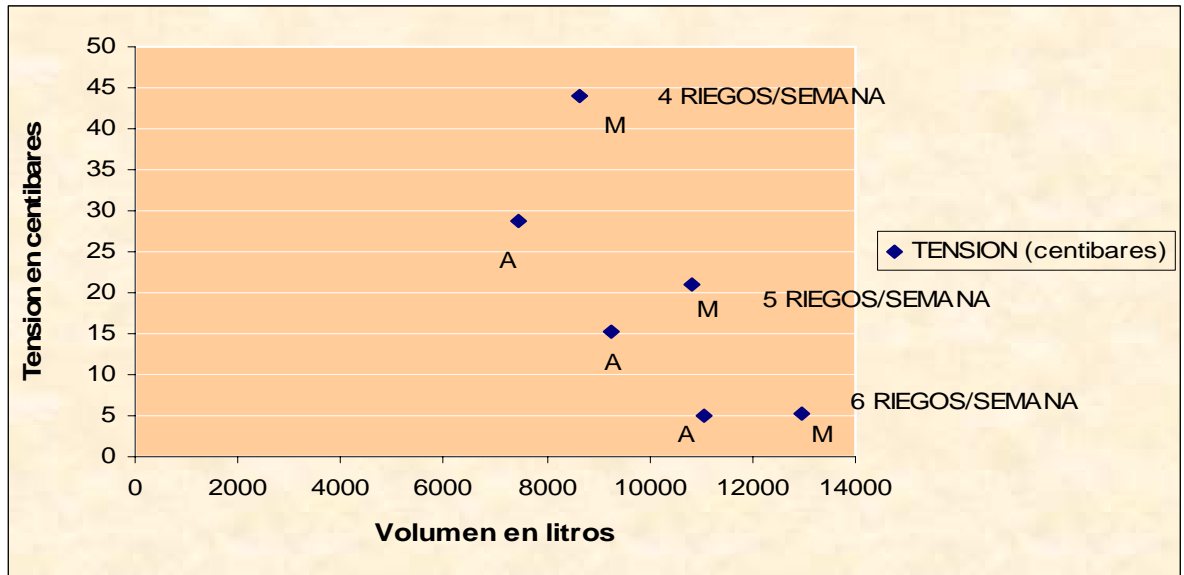
Por otro lado cabe señalar que a medida que decrece el nivel de humedad del sustrato este va afectando la velocidad de uso del agua por el cultivo lo que repercute en el normal desarrollo del mismo, así se comprobó en los resultados registrados para los parámetros de evaluación de flor para corte bajo la influencia de la frecuencia 3 (F3).

Tal aseveración es apoyada por Vasquez (2000), al señalar que cuando el agua disponible en el suelo disminuye mucho la tensión se incrementa grandemente (se hace más negativo) pudiendo en algunos casos ser menor que el potencial de la raíz, en tal caso ya no podrá llevarse a cabo la absorción de agua.

Los cambios de nivel de tensión en el sustrato para el periodo correspondiente al segundo pico se expresan en la figura No. 26, la variabilidad de las lecturas son significativamente pequeñas en razón del tiempo transcurrido durante el segundo pico que fue de 41 días.

Así, analizando la lectura media registrada para el tratamiento F1 (6 riegos por semana), la línea en el gráfico expresa mínimos cambios respecto al estado de humedad manteniéndose relativamente constante, con una media igual a 5.2 centibares (5.06 para la segunda quincena de abril y 5.36 centibares para el mes de mayo) al haber suministrado progresivamente un volumen igual a 11059.2 litros hasta la segunda quincena del mes de abril y 12960 litros de agua durante el mes de mayo.

FIGURA No. 26 Comportamiento del potencial presente en el sustrato en función del volumen de agua aplicado por tratamiento y mes al segundo pico.



Fuente: Elaboración propia

El efecto positivo de la humedad constante en el sustrato se manifiesta en los resultados obtenidos, al verificar los promedios superiores en los parámetros de evaluación de la calidad de flor para corte bajo la influencia de la frecuencia 1 (F1).

Respecto del tratamiento F2 (5 riegos por semana), la tendencia hasta la finalización de la prueba expresa una disminución del contenido de humedad y un incremento en la lectura del tensiometro de 18.1 centibares (15.18 para la segunda quincena de abril y 21 centibares para mayo) con un volumen de agua suministrado hasta la segunda quincena de abril 9244.8 y 10800 litros para mayo; hecho que puede entenderse como la existencia de pérdida de agua por efecto evapotranspirativo, que al no ser compensada por la aplicación de riegos sucesivos la calidad de flor se ve afectada.

Distinto es el efecto provocado por el tratamiento 3 (4 riegos por semana) en el nivel de tensión presente en el medio coloidal sólido – líquido, pues el segmento de la línea es proclive a crecer registrándose hasta esta etapa final del periodo un volumen de agua aplicado de 7430.4 litros para la segunda quincena de abril y 8640 litros durante el mes de mayo y una tensión media de 36.4 centibares (28.76 y 43.96

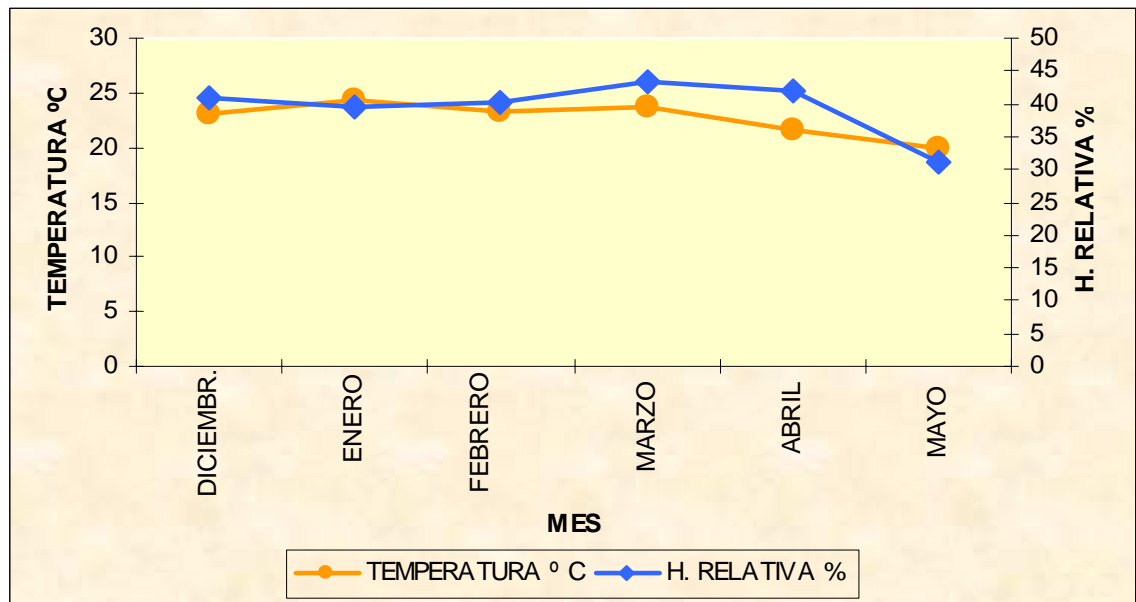
centibares para abril y mayo), interpretándose como la falta de humedad en el sustrato, que para fines de riego por goteo esta situación indica que la planta no dispone fácilmente del agua necesaria para su crecimiento máximo, afectando las características físicas de la flor. Este hecho se verificó al evaluar los parámetros de calidad del producto bajo la influencia de la frecuencia 3 (F3).

4.4.4.1 Relación entre la tensión presente en el sustrato y la continuidad planta atmósfera.

El movimiento del agua en la continuidad suelo-planta-atmósfera, ocurre debido a la diferencia de potencial existente entre el complejo coloidal y la superficie de la raíz, es así que el agua entra en las raíces en respuesta al gradiente de potencial hídrico establecido por la transpiración, en tal razón el agua entrara con mayor rapidez a través de aquellas regiones de la raíz que ofrezcan la menor resistencia.

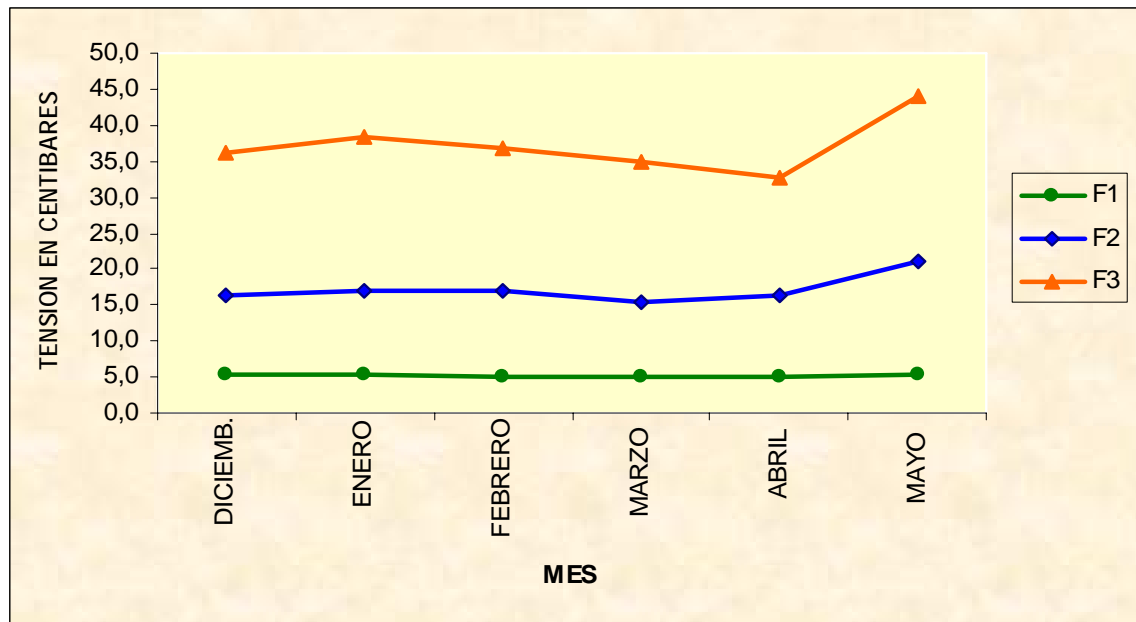
Considerando esta base teórica, se estableció la relación entre la tensión presente en el sustrato para los tres tratamientos, la temperatura y humedad relativa, parámetros que fueron evaluados en función al tiempo de duración del ensayo. Para ilustrar y explicar con detalle lo mencionado se elaboró las siguientes figuras:

FIGURA No. 27 Registro de temperatura y humedad relativa promedio por mes.



Fuente: Elaboración propia

FIGURA No. 28 Comportamiento de la tensión promedio por mes y tratamiento.



Fuente: Elaboración propia

En el mes de diciembre se registro tensiones medias para F1, F2 y F3 (4 riegos por semana) de 5.4, 16.3 y 36.2 centibares respectivamente a una temperatura y humedad relativa promedio de 23.1°C y 40.9%.

Para el mes de enero, el tratamiento 1 (F1) no muestra cambios; siendo la tensión de 5.4 centibares, en cambio el tratamiento 2 (F2) incrementa su valor a 16.9 y aún más el tratamiento 3 (F3), llegando en promedio a 38.3; lo que significa que la humedad progresivamente va decreciendo en función a la diferencia del gradiente hidráulico, debido al incremento de la temperatura (24.4 °C) y el mínimo decremento de la humedad relativa (39.4%).

El fenómeno es poco variable para el mes de febrero pues se observa la mínima irregularidad de las curvas referidas a los tratamientos 1 y 2, expresando tensiones de 4.9 y 16.9 centibares pero no así para el tratamiento 3 con 36.8 centibares, en razón a que la movilidad del agua en el sustrato es restringido, que vinculando estos eventos con la temperatura de 23.2 °C y la humedad relativa de 40.3% del ambiente, demuestra que existe interrelación entre la continuidad suelo-planta-atmósfera.

En el mes de marzo ocurre un incremento de la temperatura a 23.7 °C y de la humedad relativa a 43.2% provocando el descenso de la tensión de la matriz suelo, al registrar 15.3 y 34.9 centibares para los tratamientos F2 y F3, manteniéndose casi uniforme el tratamiento F1 (5 centibares).

Lo que sugiere a aseverar que los cambios en la dinámica del agua a efecto de la depleción por parte de la planta repercuten en el decremento del potencial en el sustrato especialmente para las frecuencias 2 y 3.

Por el contrario en el mes de abril, el tratamiento 2 sufre un incremento en la lectura del tensiometro al registrar una media de 17.5 centibares en contraposición a un descenso de la temperatura y humedad relativa de 21.7°C y 42% respectivamente, lo que lleva a deducir que la movilidad del agua ha sido mayor en relación a marzo lo que refleja la perdida de humedad en el sustrato.

Lo opuesto ocurre en el caso del tratamiento 3 (4 riegos por semana), observándose un decremento progresivo en la tensión hasta los 37.6 centibares, fenómeno inusual, por lo tanto se deduce que existe relación entre la tensión y la humedad relativa del ambiente que rodea a la planta, registrándose para el mismo 42% y una temperatura de 21.7°C.

Las disposición del tratamiento 1 (6 riegos por semana) no cambia respecto del anterior mes, con un valor promedio en tensión de 5 centibares lo que implica la elevada presencia de humedad a efecto de aplicar riego de alta frecuencia.

El fenómeno de variación de las frecuencias F1, F2 y F3 en el mes de mayo tienen un comportamiento casi similar, así el tratamiento 1 (F1), incrementa su valor a 5.4 centibares, el tratamiento 2 (F2) a 21 y el tratamiento 3 (F3) a 43.9, a objeto de haber decrecido el contenido hídrico en el sustrato repercutiendo en la disponibilidad de agua, especialmente en los dos últimos casos como son los tratamientos 2 y 3.

Este cambio significativo conduce a inferir que existe relación entre la humedad relativa del ambiente y el contenido del potencial en el sustrato independientemente de la temperatura, tal el caso registrado en el mes de mayo, con una media de 19.9 °C y 31.2% de humedad relativa en el medio ambiente que circunda al cultivo.

La irregularidad de la curva que corresponde a la humedad relativa durante los meses de diciembre a abril expone valores medios de 40.9, 39.4, 40.3, 43.2 y 43 %, pero en el mes de mayo decrece a 31.2%, lo que conduce a deducir que el potencial de la atmósfera que rodea a la planta es baja, provocando que la superficie cuticular de la hoja pierda humedad lo que ocasiona la deshidratación de la misma y por consiguiente la diferencia gradual en el gradiente hidráulico suelo-planta generando la pérdida progresiva de la turgencia hasta alcanzar la plasmolisis y muerte de la planta.

4.4.5. Volumen de agua aplicado por tratamiento y tiempo de riego

Bajo el sistema de riego implementado y con el control correspondiente realizado a través de flujómetros o caudalímetros incorporados para cada tratamiento, se contabilizó el volumen de agua aplicado incluyendo las repeticiones cuyos valores se resumen en el siguiente cuadro:

CUADRO No. 46 Volumen de agua aplicado por tratamiento y repetición en litros.

EVENTO	TIEMPO TRANSCURRIDO	TRATAMIENTO Y REPETICION	VOLUMEN APLICADO EN LITROS
1er. Pico	130 días	F1 + R 1	9849.6
		F2 + R2	8208.0
		F3 + R3	6566.4
2º. pico	41 días	F1 + R1	3110.0
		F2 + R2	2592.0
		F3 + R3	2073.6
TOTAL			32400

Fuente: Elaboración propia

Del cuadro No. 46, observamos que para el primer pico el consumo registrado para los tratamientos F1, F2, F3 y las respectivas repeticiones fueron de 9849.6 lts., 8208 lts. y 6566.4 lts. respectivamente para un tiempo transcurrido de 130 días.

Para el segundo pico, el gasto de agua por cada tratamiento y repetición tuvo los siguientes valores de 3110.4 lts, 2592 lts., 2073.6 lts. para los tratamientos F1, F2, F3, para un periodo transcurrido de 41 días.

El tiempo promedio para el riego por tratamiento fue de 25 minutos, por tanto el tiempo de riego empleado por tratamiento al primer pico de producción para F1, F2 y F3 fue de 47.5, 39.6 y 31.7 horas respectivamente.

Para el segundo pico el tiempo de riego para F1, F2 y F3 fue de 15, 12.5, 10 horas respectivamente.

El siguiente cuadro refleja de forma resumida lo mencionado.

CUADRO No. 47 Tiempo de riego empleado por tratamiento y pico de producción.

PICO DE PRODUCCION	TRATAMIENTO	TIEMPO DE RIEGO (horas)
1er. pico	F1	47.5
	F2	39.6
	F3	31.7
2do. pico	F1	15.0
	F2	12.5
	F3	10.0

Fuente: Elaboración propia

En ambos casos, primer y segundo pico, el tiempo empleado para F1 (6 riegos/semana) fue mayor a F2 (5 riegos/semana) y F3 (4 riegos/semana) lo que implica mayor empleo de horas para el riego en contraposición a obtener mayor número de flores por superficie.

4.5. Evaluación del sistema de riego por goteo

La evaluación del sistema se realizó a una presión de operación igual a 1 bar (15 PSI).

4.5.1. Uniformidad de riego

Con los datos obtenidos en campo se determinó el coeficiente de uniformidad utilizando las relaciones (10) y (11) citadas anteriormente.

Los cuadros No. 48 y 49 reflejan lo anteriormente citado.

CUADRO No. 48 Determinación del coeficiente de uniformidad para los bloques I – II - III.

		VOLUMEN COLECTADO (m.l.) POR TRATAMIENTO		
RAMAL	PLUVIOMETRO	F1	F2	F3
1	1	15	15	14.5
	2	15	15	14
	3	15	15	14
	4	16	14	14
1/3	5	14	15	14.5
	6	14	15	14
	7	14	15	14
	8	13	15	13.5
2/3	9	14.5	15	14
	10	14	14.5	14
	11	15	14	14
	12	15	13	10
4	13	13	15	14
	14	14	14.5	14.5
	15	14	14.5	14.5
	16	14	14	15
M ¼ (m.l.)		13.5	13.87	12.87
C.U.		0.94	0.95	0.92
CMG (l/h)		0.860	0.875	0.835

Fuente: Elaboración propia

CUADRO No. 49 Determinación del coeficiente de uniformidad para bloques IV – V - VI.

		VOLUMEN COLECTADO (m.l.) POR TRATAMIENTO		
	PLUVIOMETRO	F1	F2	F3
RAMAL 1	1	14	15	13.5
	2	14	14.5	14
	3	14.5	15	13.5
	4	14	15	14
RAMAL 1/3	5	15	15	14
	6	15	15	14
	7	15	15	14
	8	14.5	14.5	14
RAMAL 2/3	9	14	14	15
	10	14	14	14
	11	14	14	14
	12	14	14	14
RAMAL 4	13	14	12	14
	14	14	14	14
	15	14	14	14
	16	14	14	14
M ¼ (m.l.)		14	13.5	13.75
C.U.		0.98	0.94	0.98
CMG (l/h)		0.855	0.859	0.84

Fuente: Elaboración propia

En promedio el coeficiente de uniformidad fue del 95%, con un caudal medio de goteros de 0.854 l/h.

Pizarro (1996), cita que al obtener un alto coeficiente de uniformidad los costos de instalación serán elevados, en razón de mantener regimenes de presión uniforme, lo que representa utilizar tuberías de mayor diámetro, laterales más cortos, uso de reguladores de presión, etc.

Si bien para mantener un alto coeficiente de uniformidad implica el uso de algunos accesorios como por ejemplo regulador de presión, su uso es opcional considerando la topografía del lugar, tal es el caso del presente ensayo, donde el riego fue por gravedad.

4.5.2. Coeficiente de variación

A través de las formulas citadas en (12), (13) y (14) se determinó el coeficiente de variación de cada lateral cuyos resultados se detallan a continuación:

CUADRO No. 50 Determinación del coeficiente de variación por bloque y tratamiento.

No.	BLOQUE	TRATAMIENTO	COEF. VAR. %
1	I	F2	3.42
2	II	F2	4.07
3	III	F2	3.12
4	I	F1	2.81
5	II	F1	2.80
6	III	F1	4.09
7	I	F3	1.52
8	II	F3	2.66
9	III	F3	4.64
10	IV	F3	1.00
11	V	F3	2.19
12	VI	F3	1.04
13	IV	F2	1.52
14	V	F2	1.00
15	VI	F2	4.64
16	IV	F1	3.67
17	V	F1	3.75
18	VI	F1	1.29

Fuente: Elaboración propia

$$C.V. = \sigma / q_m ; \sigma = (q_i - q_m)^2 / n - 1 ; \sigma = (V_i - V_m / t)^2 / n - 1$$

$$Q_m = (V_i / t) / n$$

$$\rightarrow C.V. = 2.73\%$$

El coeficiente de variación del sistema en promedio tiene un valor igual a 2.73%, que se ubica en el rango de aceptable comparado con el parámetro dado por el fabricante del producto del 3%.

4.5.3. Evaluación del diseño agronómico

4.5.3.1. Superficie mojada por emisor

A través de las pruebas de campo se obtuvieron los siguientes resultados:

Para la frecuencia 1 (F1) = 0.0172 m²

Para la frecuencia 2 (F2) = 0.0150 m²

Para la frecuencia 3 (F3) = 0.0149 m²

Por lo observado se destaca el comportamiento del tratamiento 1 (F1) que alcanza una mayor superficie de mojado siendo el valor registrado de 0.0172 m², consecutivamente se encuentran los tratamientos 2 (F2) y 3 (F3) son medias de 0.0150 y 0.0149 m² respectivamente.

Por consiguiente se demuestra que la frecuencia F1 presenta mayor superficie de mojado respecto a F2 y F3 en razón de haber aplicado riegos sucesivos, lo que implica la acumulación de agua en el sustrato y la expansión del área de humedecimiento a diferencia de las frecuencias 2 y 3 que exponen menor área de mojado.

4.5.3.2. Porcentaje de superficie mojada

Considerando la expresión "P" de la relación (16) se obtuvo los siguientes resultados:

- P F1 = 43%
- P F2 = 37.5%
- P F3 = 37.2 %

El porcentaje de superficie mojada para F1 (6 riegos por semana) en promedio alcanza el 43% para un marco de plantación de 0.20 x 0.20 m., que es superior a F2 (5 riegos por semana) y F3 (4 riegos por semana) cuyos valores son de 37.5 y 37.2% respectivamente.

El promedio superior de superficie mojada que alcanza el sustrato por el influjo de la frecuencia 1, es causa del riego continuo factor que contribuyó a que el agua tienda a expandirse en el perfil horizontal y verticalmente, lo contrario ocurre con las frecuencias 2 y 3.

4.5.3.3. Número de emisores por planta

Para el cálculo de emisores por planta se recurrió a utilizar la expresión (17) y (19), mediante las cuales se determinó el número de emisores por planta “n” y la superficie mojada por planta “SMP” obteniéndose los siguientes resultados:

Superficie mojada por planta (SMP):

$$SMP = P \times \text{marco de plantación}$$

$$SMP_{F1} = 0.0172 \text{ m}^2$$

$$SMP_{F2} = 0.0150 \text{ m}^2$$

$$SMP_{F3} = 0.0149 \text{ m}^2$$

Número de emisores por planta

$$n_{F1} = 1 \text{ emisor}/2 \text{ plantas}$$

$$n_{F2} = 1 \text{ emisor}/2 \text{ plantas}$$

$$n_{F3} = 1 \text{ emisor}/2 \text{ plantas}$$

De la relación (17), se obtuvo el resultado de 1 emisor por cada dos filas de plantas considerando el marco de plantación propuesto de 0.20 x 0.20 m.

Considerando el promedio de superficie mojada por emisor y tomando en cuenta la textura del sustrato, la densidad de plantación, correspondió disponer 1 lateral y emisor por cada 2 filas de plantas, siendo el marco de plantación de 0.20 x 0.20 m., en consecuencia se tuvo 12 goteros por lateral.

La disposición de dos laterales por cada unidad experimental tiene relación directa con los costos, además de haber observado ventajas en el ahorro y optimización del uso de agua de riego.

4.5.3.4. Profundidad de bulbo húmedo

Los resultados determinados en campo para las frecuencias F1, F2 y F3 fueron de 25, 24 y 23 cms. respectivamente.

Los valores registrados indican que la frecuencia 1 alcanza mayor profundidad de mojado en razón de haber sometido al sustrato a riegos sucesivos (6 riegos por semana) el que influyó en el avance vertical del agua en el perfil del suelo. Por el contrario la profundidad de mojado para las frecuencias 2 y 3 son menores por el hecho de haber aplicado riegos menos frecuentes lo que evitó el desplazamiento del agua a profundidades mayores.

4.5.3.5. Diseño y cálculo de los goteros en franja continúa

Considerando el método para el diseño y cálculo de los goteros en franja continua se obtuvo los siguientes resultados:

Nombre del proyecto : Riego clavel

Tratamiento: F1

Datos de partida

- Caudal nominal del emisor: 0.75 l/h
- Tabla de la prueba de campo

Volumen de agua (lts.)	Profundidad mojada (m)	Radio de mojado (m)	Ri/Pi
2	0.15	0.15	1.00
4	0.25	0.20	0.80

- Profundidad efectiva de raíces de cultivo: 0.16 m
- Separación entre plantas en la fila : 0.20 m
- Separación entre filas de plantas: 0.20 m.
- Solape transversal entre bulbos de laterales contiguos: no
- Necesidades netas máximas: 7.20 mm/día
- Intervalo entre riegos periodo de máxima demanda: 1.17 días
- Frecuencia: 6 riegos por semana (F1)

- Requerimiento de lavado: 0
- Coeficiente de uniformidad de riego: 95%

Resultados obtenidos

- Número de laterales por fila de plantas: 0.50
- Número de emisores por m²: 12.5
- Número de emisores por planta: e = 0.50
- Distancia entre emisores en el lateral: 0.20 m.
- Distancia entre laterales: 0.40
- Intervalo entre riegos: 1.17 días
- Tiempo de aplicación: ta = 0.95 hrs.
- Dosis de riego total : Dt = 88.7 m³/ha.
- Porcentaje de superficie mojada: 11.12%
- Radio de mojado estimado: 0.05 m.
- Profundidad mojada estimada: 0.05 m.

Tratamiento : F2

Datos de partida

- Caudal nominal del emisor: 0.75 l/h
- Tabla de la prueba de campo

Volumen de agua (lts.)	Profundidad mojada (m)	Radio de mojado (m)	Ri/Pi
2	0.15	0.15	1.00
4	0.25	0.20	0.80

- Profundidad efectiva de raíces de cultivo: 0.16 m
- Separación entre plantas en la fila : 0.20 m
- Separación entre filas de plantas: 0.20 m.
- Solape transversal entre bulbos de laterales contiguos: no
- Necesidades netas máximas: 7.20 mm/día
- Intervalo entre riegos periodo de máxima demanda: 1.40 días
- Frecuencia: 5 riegos por semana (F2)
- Requerimiento de lavado: 0
- Coeficiente de uniformidad de riego: 95%

Resultados obtenidos

- Número de laterales por fila de plantas: 0.50
- Número de emisores por m² : 12.5
- Número de emisores por planta: e = 0.50
- Distancia entre emisores en el lateral: 0.20 m
- Distancia entre laterales: 0.40
- Tiempo de aplicación: ta = 1.13 hrs.
- Dosis de riego total : Dt = 106.1 m³ /ha.
- Porcentaje de superficie mojada: 15.92%
- Radio de mojado estimado: 0.06 m.
- Profundidad mojada estimada: 0.06 m.

Tratamiento : F3

Datos de partida

- Caudal nominal del emisor: 0.75 l/h
- Tabla de la prueba de campo

Volumen de agua (lts.)	Profundidad mojada (m)	Radio de mojado (m)	Ri/Pi
2	0.15	0.15	1.00
4	0.25	0.20	0.80

- Profundidad efectiva de raíces de cultivo: 0.16 m
- Separación entre plantas en la fila : 0.20 m
- Separación entre filas de plantas: 0.20 m.
- Solape transversal entre bulbos de laterales contiguos: no
- Necesidades netas máximas: 7.20 mm/día
- Intervalo entre riegos periodo de máxima demanda: 1.75 días
- Frecuencia: 4 riegos por semana (F3)
- Requerimiento de lavado: 0
- Coeficiente de uniformidad de riego: 95%

Resultados obtenidos

- Número de laterales por fila de plantas: 0.50
- Número de emisores por m^2 : 12.5
- Número de emisores por planta: $e = 0.50$
- Distancia entre emisores en el lateral: 0.20 m
- Distancia entre laterales: 0.40
- Tiempo de aplicación: $t_a = 1.41$ hrs.
- Dosis de riego total : $D_t = 132.63$ m^3 /ha.
- Porcentaje de superficie mojada: 24.87%
- Radio de mojado estimado: 0.08 m.
- Profundidad mojada estimada: 0.08 m.

De las deducciones obtenidas a través del programa informático para F1, F2 y F3 se puede apreciar que el número de laterales por cada fila de planta es de 0.50 vale decir que se tiene un lateral y emisor por cada dos filas de plantas; con un tiempo de aplicación en horas y volumen en m^3 /ha. de 0.95 y 88.67 para F1y para F2 de 1.13 y 106.1; para F3 de 1.41 horas con un gasto de 132.63 m^3 /ha.

Los resultados obtenidos a través del programa informático son aproximados a los observados en el ensayo, referidos específicamente al número de laterales por fila de plantas, número de emisores por metro cuadrado, número de emisores por planta, distancia entre emisores, distancia entre laterales.

En cuanto se refiere a la dosis de riego total cuyo resultado para F1 fue de 88.7 m^3 /ha para un tiempo de 0.95 horas es diferente de 81.7 m^3 /ha calculado para el ensayo, existiendo una diferencia de 7 m^3 .

Para F2 se obtuvo 101.1 m^3 /ha. y un tiempo de 1.13 horas, es diferente de 97.2 m^3 /ha. calculado para el ensayo existiendo una diferencia de 8.9 m^3 /ha.

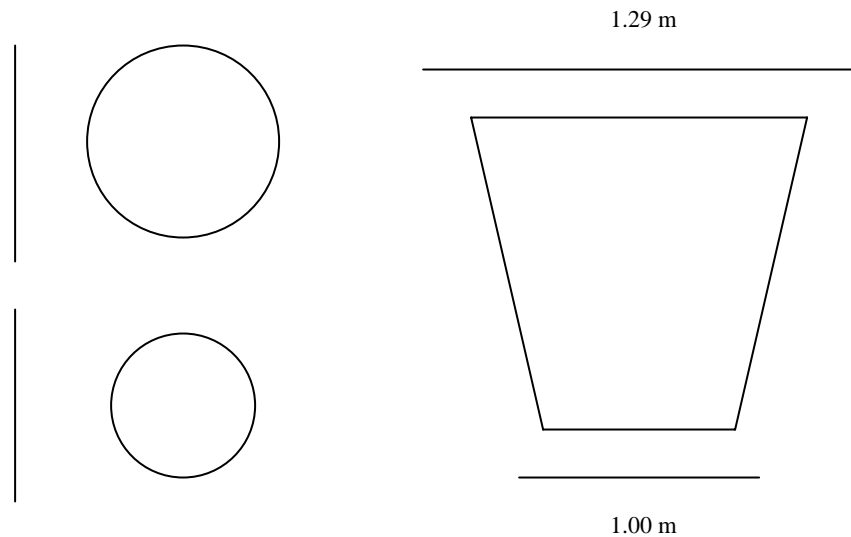
La frecuencia F3, presentó un volumen aplicado de 132.6 m^3 /ha. para un tiempo empleado de 1.41 horas que es diferente a 121.3 m^3 /ha. calculado para el ensayo, existiendo una diferencia de 11.3 m^3 /ha.

En todos los casos, F1-F2-F3, la diferencia de lo calculado a través del programa informático y el obtenido en el ensayo presumiblemente se debe a que el programa considera solo el caudal nominal del emisor.

4.5.4. Evaluación del diseño hidráulico

4.5.4.1. Capacidad del tanque de almacenamiento

El cálculo de la capacidad del recipiente se determinó a través de:



Calculo de volumen:

$$V = \pi / 12 \times h (D^2 + Dd + d^2)$$

$$V = 0.932 \text{ m}^3$$

Por tanto el volumen de almacenamiento del tanque fue de 0.932 m^3

A fin de evitar el vaciado de agua del tanque se realizó la recarga del mismo considerando su capacidad y el gasto de agua por día estableciéndose dichas recargas día por medio, de acuerdo al siguiente razonamiento:

- Día 1 : $932 \text{ lts.} - 259.2 \text{ lts.} = 672.8 \text{ lts.}$
- Día 2 : $932 \text{ lts.} - 259.2 \text{ lts.} = 413.6 \text{ lts.}$
- Día 3 : $932 \text{ lts.} - 259.2 \text{ lts.} = 154.4 \text{ lts.}$

Por tanto al día 1 se aplicó 259.2 litros, al siguiente 413.6 litros momento en el cual se procedió a la recarga a fin de mantener en el depósito la cantidad suficiente de agua y evitar su vaciado hasta punto muerto.

4.5.4.2. Determinación del caudal en el filtro de malla

Para su cálculo se consideró el tamaño de orificio del filtro, diámetros del soporte filtrante, de los orificios y el nominal; además del número de orificios, altura del soporte y el número de mesh, obteniéndose los siguientes resultados:

Datos de partida

- Diámetro nominal del filtro: 0.9 pulgadas
- Diámetro del soporte filtrante: 19 mm
- Número de orificios en el soporte: 6243
- Diámetro de cada orificio: 0.3 mm
- Altura útil del soporte filtrante: 0.09 m.
- Número de mesh: 150
- Las velocidades de paso son 0.4, 0.6, 0.9, y 2 m/s.

Resultados

- El área efectiva del filtro es de 0.1 cm^2

Velocidad (m/s)	Caudal tratado (m^3/h)
0.40	0.0
0.60	0.0
0.90	0.0
1.20	0.1

Tomando en cuenta las características del filtro empleado en el sistema y considerando las velocidades estimadas de paso del agua para una malla de 150 mesh, correspondió obtener un área efectiva del filtro de 0.1 cm^2 .

El resultado obtenido es poco significativo en razón de haber empleado un filtro pequeño, pero el adecuado para el sistema observándose el buen comportamiento del mismo.

4.5.4.3. Cálculo de gradiente de pérdida de carga en la tubería

Con los datos de diámetro interior de la tubería (18 mm) y el caudal de 1.6 m³/h, además de la temperatura del agua (5°C) se obtuvo los siguientes resultados a través del programa informático.

Datos de partida

- Diámetro interior (mm) : 18
- Caudal (m³/h): 1.6
- Temperatura del agua (°C): 5

Resultados obtenidos

- Temperatura del agua: 5°C
- J (18 mm; 1.60 m³/h) : 22.394 m/100 m
- V = 1.75 m/s
- Coeficiente de viscosidad cinemática: 1.52x10⁻⁶ m²/s.
- Re = 20682.9
- f = 0.026

De los resultados obtenidos observamos una pérdida de carga de 22.3 m. por cada 100 m. a una velocidad de 1.75 m/s. El número de Reynolds calculado es de 20682.9 que es superior a 4000 por lo tanto el régimen de flujo en la tubería es turbulento.

Al respecto Azevedo (1975), señala que en condiciones prácticas, el movimiento del agua en las tuberías es siempre turbulento.

Por consiguiente las pérdidas de carga fueron mínimas en razón de las características de la red del sistema cuyos tramos en longitud de tubería fueron pequeños.

4.5.4.4. Diseño y cálculo de tuberías laterales

Con los datos exigidos por el programa informático se obtuvo los siguientes resultados:

Datos de partida

- Caudal nominal del emisor: 0.75 l/h
- Tolerancia de presiones: 8.44 mca.
- Caudal medio del emisor : 0.85 l/h (dato de campo)
- Pérdida de carga en la conexión del emisor: diámetro interior tubería 18 mm.; $f_e = 0.08$ m
- Separación entre emisores en la tubería: 0.20 m.

Resultados obtenidos

- Pendiente (s) : -1%
- Diámetro interior (mm): 15
- Longitud máxima del lateral: 189.8

Complementando con datos referido al emisor según la formula $Q = K_d \times P^x$ se obtuvieron los siguientes resultados:

Datos del emisor

- Exponente de descarga: $x = 0.54$
- Coeficiente de descarga: $K_d = 1.31$
- Pérdida de carga en la conexión: $f_e = 0.12$

Datos del lateral

- Longitud: $L = 2.50$ m.
- Separación entre emisores: $S_e = 0.20$ m.
- Separación entre el primer emisor y la toma: $S_{e1} = 0.15$ m.
- Caudal medio del emisor: $q_a = 0.85$ l/h

- Diámetro interior del lateral: $D_i = 15 \text{ mm}$.
- Tipo de tubería: PE
- Pendiente del terreno: $s = -1\%$

Resultados obtenidos

- Número de emisores: 13
- Ordenada media del terreno: 0.01 m.
- Ordenada media de la curva de fricción: 0.00 m.
- Caudal medio real de los emisores: $q_a = 0.85 \text{ l/h}$
- Presión media real en el lateral: $h_a = 0.45 \text{ mca}$.
- Distancia desde el final al punto de presión media= 1.20 m
- Pérdida de carga: $h_f = 0.00 \text{ mca}$.
- Caudal de entrada en el lateral: $q_l = 11.03 \text{ l/h}$.
- Presión de entrada en el lateral: $h_l = 0.44 \text{ mca}$.
- Presión mínima en el lateral: $h_n = 0.44 \text{ mca}$.
- Distancia desde el final al punto de presión mínima: 2.50 m.
- Diferencia de presiones desde la entrada: $D_h = 0.00 \text{ mca}$.
- Presión al final del lateral: $h_c = 0.46 \text{ mca}$.
- Diferencia de presiones desde el final: $D_{hc} = 0.02 \text{ mca}$.

Los resultados obtenidos demuestran que corresponde 13 emisores por cada lateral para una longitud de 2.5 m. que es muy próximo a los 12 emisores presentes, lo que se evidenció en el diseño y ejecución del sistema, en relación a la presión real en el lateral el resultado obtenido es de 0.45 mca., valor que esta por debajo de los máximo permitido que es de 8.44 mca., existiendo una pérdida de carga en el mismo de cero, y una diferencia de presiones desde el punto inicial al final de 0.02 mca. que es mínima por el hecho de tratarse de una longitud del lateral de 2.5 m.

4.5.4.5. Tolerancia de presiones en la subunidad de riego

Tomando en cuenta la ecuación para emisores $Q=K \times P^x$ siendo los valores para x,

K de 0.54 y 1.31 respectivamente para el tipo de cinta empleado, además considerando el coeficiente de variación y uniformidad se obtuvo los siguientes resultados.

Limites de utilización del Proyecto Riego clavel

Datos de partida

- Separación entre plantas en la fila: $S_p = 0.20$ m
- Separación entre filas de plantas : $S_r = 0.20$ m
- Dosis total de riego pico: $D_r = 0.30$ l/planta y día
- Número de emisores por planta : $e = 1$
- Caudal nominal del emisor : $q_{nom} = 0.75$ l/h
- Tiempo disponible para riego: $t_d = 0.35$ h.
- Dotación anual de riego: $DR = 10800$ m³/ha.
- Superficie a regar: $S = 0.0012$ ha.

Resultados previos

- Tiempo de aplicación: $t_a = 0.37$ h (ajustado)
- Número de unidades operacionales de riego: $N = 1$
- Caudal ajustado del emisor : $q_a = 0.81$ l/h.
- Superficie de la unidad operacional media: 0.0012 ha.
- Dotación anual de riego: $DR = 13$ m³
- Tiempo de operación anual de la instalación: $t_o = 53.28$ h.

Calculo de la tolerancia de presión en la unidad operacional:

Datos de partida

- Exponente de descarga del emisor : $x = 0.54$
- Coeficiente de descarga del emisor : $K_d = 1.31$
- Caudal medio del emisor: $q_a = 0.81$ l/h
- Coeficiente de variación del emisor : C.V. = 3 %
- Número de emisores de los que recibe agua cada planta: $e = 1$
- Coeficiente de uniformidad de riego: C.U. = 95%

Resultados

- Presión media: $h_a = 0.41$ mca.

- Presión mínima subunidad: $(h_n)_s = 0.40$ mca.
- Caudal mínimo del emisor: $q_n = 0.80$ l/h
- Tolerancia de presiones en la subunidad: $DH_s = 0.02$ mca
- Tolerancia de presiones en el lateral: $Dha = 0.01$ mca.

Con los datos de partida requeridos por el programa se obtuvo un caudal ajustado del emisor de 0.81 l/h, con una dotación anual de riego de 13 m^3 y un tiempo de riego de 53.28 horas.

Las presiones media y mínima obtenidas fueron de 0.41 m.c.a. y 0.40 m.c.a., para un caudal mínimo del emisor igual a 0.80 l/h. y tolerancia de presiones para la subunidad y lateral igual de 0.02 y 0.01 m.c.a.

En consideración a lo enunciado, debe destacarse que el valor de 0.41 m.c.a. es función de la presión media de trabajo del emisor y de su caudal ajustado, presentando además una presión mínima permitida de 0.40 m.c.a. que garantiza alcanzar un coeficiente de uniformidad del 95%.

Respecto del caudal mínimo del emisor de 0.80 l/h, este se aproxima al caudal medio del gotero registrado en las pruebas de campo que fue de 0.854 l/h, por tanto el resultado es confiable.

En cuanto se refiere a la tolerancia de presión en la subunidad y lateral, los valores encontrados de 0.02 y 0.01 m.c.a. expresan el rango permisible sobre la media de 0.41 m.c.a. por lateral y emisor, siendo estos los límites mínimos en razón de la dimensión del sistema implementado.

4.5.4.6. Diseño y cálculo de tuberías terciarias

Considerando la longitud de la tubería terciaria de 0.80 m. y el número de laterales igual a 2, la tolerancia de presión en la terciaria de 0.13 m.c.a. además de la presión de entrada en el lateral medio de 0.44 m.c.a. se obtuvo los siguientes resultados:

Terciaria : T 1

Datos de partida

- Material de la tubería: LPDE, presión nominal = 0.4 MPa
- Longitud mínima por tramo : 0.80
- Subunidad rectangular : S
- Separación entre laterales: 0.40
- Distancia desde la toma al primer lateral : 0.25 m.
- Número de laterales en la terciaria: 2
- Caudal de entrada del lateral: 11.03 l/h.
- Tolerancia de presiones en la terciaria: 0.02 mca.
- Presión de entrada en el lateral: 0.44 mca.

Resultados terciaria: T1

Curvas de fricción ajustadas:

Diámetro interior: 21 mm. ; diámetro exterior : 25 mm

$$H_f = 23.6762D^{-0.5}x^{1.8873} \quad ; R^2 = 1.0000$$

Terciaria

- Material de la tubería: LPDE; presión nominal = 0.4 Mpa
- Diámetro exterior : 25 mm; diámetro interior : 21 mm
- Caudal de entrada en la terciaria: $Q_m = 22.06$ l/h
- Presión de entrada en la terciaria: $H_m = 0.44$ mca.
- Presión media real en la terciaria: $H_a = 0.44$ mca.
- Presión máxima en la terciaria: $H_{max} = 0.44$ mca.
- Presión mínima en la terciaria : $H_n = 0.44$ mca.
- Diferencia de presiones: $DH_m = 0.01$ mca.
- Distancia al final del punto de presión máxima: 0.00 m.
- Distancia al final del punto de presión media: 0.40 m.
- Distancia al final del punto de presión mínima: 0.65 m.

Los cambios de presión en la terciaria oscilan en promedio 0.44 m.c.a. no existiendo cambios significativos por la longitud de la misma de 0.80 m. El programa recomienda además el uso de tubería con diámetro igual a $\frac{3}{4}$ para facilitar la conducción de 22.06 l/h con una presión promedio de 0.44 mca. (valor menor a 1 PSI).

4.6. Análisis económico

Los cuadros No. 51 y 52, representan el presupuesto parcial de los tratamientos de tres frecuencias de riego en el clavel por pico de producción. Los resultados indican los rendimientos promedio ajustado, beneficio bruto de campo, costos variables y beneficios netos por cada tratamiento.

Para el análisis económico no se consideró los costos fijos en razón de que el propósito del presente trabajo es determinar el mejor comportamiento de una de las tres frecuencias de riego en el cultivo del clavel.

CUADRO No. 51 Presupuesto parcial de los tratamientos en clavel/ha. al primer pico

CONCEPTO	F1	F2	F3
1) Rendimiento promedio			
a. Número paquetes/1000m ² 2 ^a . Categoría	55	45	28
b. Número paquetes/1000m ² 3 ^a . Categoría	745	725	682
2) Rendimiento ajustado			
a. Numero paquetes/1000m ² 2 ^a . Categoría	50	40	25
b. Costo por paquete 2 ^a . Categoría (Bs.)	9	9	9
c. Costo paquete/ha. Bs./1000m ² .	450	360	225
d. Número paquetes/1000m ² . 3 ^a . Categoría	716	652	614
e. Costo por paquete 3 ^a . Categoría (Bs.)	7	7	7
f. Costo paquete/1000m ² . Bs./1000m ² .	5012	4564	4298
3) Beneficio bruto de campo (Bs./1000m ² .)	5462	4924	4523
COSTOS MONETARIOS VARIABLES			
4) Volumen de agua m ³ /1000m ² .	820.8	684	547.2
5) Costo m ³	1.5	1.5	1.5
6) Costo monetario variable (Bs./1000m ²)	1231.2	1026	820.8
COSTOS VARIABLES DE OPORTUNIDAD			
7) Número de aplicaciones	114	95	76
8) Costo por aplicación	10	10	10
9) Costos de oportunidad	1140	950	760
10) Total de costos variables (Bs./1000m ²)	2371.2	1976	1580.8
11) Beneficio neto (Bs./1000m ² .)	3090.8	2948	2942.2

Fuente: Elaboración propia

CUADRO No. 52 Presupuesto parcial de los tratamientos en clavel/ha. al segundo pico

CONCEPTO	F1	F2	F3
3) Rendimiento promedio			
a. Número paquetes/1000 m ² 2 ^a . Categoría	52	37	26
b. Número paquetes/1000m ² 3 ^a . Categoría	610	573	555
4) Rendimiento ajustado			
a. Numero paquetes/1000m ² 2 ^a . Categoría	47	33	23
b. Costo por paquete 2 ^a . Categoría (Bs.)	9	9	9
c. Costo paquete/1000m ² Bs.-	423	297	207
d. Número paquetes/1000m ² 3 ^a . Categoría	549	516	499
e. Costo por paquete 3 ^a . Categoría (Bs.)	7	7	7
f. Costo paquete/Ha. Bs./1000m ²	3843	3612	3493
3) Beneficio bruto de campo (Bs./1000m ² .)	4266	3909	3700
COSTOS MONETARIOS VARIABLES			
4) Volumen de agua m ³ /1000m ²	259.2	216	172.5
5) Costo m ³	1.5	1.5	1.5
6) Costo monetario variable (Bs./1000m ²)	388.8	324	258.7
COSTOS VARIABLES DE OPORTUNIDAD			
7) Número de aplicaciones	36	30	24
8) Costo por aplicación	10	10	10
9) Costos de oportunidad	360	300	240
10) Total de costos variables (Bs./1000m ²)	748.8	624	498.7
11) Beneficio neto (Bs./1000m ²)	3517.2	3285	3201.3

Fuente: Elaboración propia

El cuadro No. 53, expresa el análisis marginal de los tratamientos ordenados según el pico de producción, los beneficios netos, costos variables, costos marginales y la tasa de retorno marginal.

CUADRO No. 53 Análisis marginal de tratamientos por pico de producción.

PICO	Beneficio neto (Bs./1000 m ²)	Tratamiento	Costo variable (Bs./1000 m ²)	Incremento marginal en beneficio neto Bs./1000 m ²	Incremento marginal en costo varia. Bs./1000 m ²	Tasa de retorno marginal %
1er. Pico	3090.8	F1	2371.2	142.8	395.2	36.1
	2948	F2	1976	5.8	395.2	1.5
	2942.2	F3	1580.8	--	--	
2do. Pico	3517.2	F1	748.8	232.2	124.8	186
	3285	F2	624	83.7	125.3	66.8
	3201.3	F3	498.7	--	--	

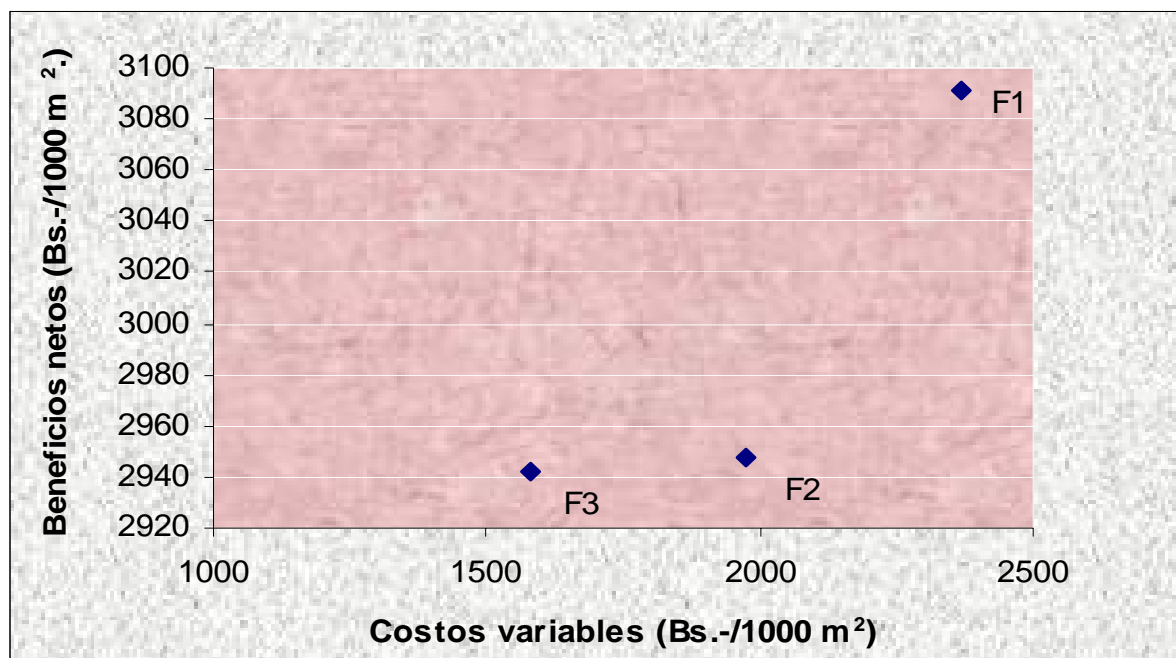
Fuente: Elaboración propia

Del cuadro precedente se observa que al primer pico de producción destaca la frecuencia 1 (6 riegos/semana) con 3090.8 Bs./1000 m², con una tasa de retorno marginal de 36.1 %, seguido por la frecuencia 2 (5 riegos/semana) con un beneficio neto de 2948 Bs./1000 m² y tasa de retorno del 1.5%.

Para el segundo pico de producción resalta la frecuencia 1 con un beneficio neto de 3517.2 Bs./1000m², siendo el retorno marginal de 186 %, consecutivamente se ubica la frecuencia 2 con un beneficio de 3285 Bs./1000 m² y 66.8 % de retorno marginal.

Las figuras No. 29 y 30, demuestran las curvas de beneficio neto en Bs./1000 m². para las frecuencias F1-F2-F3 en función de los costos variables (Bs./1000 m²).

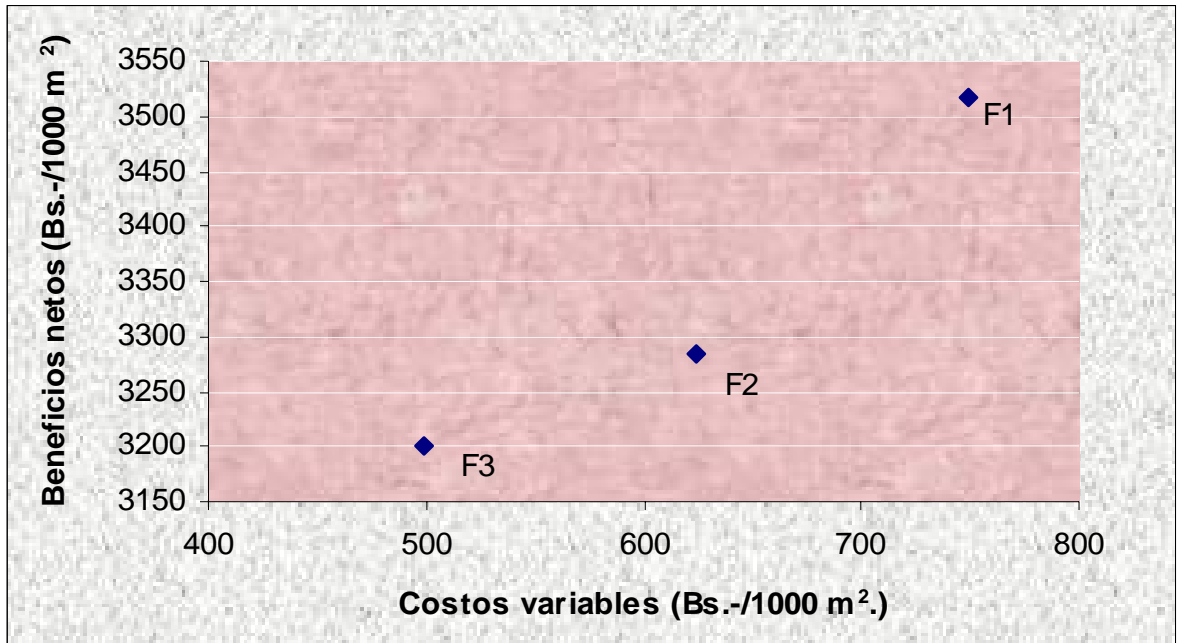
FIGURA No. 29 Curva de beneficio neto vs. costos variables para los tratamientos al primer pico.



Fuente: Elaboración propia

La figura No. 29, demuestra que la frecuencia 1 (6 riegos/semana) tiene el mejor beneficio neto marginal, que es superior a las frecuencias 2 y 3, por lo tanto se deduce que este es económicamente una buena opción considerando que el retorno marginal es de 36.1 %, vale decir que por cada 1 Bs. Invertido se espera recobrar 1 Bs. y obtener 0.36 Bs. más.

FIGURA No. 30 Curva de beneficio neto vs. costos variables para los tratamientos al segundo pico.



Fuente: Elaboración propia

La figura No. 30, muestra que la frecuencia 1 (6 riegos/semana) tiene el mejor beneficio neto marginal, que es superior a las frecuencias 2 y 3, por lo tanto se infiere que este tratamiento es económicamente una buena opción considerando que el retorno marginal es de 186 %, vale decir que por cada 1 Bs. invertido se espera recobrar 1 Bs. y obtener 1.86 Bs. adicionales.

V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos que estriban en el análisis secuencial de cada componente propuesto en el presente ensayo se llegó a las siguientes conclusiones:

En relación al análisis de variables de respuesta se tiene:

- La variable longitud de tallo presentó diferencias altamente significativas entre tratamientos, destacándose el tratamiento F1 (6 riegos por semana) al haber demostrado mayor incidencia en el largo de tallo al primer y segundo pico, consecutivamente le siguen los tratamientos F2 y F3 que en promedio obtuvieron valores inferiores a F1.
- El diámetro de tallo presentó diferencias altamente significativas y significativas entre tratamiento al primer y segundo pico respectivamente, siendo que la diferencia en esta variable fue notorio para el tratamiento F1 demostrando ser superior a los resultados obtenidos para F2 y F3 supeditado por un riego moderado.
- La aplicación de agua mediante riego intenso, 6 riegos/semana (F1), repercutió en el tamaño de flor al primer y segundo pico a diferencia de F2 (5 riegos/semana) y F3 (4 riegos/semana), valores que decrecieron progresivamente a efecto de aplicar riego moderado influyendo en el normal crecimiento del botón floral lo que implico la disminución de la calidad, demostrándose además que en el análisis estadístico de esta variable existió diferencias altamente significativas.
- Con relación al perímetro de flor en su análisis estadístico demostró diferencias altamente significativas al primer y segundo pico evidenciándose que la frecuencia 1 (6 riegos/semana) repercutió positivamente en esta variable, consecutivamente se ubican los tratamientos 2 y 3. Los resultados para la misma variable al segundo pico reflejan una disminución en el perímetro en comparación al primero, deduciéndose que este fenómeno sea a causa de cambios en la temperatura, intensidad de luz (fotoperiodo).
- La variable número de tallos florales en el análisis estadístico demostró diferencias significativas y altamente significativas al primer y segundo pico respectivamente, comprobándose la predominancia del tratamiento F1 respecto de F2 y F3. Por consiguiente la incidencia del riego localizado de alta frecuencia se ve reflejado en permitir que el sustrato se encuentre a humedad constante facilitando el

desplazamiento del agua asociado con nutrientes hacia la raíz y planta provocando reacciones fisiológicas que motivan el crecimiento y desarrollo de nuevos brotes.

- El análisis estadístico de la variable duración de flor en florero presentó diferencias altamente significativas como resultado de los tratamientos F1, F2 y F3; considerándose dos factores de preservación como son la temperatura y humedad relativa, los que suscitan la aceleración o retraso del proceso de marchitamiento de la flor cortada. Dicha variable en el periodo correspondiente al primer pico a una temperatura y humedad relativa media de 13°C y 65 %, reflejó la predominancia del tratamiento F1 permitiendo la mayor permanencia en florero hasta la marchitez, consecutivamente se ubican las frecuencias 2 y 3. Las flores cortadas en el segundo pico se sometieron a la prueba de duración en florero bajo condiciones de temperatura y humedad relativa igual a 8.9°C y 42 % respectivamente, evidenciándose que el tratamiento F1 repercutió en mantener más turgentes a los tallos (42 días) a diferencia de los tratamientos 2 y 3.
- La aplicación de una alta frecuencia de riego en el cultivo de clavel y el número de días al corte se reflejó en la diferencia predominante del tratamiento 1, tanto al primer y segundo pico, al presentar en promedio menor tiempo (181 días) desde el trasplante hasta el primer pico de producción. Seguidamente se ubican los tratamientos 2 y 3 cuyas medias en el número de días al corte fue mayor al primer y segundo pico de producción.

En ambos casos el análisis estadístico demostró la existencia de diferencias altamente significativas, lo que indica que el comportamiento de los tratamientos en relación a esta variable fue distinto.

- Considerando la norma de clasificación estándar Sim, correspondió obtener tallos de segunda y tercera categoría, destacando el tratamiento 1 al primer y segundo pico con mayor cantidad de paquetes, consiguientemente se ubican los tratamientos 2 y 3 con menor cantidad de paquetes por hectárea.
- La variedad estudiada, presentó baja incidencia de plagas y enfermedades fungosas, debido principalmente al buen manejo del cultivo y la carpa solar.

A nivel del análisis físico – químico del sustrato y agua:

- El análisis físico y químico del sustrato demostró que este pertenece al tipo franco arenoso con densidad aparente y real ideales que desde el punto de vista de requerimiento para el cultivo este cumple con las exigencias. El pH se calificó como fuertemente ácido presumiéndose que hubiese provocado la inmovilización de elementos nutrientes repercutiendo en el crecimiento.
- En cuanto se refiere al análisis químico del agua, este se califica dentro la clase C1S1 que es apta para su uso en riego.

A nivel de la variación de temperatura y humedad relativa dentro la carpa solar:

- La temperatura máxima promedio registrada dentro la carpa solar durante el periodo del ensayo incidió en el crecimiento óptimo del cultivo, aunque la influencia no fue notoria en la formación y producción de botones florales.
- Por otro lado la temperatura mínima no influyó de forma significativa en el desarrollo normal del cultivo.
- En lo que se refiere a la humedad relativa máxima promedio registrada, esta se ubicó por debajo de lo recomendado para el cultivo que es de 80%, la repercusión de este factor ambiental pudiera haber influenciado en la calidad de producción.

A nivel del movimiento del agua en función del potencial presente en el sustrato:

- El factor F1 (6 riegos/semana) presentó una mínima variación en el contenido de humedad, tensión en el sustrato al primer y segundo pico, por consiguiente la alta movilidad del agua en el complejo sustrato – planta afecto positivamente en la calidad de producción del clavel.
- La frecuencia F2 (5 riegos/semana) reflejó una tensión alta por la poca humedad presente en el sustrato, tanto al primer y segundo pico, por consiguiente el efecto fue notorio en la determinación de la calidad de flor.
- La frecuencia F3 (4 riegos/semana) al primer y segundo pico registró tensiones aún mayores a F1 y F2, debido a la escasa presencia de agua en el sustrato, lo que influyó en la calidad física de la flor.

- El movimiento del agua desde el sustrato hacia la planta y aire exterior provocó la diferencia en el gradiente hidráulico. Así se reflejó en el análisis del contenido de humedad en el sustrato registrado a través de los tensiometros, provocando cambios en la continuidad lo que se vio reflejado en el mes de enero, en aversión a los observado en el mes de mayo, lo que implicó que el contenido higrométrico en el ambiente juegue un papel preponderante al coadyuvar a mantener la superficie cuticular de las hojas, tallos, meristemas florales turgentes repercutiendo en la mejora de los parámetros de evaluación de la calidad de flor del clavel.

En relación al sistema de riego se concluye lo siguiente:

- El coeficiente de uniformidad para el sistema fue del 95 %, considerándose este como aceptable, con caudal medio por gotero de 0.854 l/h.
- El coeficiente de variación calculado fue de 2.73 %, considerándose este valor como bueno en relación al de fabricación que es de 3%.
- La frecuencia 1, demostró una mayor superficie de mojado respecto de los tratamientos 2 y 3, por cuanto el riego a alta frecuencia permite que el área de humedecimiento se incremente.
- Respecto a la profundidad de bulbo, la frecuencia 1 presento mayor profundidad respecto de los tratamientos 2 y 3 respectivamente.
- Las pérdidas de carga en el sistema estuvieron en el orden de 22.3 m/100 m. que comparado con las línea principal y secundarias es poco significativo.
- La tolerancia de presión encontrada en las subunidades de riego fue de 0.02 mca. considerado poco significativo en razón de las dimensiones del sistema implementado.

En relación al análisis económico:

- Según el análisis marginal de tratamientos al primer pico de producción, destaca la frecuencia 1, con un beneficio neto de 3090.8 Bs./1000m² y tasa de retorno marginal de 36.1%, consecutivamente se ubican las frecuencias 2 y 3 con beneficios netos de 2948 y 2942.2 Bs./1000m².

- Para el segundo pico, en el análisis marginal de tratamientos los resultados favorecen al tratamiento 1 cuyo beneficio neto fue de 3517.2 Bs./1000m² y retorno marginal de 186 % que es superior a los tratamientos 2 y 3 con beneficios netos de 3285 y 3201.3 Bs./1000m² respectivamente.

En conclusión, de acuerdo al análisis de los resultados obtenidos se rechaza la hipótesis nula ya que existen diferencias en los parámetros de evaluación de calidad al primer y segundo pico de producción del clavel para corte bajo la influencia de tres frecuencias de riego por goteo en condiciones de carpa solar.

VI. RECOMENDACIONES

- Por los resultados obtenidos respecto de los parámetros de evaluación del cultivo se aconseja regar con una frecuencia diaria a interdiaria con la dosis y tiempo empleado en el ensayo, lo que repercutirá en el buen desarrollo del cultivo.
- De acuerdo a los resultados logrados en la clasificación de tallos se sugiere emplear esquejes de clavel de primera línea (en lo posible F1) a fin de optimizar la productividad del cultivo.
- Para un mejor desarrollo del sistema radicular y por ende de la planta en su conjunto se aconseja incrementar el volumen del sustrato, el que contribuirá también a almacenar la mayor cantidad el agua, para su posterior aprovechamiento.
- Debe seguirse con atención el procedimiento de desinfección del sustrato empleando la técnica propuesta del vapor o en su caso el método químico.
- Las condiciones climáticas del ambiente influyen en el periodo de turgencia del tallo y flor del clavel por tanto se recomienda almacenarlas en cubos con agua limpia y pura bajo condiciones de temperatura y humedad relativa controladas.
- Se sugiere experimentar con otras variedades y estudiar su comportamiento al influjo de frecuencias más prolongadas.
- Por las características que ofrece las camas bajas impermeabilizadas se aconseja su uso en pequeñas y medianas unidades de producción, evitando pérdidas de agua por percolación optimizando su aplicación mediante el reúso de este recurso.
- Por las ventajas que presentó las cintas de riego, se aconseja su uso en el cultivo de clavel para evitar la presencia de enfermedades fungosas en el cultivo, además de optimizar el uso del agua y la facilidad en su manejo.
- En lo posible se recomienda el riego por gravedad evitando así el uso de motobomba que influye en los costos de operación.

VII. BIBLIOGRAFIA

- ALPI, A. et.al. 1991. Cultivo en invernadero. Madrid – España. Edición 3ª. Editorial Mundi – Prensa.
- ARMONI, S. 1984. El riego por goteo. Estado de Israel. Ministerio de Agricultura. CINADCO.
- ARNEZ, C.F. 1996. Efecto de tres fitoreguladores en la producción y calidad del clavel de corte bajo invernadero. Tesis de Grado. Cochabamba Bolivia. Universidad Mayor de San Simón.
- AVIDAN, A. 2002. Sistemas de riego presurizado. Cochabamba – Bolivia. PRONAR – GTZ.
- AZCON – BIETO, V. et.al. 1993. Fisiología y bioquímica vegetal. Madrid – España. Editorial Interamericana – Mc. Graw Hill.
- BARBERET & BLANC, 2000. Catalogo. Murcia – España.
- BIDWELL, R. G. S. 1993. Fisiología vegetal. México D.F. Reimpresión 2ª. Editorial AGT S.A.
- BERLIJN, J. D. 1997. Riego y drenaje. México D.F. Reimpresión 4ª. Editorial Trillas.
- BERNAT, J. C. et.al. 1987. Invernaderos, construcción, manejo y rentabilidad. Barcelona – España. Editorial AEDOS.
- BLANCO, T. et.al., 1999. Invernaderos campesinos en Bolivia. La Paz – Bolivia. Editorial Plural.
- BROUWER, C. 1987. Necesidades de agua de los cultivos. Roma – Italia. Editorial FAO – IIRMTT.
- CAT – PRONAR 2002. Cálculo del área bajo riego óptimo. Cochabamba – Bolivia. Serie técnica No. 11 documento de trabajo.
- 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 de Grado. La Paz – Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés.
- CHILON, C. E. 1996. Manual de edafología. La Paz – Bolivia. Editorial UNIR-UMSA.

- CHIPANA, R. 1996. Principios de riego. Manual de Ingeniería Agronómica U.M.S.A. La Paz – Bolivia.
- CHAPIN WATERMATICS 1992. Design & installation manual for turbulent twin wall drill tape & cane turbulent drill tape. NY – USA. Second Edition
- DUCROCQ, M. 1990. Sistemas de irrigación. Barcelona – España. Ediciones CEAC.
- ENGLISH, S. W. 1967. Producción comercial de claveles. Traducido por Ángel Sánchez Gómez. Zaragoza – España. Editorial Acribia.
- FUENTES, Y. L. 1998. Técnicas de riego. Madrid – España. Edición 3ª. Editorial Mundi – Prensa.
- FOTH, H. D. 1997. Fundamentos de la ciencia del suelo. México D.F. Editorial Continental S.A. de C.V.
- GUERRERO, I. 1987. El cultivo rentable de las flores. Barcelona – España. Editorial De Vecchi S.A.
- GOMERO, L. et.al. 1999. Manejo ecológico de suelos. Lima – Perú. Editorial Grafica Stefany S. R. L. Ediciones RAAA.
- SCHWANKL L. – HANSON, B. 1997. Drip irrigation for row crops. Division of agriculture and natural resources. University of California Irrigation Program. University of California, Davis. California – USA. Revision I.
- HARTMANN, F. 1990. Invernaderos y ambientes atemperados. La Paz – Bolivia. Editorial CESYM.
- KELLER, J. 1985. Evaluación de sistemas de riego por goteo. Traducido por Héctor Malano. UTA – USA. – Centro Internacional de Riegos.
- LARSON, R.A. 1988. Introducción a la floricultura. México D.F. – Editorial AGT S.A.
- LIRA, R. H. 1994. Fisiología vegetal. México D.F. Editorial Trillas.
- LOPEZ, M. J. 1989. Producción de claveles y gladiolos. Madrid – España. Editorial Mundi – Prensa.
- MEDINA, J. A. 1988. Riego por goteo. Madrid – España. Edición 3ª. Editorial Mundi – Prensa.
- MOYA, J. A. 1998. Riego localizado y fertirrigación. Madrid – España. Editorial Mundi – Prensa.

- PALACIOS, N. A. 2002. Riego en tiempo real para la producción de semilla de papa. Tesis de Grado. La Paz – Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés.
- PENNINGSFELD, F. et.al. 1983. Cultivos hidropónicos y en turba. Madrid – España. Edición 2ª. Editorial Mundi – Prensa.
- PERRIN, R. et.al. 1976. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. México D.F.
- PIZARRO, C.F. 1996. Riegos localizados de alta frecuencia (RLAF) goteo, microaspersión, exudación. Madrid – España. Edición 3ª. Editorial Mundi – Prensa.
- QUISPE, N. G. 2003. Incidencia del riego sobre las propiedades físico – químicas del suelo en cinco comunidades del Cantón Chaguada (Provincia Camacho – La Paz) Tesis de Grado. La Paz – Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés.
- REAL ACADEMIA ESPAÑOLA, 2001. Diccionario de la lengua española. Madrid – España. Edición 22ª. Editorial Real Academia Española.
- REYES, C. P. 1978. Diseño de experimentos agrícolas. México D.F. Editorial Trillas.
- RESH, H. 1997. Cultivos hidropónicos. Madrid – España. Edición 4ª. Editorial Mundi – Prensa.
- ROBLES, C. S. 1999. Evaluación de métodos de riego. Madrid – España. Centro Nacional de Tecnología de Regadíos. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación.
- ROCABADO, P. A. 2000. Curso elemental del cultivo de clavel. Cochabamba – Bolivia. Roponce – Flor. Productores y exportadores de flores.
- RODRIGUEZ, M. 1991. Fisiología vegetal. La Paz – Bolivia. Editorial Los Amigos del Libro.
- RODRIGO, J. 1996. Riego localizado II. Programas Informáticos. Edición 2ª. Madrid – España. Editorial Mundi – Prensa.
- ROJAS, L. S. 2001. Curso de lombricultura. La Paz – Bolivia.
- SALINGER, J. P. 1991. Producción comercial de flores. Traducido por Francisco Fabregas Giné. Zaragoza – España. Editorial Acribia.
- SANCHEZ, R. 2002. Salto tecnológico en la producción agropecuaria a través de riego por goteo. Riego Master. La Paz – Bolivia.

- SERVICIO DE CONSERVACION DE SUELOS EE. UU. 1987. Relación entresuelo – planta – agua. Traducido por Emilio Avila de la Torre. México D.F. Impresión 8ª. Editorial Diana.
- SHOLTO, D. J. 1994. Hidroponía. Como cultivar sin tierra. Buenos Aires – Argentina. Editorial El Ateneo.
- SILVA, E. J. 2004. Propagación vegetativa de atriplex sp. (planta de sal) en cuatro sustratos de enraizamiento y respuesta a la fertilización nitrogenada en ambiente de walipini (Letanias – Viacha). Tesis de Grado. La Paz – Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés.
- SORIANO, G. M. 1976. Manual teórico práctico del cultivador de flor cortada. Valencia – España. Editorial SELEGRAF.
- SUPPO, R.F. 1982. Riego por goteo. México D.F. Editorial A. G. T. Editor S.A.
- VASQUEZ, V. A. 2000. Manejo de cuencas alto andinas. Lima – Perú. Editorial Universidad Nacional Agraria La Molina.
- VERDUGO, R. G. 1984. Producción de claveles en invernadero. Boletín campesino. Junio. Chile.
- WINTER, E. J. 1981. El agua, el suelo y la planta. Traducido por Contin A. México D.F. 3ª. Reimpresión. Editorial DIANA.
- WITHERS, B. 1979. El riego. México D.F. Edición 2ª. Editorial DIANA.

ANEXOS
ANEXOS

**LABORATORIO DE SUELOS Y NUTRICIÓN ANIMAL
SERVICIO DEPARTAMENTAL AGROPECUARIO "SEDAG"
ESTACIÓN EXPERIMENTAL PATACAMAYA
ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS**



Nombre: Reynaldo Medrano Velasquez Perfil N° _____

Institución: UMSA Localidad: La Paz

CARACTERÍSTICAS		HORIZONTES			
N° de laboratorio	61				
Símbolo del Horizontes	Sustrato				
Profundidad (cm)					
Arena (A)					
Limo (L)					
Arcilla (Y)					
Clase textural	F.A.				
Grava %					
Tamaño medio de grava mm.					
Da. g/cc	1,15				
Dr. g/cc	2,30				
pH 1:2.5 suelo/agua	4,65				
pH Extracto					
C.E. 1:2.5 milimhos/cm	0,381				
C.E. Extracto					
% C.O.	8,72				
% M.O. Por colorimetría	15,03				
% N.T.	0,63				
C/N	13,84				
P ppm Clsen Modificado	20,00				
Carbonatos libres	A				
Cationes					
Ca ++	0,55				
Totales P	0,29				
%					
Na +					
K +	2,30				
M.C. por calcinación %	36,32				
Color Munsell en seco					
Color Muncell en húmedo					
Cationes					
Ca ++	7,16				
Intercambiables					
Mg ++	1,02				
me/100 g					
Na +	0,09				
K +	0,22				
TBI me/100g	8,49				
Acides					
CIC me/100g					
% SB					
Humedad a CC %	27,00				
Humedad a PMP %	11,00				

Carbonatos libres
A = Ausentes
P = Presentes
PP = Presente en gran cantidad

YA = Arcillo Arenoso
FYA = Franco-arcillo-arenoso
FA = Franco arenoso
AF = Arenoso franco
Y = Arcilloso
FY = Franco arcilloso
F = Franco

YL = Arcilloso limoso
FL = Franco limoso
FYL = Franco - arcillo - limoso
L = Limoso
A = Arenoso

[Signature]
Ing. M. C. Rueda Cárhuacho M.
RESP. ÁREA SUELOS Y LAB.
UNIDAD DE RIEGO Y SUELO

ANEXO No. 2

Valores de interpretación de datos químicos de suelos.

Cationes intercambiables							Materia orgánica			Nitrogeno total %		
Ca	Mg	Na	K	Calificación	P (ppm) Olsen modificado	C.O. %	Condición climática			Condición climática		
							Frío	Templado	Cálido	Frío	Templado	Cálido
< 2	< 0,5	< 0,1	< 0,1	Muy bajo	< 3,0	0 - 1,0	< 2,8	< 1,7	< 1,0	< 0,2	< 0,1	< 0,05
2,1 - 5,0	0,6 - 1,5	0,2 - 0,3	0,11 - 0,30	Bajo	3,1 - 7,0	1,1 - 1,5	2,9 - 4,0	1,8 - 2,5	1,1 - 1,5	0,21 - 0,3	0,11 - 0,15	0,06 - 0,10
5,1 - 10	1,6 - 4,0	0,7 - 0,7	0,31 - 0,70	Moderado	7,1 - 15,0	1,6 - 2,5	4,1 - 7,5	2,5 - 4,3	1,6 - 3,0	0,31 - 0,40	0,16 - 0,25	0,11 - 0,15
10,1 - 20	4,1 - 8,0	0,8 - 2,0	0,71 - 1,20	Alto	15,1 - 25,0	2,5 - 4,0	7,6 - 10	4,7 - 7,5	3,1 - 5,0	0,41 - 0,50	0,26 - 0,30	0,16 - 0,20
< 20,1	> 8,1	> 2,1	> 1,21	Muy alto	> 25,1	> 4,0	> 10	> 7,5	> 5,1	> 0,50	> 0,31	> 0,21

Muy fuertemente ácido	< 4,5	Relaciones entre cationes de cambio					Calificación de suelos de acuerdo a las sales y sodio		
Fuertemente ácido	4,5 - 5,2	Calificación	Ca/Mg	Mg/k	Ca/K	Ca + Mg/K	CE	PSI	Clase
Moderadamente ácido	5,3 - 5,9	Relación					mmhos/cm	%	
Ligeramente ácido	6,0 - 6,5	Ideal	2	3	6	10			
Neutro	6,6 - 7,0	K					0 - 2,0	< 15	Normal
Ligeramente alcalino	7,1 - 7,5	Deficiente		18	30	40	2,0 - 4,0		Normal
Moderadamente alcalino	7,6 - 8,0	Mg					4,1 - 8,0		Salino
Fuertemente alcalino	> 8,1	Deficiente	> 10	1			8,1 - 16,0		Salino
							> 16,1		Salino

0 - 4	> 15	Sodico
4 - 8		Sal sodico
8 - 16		Sal sodico
> 16		Sal sodico

CIC	TBI	% SB	Calificación	% Saturación Aluminio	Calificación
< 6	< 3	< 20	Muy bajo	< 15	Sin problemas
6,1 - 12	3,1-5,0	20,1-40	Bajo	15,1 - 30	Limitante para cultivos susceptibles
12,1-25	5,1-10	40,1-60	Moderado	30,1 - 60	Limitante para cultivos tolerantes
25,1-40	10,1-20	60,1-80	Alto	> 60,1	Niveles tóxicos para la mayoría de cultivos
> 40	> 30	80-100	Muy alto		

Fuente: Instituto Geográfico "Agustin Cosazi". Laboratorio de suelos de Bogota - Colombia (Adoptado para la guía de interpretación de datos analíticos de suelos).
Elaborado por el Dr. T.T. Cochrane de la Misión Británica en Agricultura Tropical en Bolivia 1987.



LABORATORIO DE SUELOS Y NUTRICION ANIMAL
SERVICIO DEPARTAMENTAL AGROPECUARIO - SEDAG
ESTACION EXPERIMENTAL PATACAMAYA



ANALISIS QUIMICO DE AGUAS CON FINES DE RIEGO

INSTITUCION	REYNALDC MEDRANC - UMSA
LOCALIDAD	LA PAZ CCTA CCTA

CARACTERISTICAS	MUESTRAS				
Nº de Laboratorio		61			
Símbolo de la muestra		Agua de grifo-potable			
CE us/cm ²		30,009			
pH		8,94			
Ca meq/l		1,42			
Mg meq/l		0,47			
Na meq/l		0,07			
K meq/l		0,03			
Σ cationes meq/l		1,99			
CO ₃ ⁼ meq/l		0,00			
HCO ₃ ⁻ meq/l		0,42			
Cl - meq/l		0,34			
SO ₄ ⁼ meq/l		1,25			
NO ₃ ⁻ meq/l		0,10			
Σ Aniones meq/l		2,11			
Solidos Disueltos ppm		105			
Sedimentos g/l		0,00			
Boro ppm		0,13			
Porciento de sodio posible meq/l (PSP)		4,54			
Contenido Salino g/l					
Relación de adsorción de sodio (RAS)		0,07			
Carbonato de sodio residual meq/l (CSR)		0,00			
Peligro de salinidad		C1S1			

- C1 Agua de baja salinidad
- C2 Agua de salinidad media
- C3 Agua altamente salina
- C4 Agua muy altamente salina

- S1 Agua baja en radio
- S2 Agua media en radio
- S3 Agua alta en radio
- S4 Agua muy alta en radio

* 1 mmho/cm = 1 ds/m

[Signature]
Dr. C. Helen Camacho
 REAP, AREA SUELOS Y LAB.
 UNIDAD DE RIEGO Y SUELO
 PREFECTURA - LA PAZ
 RESPONSABLE DE LABORATORIO

ANEXO No. 4

REGISTRO DIARIO DE TEMPERATURA (° C) Y HUMEDAD RELATIVA (%)

MES: OCTUBRE

DIA	TERMOHIGROMETRO									
	T°max	H REL	T°min	H REL	8 a.m.		13 p.m.		18 p.m.	
	° C	max. %	°C	min. %	T°amb	HR	T°amb	HR	T°amb	HR
1	*****	*****	****	*****	*****	***	*****	***	*****	***
2	*****	*****	****	*****	*****	***	*****	***	*****	***
3	*****	*****	****	*****	*****	***	*****	***	*****	***
4	*****	*****	****	*****	*****	***	*****	***	*****	***
5	*****	*****	****	*****	*****	***	*****	***	*****	***
6	*****	*****	****	*****	*****	***	*****	***	*****	***
7	*****	*****	****	*****	*****	***	*****	***	*****	***
8	*****	*****	****	*****	*****	***	*****	***	*****	***
9	39,8	30	11,1	20	21,7	50	31,7	42	25,9	30
10	40,1	39	12,4	25	11,9	62	31,8	40	14,8	52
11	42,2	35	7,6	28	13,8	67	34,7	34	15,9	45
12	39,5	30	10,1	29	14,7	66	32,9	34	14,8	70
13	42,6	34	8,4	21	16,9	68	33,8	36	17,7	51
14	38,7	43	8,9	25	15,7	70	29,7	40	22,9	30
15	42	30	7,1	24	15,9	69	39,8	31	24,9	25
16	41,5	32	6,8	28	15,8	65	25,7	41	27,9	24
17	40,6	37	6,7	30	8,8	75	29,7	40	25,7	25
18	40,1	35	5,1	21	13,7	66	35,7	34	28,7	28
19	39,2	30	7,4	24	15,7	60	34,8	34	25,6	24
20	42	28	7,2	25	19,7	37	35,8	33	29,8	40
21	41,6	33	7,9	32	19,7	37	34,7	34	29,9	25
22	40,3	37	10,1	30	16,7	62	36,7	51	19,9	40
23	36,8	63	9,4	19	16,8	64	31,9	41	17,8	33
24	36	61	7,2	27	19,8	60	34,9	40	25,9	41
25	38,7	56	7,5	25	18,7	76	32,6	45	25,5	30
26	41,5	35	8	29	20,7	78	36,6	41	24,8	45
27	42,7	37	8	30	13,7	71	36,5	40	24,7	46
28	37,6	68	9,2	21	16,8	61	34,8	48	23,7	41
29	42,3	31	10,1	28	15,7	66	29,5	50	28,7	40
30	39,2	30	9,2	21	15,7	71	31,6	39	19,6	42
31	39,6	32	9,4	20	16,8	62	21,6	45	11,9	57

MES : NOVIEMBRE

DIA	TERMOHIGROMETRO									
	T°max	H REL	T°min	H REL	8 a.m.		13 p.m.		18 p.m.	
	° C	max. %	° C	min. %	T°amb	HR	T°amb	HR	T°amb	HR
1	32,1	42	9,6	30	20,8	71	30,8	52	11,8	56
2	31,5	40	10,4	33	8,8	75	29,7	51	21,9	47
3	35	45	8,1	29	19,7	78	34,7	44	21,5	38
4	36,2	67	7,6	27	15,7	61	31,8	40	24,9	46
5	39,4	35	7,8	30	17,6	76	38,8	33	20,7	31
6	40,2	39	8,2	27	17,7	75	30,8	50	19,9	40
7	37,5	62	11,4	24	19,7	77	27,7	51	19,9	41
8	37,3	60	8,5	27	16,7	60	29,7	52	20,8	33
9	35,6	42	8,4	23	19,7	80	25,7	61	17,6	54
10	31,7	40	8,6	25	17,8	74	37,8	34	22,8	45
11	42,1	35	11,3	21	19,8	75	29,6	51	19,6	40
12	34,2	69	10,7	37	19,6	78	33,5	35	22,6	30
13	41,3	40	8,9	27	18,8	77	40,7	25	24,8	44
14	39,8	41	9	29	23,7	40	34,8	35	25,7	24
15	40,4	44	7,1	24	17,7	70	36,6	51	31,8	38
16	42	45	11,1	23	20,6	79	33,7	35	21,6	39
17	41,7	33	10,8	35	17,8	75	32,9	33	26,8	30
18	41,6	32	9,9	27	17,9	74	34,7	35	36,6	29
19	42,9	29	9,5	23	20,8	78	35,7	32	34,9	40
20	45,6	32	9,8	29	20,6	77	35,9	31	25,6	24
21	42,8	35	8,7	25	20,7	78	33,7	34	29,6	40
22	44,5	36	7,8	22	18,6	75	33,9	37	28,8	29
23	41,7	29	7,9	21	17,8	76	35,9	34	31,9	36
24	42,5	29	7,8	23	20,7	79	37,9	35	23,6	42
25	42,8	30	11,7	27	14,7	65	33,8	39	20,7	32
26	36,5	45	10,7	20	15,9	69	35,6	36	32,9	34
27	43,4	36	9,8	28	21,6	49	35,8	32	32,8	37
28	41,9	30	10,9	25	18,8	75	32,7	44	20,6	32
29	39,5	33	10,7	28	17,7	74	26,6	40	20,4	36
30	41,6	30	10,9	27	16,6	64	30,9	51	20,7	30
30	41,6	30	10,9	27	16,6	64	30,9	51	20,7	30

ANEXO No. 5

REGISTRO DIARIO DE TEMPERATURA (° C) Y HUMEDAD RELATIVA (%)

MES: DICIEMBRE

DIA	TERMOHIGROMETRO									
	T°max ° C	H REL max. %	T°min ° C	H REL min. %	8 a.m.		13 p.m.		18 p.m.	
					T°amb	HR	T°amb	HR	T°amb	HR
1	33,8	65	9,8	25	15,5	61	32,8	45	30,9	40
2	41,9	35	8,8	24	12,8	65	33,7	38	27,8	29
3	42,9	28	9,8	43	16,9	66	36,6	42	30,8	41
4	38,9	40	7,8	32	16,8	60	33,9	34	32,8	44
5	38,6	41	9,5	24	15,8	70	29,8	50	20,8	32
6	42,8	30	6,8	31	17,7	71	35,6	38	22,9	44
7	39,6	32	7,7	30	15,7	63	25,7	61	25,9	26
8	31,8	40	8,7	42	18,8	78	23,7	42	16,9	51
9	29,7	71	7,8	27	12,8	79	29,9	52	30,7	42
10	30,8	72	8,8	35	17,6	76	30,8	51	24,8	45
11	42,7	32	8,5	24	19,7	81	33,4	32	19,6	41
12	38,9	44	9,7	46	11,6	61	20,6	35	21,7	38
13	29,8	74	7,7	23	15,6	70	32,7	44	21,6	39
14	38,6	48	8,8	27	17,7	76	30,6	51	21,9	40
15	39,8	30	8,6	29	16,7	62	24,7	47	19,6	42
16	34,4	67	8,7	42	15,9	68	25,5	50	20,7	35
17	37,8	64	8,9	23	15,7	70	26,6	57	33,5	34
18	33,8	62	9,8	47	13,8	68	19,8	43	29,5	28
19	29,5	69	10,6	35	17,8	77	29,4	55	20,7	37
20	38,6	41	8,8	27	18,8	79	35,7	34	19,8	41
21	39,8	32	9,6	25	19,6	60	34,9	48	24,6	45
22	37,6	71	8,8	21	16,8	64	23,5	47	22,8	34
23	37,5	74	8,6	23	11,6	62	25,5	58	20,4	33
24	29,9	65	9,7	29	15,5	71	24,6	61	19,7	47
25	34,6	73	9,8	52	19,8	75	24,5	60	29,6	39
26	36,8	70	10,7	38	16,8	62	32,9	46	27,7	35
27	42,7	35	10,9	48	13,7	70	34,9	41	24,9	58
28	39,6	31	8,8	27	8,7	71	29,8	51	27,6	28
29	38,9	51	10,7	21	20,5	74	26,7	50	20,5	52
30	38,6	42	9,6	30	22,7	69	34,5	40	19,6	43
31	41,5	30	9,8	29	16,7	61	33,4	47	20,5	50

FUENTE: Elaboración propia.

MES : ENERO

DIA	TERMOHIGROMETRO									
	T°max ° C	H REL max. %	T°min ° C	H REL min. %	8 a.m.		13 p.m.		18 p.m.	
					T°amb	HR	T°amb	HR	T°amb	HR
1	44,7	34	11,8	24	14,8	68	27,7	51	24,9	45
2	37,5	70	9,6	18	23,4	62	24,6	58	19,7	51
3	30,6	75	7,7	26	14,7	65	33,7	45	22,8	47
4	38,9	44	10,6	27	17,9	69	17,8	60	30,8	30
5	37,8	71	9,4	20	15,6	64	38,5	36	19,7	43
6	40,5	36	9,6	18	13,5	65	29,6	52	19,9	61
7	34,8	75	9,5	55	15,7	62	33,4	47	28,9	28
8	41,7	38	11,9	23	15,8	71	34,9	41	34,8	46
9	42,4	29	9,8	56	14,6	74	36,5	27	24,6	58
10	41,9	30	9,7	59	16,9	62	34,8	43	22,6	37
11	39,7	33	8,8	24	14,6	61	32,5	39	31,6	36
12	42,5	29	8,9	21	17,5	70	36,7	41	32,8	32
13	41,7	28	9,6	55	18,8	74	38,5	35	22,9	37
14	41,9	29	9,8	54	15,5	71	42,8	30	26,7	29
15	43,8	37	10,7	28	15,8	70	15,7	62	23,9	30
16	38,5	51	9,6	54	14,6	61	35,7	44	26,9	42
17	38,9	71	9,8	45	13,7	72	28,8	51	23,5	42
18	31,5	40	9,6	38	15,8	65	33,9	47	21,7	35
19	31,4	60	9,8	49	11,7	74	29,7	53	17,7	31
20	36,7	45	6,9	29	10,8	73	34,8	40	16,5	42
21	36,5	46	7,6	33	14,7	65	37,9	35	27,8	43
22	40,8	38	10,7	30	13,8	62	30,7	54	19,9	41
23	33,9	70	10,8	39	13,5	63	20,7	64	27,6	31
24	35,5	47	8,6	40	15,7	66	36,8	37	24,9	50
25	41,7	49	10,8	27	16,7	63	36,9	38	31,6	29
26	42,6	31	9,7	44	17,6	68	35,9	34	30,6	33
27	41,5	39	10,6	26	17,8	66	30,8	53	31,6	35
28	41,7	37	10,9	25	20,7	71	25,7	62	31,9	40
29	39,8	35	8,6	22	16,6	70	37,8	38	21,9	37
30	41,5	38	10,7	27	17,6	63	22,5	45	33,5	32
31	41,7	30	9,6	23	16,8	67	37,8	37	24,9	28

ANEXO No. 6

REGISTRO DIARIO DE TEMPERATURA (° C) Y HUMEDAD RELATIVA (%)

MES : FEBRERO

DIA	TERMOHIGROMETRO									
	T°max ° C	H REL max. %	T°min ° C	H REL min. %	8 a.m.		13 p.m.		18 p.m.	
					T°amb	HR	T°amb	HR	T°amb	HR
1	41,7	29	10,5	30	15,7	71	36,9	42	24,7	59
2	38,8	51	11,7	25	13,8	70	26,5	63	19,6	54
3	33,5	70	7,9	24	17,8	69	34,6	45	28,7	36
4	41,9	29	10,8	32	14,8	71	30,8	37	25,5	42
5	37,8	54	11,6	23	22,6	72	35,7	35	20,5	52
6	37,9	71	10,7	33	14,8	70	25,5	61	15,8	57
7	32,7	53	10,8	38	15,7	65	33,7	49	16,6	55
8	39,8	39	10,9	31	12,8	64	36,5	33	22,9	34
9	43,9	29	11,6	27	18,9	74	37,8	39	17,6	52
10	42,5	39	10,7	30	16,5	72	37,7	32	17,8	56
11	37,6	71	8,8	21	11,7	70	35,5	39	17,6	51
12	38,5	40	8,5	27	14,8	65	25,8	52	19,9	60
13	31,9	51	10,6	29	12,7	72	22,5	51	19,7	51
14	31,8	50	10,7	31	12,5	71	33,8	47	17,8	31
15	32,6	44	10,4	30	14,6	68	32,8	38	21,6	35
16	36,6	44	11,9	32	13,5	72	31,7	41	16,5	42
17	36,7	47	10,7	36	14,7	69	21,7	60	17,6	35
18	36,5	45	10,8	29	15,8	71	15,7	59	24,6	42
19	37,6	53	10,6	24	15,7	72	31,5	42	13,8	52
20	35,9	47	10,8	34	13,8	71	22,6	45	10,8	58
21	35,8	49	9,7	54	14,9	70	31,5	40	22,6	47
22	33,4	73	11,5	32	14,5	71	27,4	51	17,8	38
23	27,9	62	10,6	30	13,7	72	28,5	52	20,6	47
24	30,7	63	8,8	27	18,7	76	33,8	46	19,9	62
25	32,8	52	9,7	54	16,5	63	31,7	42	18,9	47
26	36,9	44	10,9	33	14,6	66	22,8	43	20,5	59
27	42,5	30	11,5	24	13,6	71	22,7	45	20,9	62
28	21,7	53	8,7	40	13,5	70	30,5	51	18,7	57

FUENTE: Elaboración propia

MES : MARZO

DIA	TERMOHIGROMETRO									
	T°max ° C	H REL max. %	T°min ° C	H REL min. %	8 a.m.		13 p.m.		18 p.m.	
					T°amb	HR	T°amb	HR	T°amb	HR
1	37,4	48	9,3	53	13,3	75	24,6	52	18	56
2	34,6	77	10,7	29	12,4	74	28,8	53	19	61
3	34,2	70	8,7	40	14,3	78	24,5	57	20	53
4	33,1	79	11,9	38	13,3	75	25,2	62	24,4	59
5	38,2	72	9,5	57	13,1	79	29,1	50	26,8	41
6	39,3	47	11,1	29	14,1	70	36,5	41	22,1	47
7	37	47	10	27	15,7	72	37,1	32	22,2	46
8	35,5	50	11,1	35	14,8	71	35	34	21,3	46
9	38,1	64	10,4	32	12	68	18	61	20	55
10	32,2	54	11,1	48	15,2	76	31,9	40	17,4	54
11	33,4	72	10,9	39	19,3	73	24,3	57	20	46
12	38,5	44	10,9	35	13	72	30,8	53	23,3	43
13	36,7	46	11,2	34	14,5	71	35,1	47	18,7	46
14	36,5	45	10,2	35	15,1	69	32,5	37	19,8	44
15	37,6	54	10,4	31	14,1	68	36,1	34	16	54
16	38,7	59	8,6	39	13,7	72	23,2	44	15,8	59
17	36,7	66	11,2	43	15	74	18,8	69	24	54
18	36,1	64	11	49	13,6	78	20,5	63	18,1	57
19	38,2	45	10,1	37	10,6	76	33,4	48	20	45
20	39	79	10,8	31	14,3	70	24,3	49	16,7	58
21	29,3	43	10	49	18,3	77	32,7	46	26,2	37
22	41,5	36	10,7	28	18,5	76	40,5	36	21,7	36
23	37,6	70	11,8	24	12,9	67	36,1	36	22,2	37
24	41,3	39	11,2	27	14,8	69	30,7	36	24,4	29
25	41,5	28	10,3	21	15,7	66	39,6	33	29,8	25
26	40,2	27	9,1	19	16,7	63	41,1	29	26,2	26
27	39,9	32	10,6	20	14,8	63	38,9	34	20,9	32
28	39,3	36	10,3	23	12,4	64	33,4	41	21,3	36
29	39,6	32	10,2	24	14,9	66	41,2	33	22,5	32
30	39,6	53	11,4	23	14,6	66	23,5	42	24,7	46
31	29	41	11,1	46	13,7	72	29	51	14,3	63

ANEXO No. 7

REGISTRO DIARIO DE TEMPERATURA (° C) Y HUMEDAD RELATIVA (%)

MES : ABRIL

DIA	TERMOHIGROMETRO									
	T°max ° C	H REL max. %	T°min ° C	H REL min. %	8 a.m.		13 p.m.		18 p.m.	
					T°amb	HR	T°amb	HR	T°amb	HR
1	28,5	41	10,3	55	11,6	75	34,2	42	24,6	41
2	39,6	69	11,6	30	14,6	69	35	35	16,7	43
3	37	51	9,5	29	15,2	67	33,2	41	16,2	50
4	39,5	45	8,5	26	11,5	70	37,6	37	20,9	45
5	38,8	50	11,7	25	14,4	70	36,3	50	19,9	50
6	39,5	39	7,4	33	9,9	72	37,3	30	19,5	50
7	38,6	41	8,9	22	13,5	67	41,3	24	19,7	41
8	37,8	32	7,5	27	13,1	66	36,2	28	17,4	32
9	38,9	37	8,1	24	11,9	62	36,3	31	21,9	36
10	40	42	10	23	11,3	65	38,5	40	17,3	42
11	37,2	45	6,7	32	14,4	66	29,2	34	20	42
12	36	37	9,9	35	14,3	68	26,4	43	19,7	37
13	38,5	54	10,1	23	12,4	66	24,5	57	19,2	48
14	32,8	42	8,5	39	12,3	71	28,4	44	21,3	40
15	33,2	44	7,7	36	13,9	67	33,9	36	15	44
16	27,8	52	7,3	28	12,5	66	26,8	34	17,2	55
17	40	52	6,6	31	7,4	72	39	33	17,8	52
18	39,3	53	8,5	38	10,1	70	37,3	37	18,6	53
19	35,2	49	8,3	73	12,3	65	28,9	45	18	49
20	41,1	38	9,5	35	11,3	70	35,5	34	18,6	38
21	41,1	39	8,4	32	14,6	66	26,6	39	15,4	51
22	22,2	65	8,9	33	12,3	69	21,4	52	15	40
23	30,6	54	9	54	10	75	30,2	62	18,1	50
24	33,8	33	6,7	44	8,8	75	32	32	20,8	30
25	29,1	49	6	25	9,4	65	28,1	39	17,9	49
26	31,1	49	7,5	71	11,8	70	31,4	42	19,1	46
27	28,8	70	10,6	72	11,9	72	15,2	68	14,7	70
28	18,8	67	10,2	80	12	65	29,5	40	17,8	51
29	38,6	28	3,2	23	3,9	70	37,1	30	18,4	28
30	39,4	34	5,9	20	11,8	64	35,9	32	19,9	33

FUENTE: Elaboración propia.

MES : MAYO

DIA	TERMOHIGROMETRO									
	T°max ° C	H REL max. %	T°min ° C	H REL min. %	8 a.m.		13 p.m.		18 p.m.	
					T°amb	HR	T°amb	HR	T°amb	HR
1	38,5	35	6	65	9,6	65	32,3	34	20,1	35
2	37,9	30	7,4	25	7,9	66	38,7	33	21,5	33
3	37	30	6,9	20	7,7	63	38,5	30	17,8	30
4	37,6	50	8,3	21	11,4	65	23,4	39	14,2	50
5	30	35	7,6	34	13,1	70	34,7	34	20,6	35
6	34,3	47	4,5	26	7,3	67	33,2	32	13,9	47
7	36,5	41	9,2	25	10,1	66	36,2	34	17,5	41
8	34,6	45	5,2	66	9,5	66	28	41	16,9	45
9	35,2	45	8,3	30	9,7	67	31,3	36	15,6	45
10	36,5	50	10,3	26	11,2	69	31,2	36	14,5	50
11	36,3	38	5,2	31	5,5	70	36,4	31	19,5	38
12	38,2	37	6,7	24	11,3	67	36,2	31	26,2	28
13	31,2	39	6,5	24	7,4	62	32,8	35	18,6	39
14	32,5	33	6,8	29	7,4	68	29,5	39	22,5	30
15	37,7	27	4,9	24	13,4	63	36,6	29	23,7	27
16	33,8	27	5,7	21	6,4	63	36,8	23	20,2	27
17	32,7	28	3,7	21	4,3	58	36,2	23	19	28
18	29,8	34	4,2	21	6	58	27,6	37	22	29
19	22	21	3,1	25	4,3	59	34,7	23	20,8	26
20	21	25	2,9	55	2,9	55	31,1	23	26,2	24
21	35,1	26	1,5	19	1,9	53	35,3	20	21,9	26
22	36,9	28	4,1	20	8,4	58	35,1	22	20,8	28
23	35,2	29	6,5	19	9,2	59	32,1	27	20,5	29
24	36,3	26	2,9	21	4	59	34,5	28	22	26
25	38	26	2,2	19	2,7	55	39,3	25	21,3	26
26	38,3	30	2,3	19	4,1	57	33,7	22	27,9	23
27	33,4	26	3,7	54	2,8	20	37	23	22,7	26
28	34,6	27	3,4	20	3,1	53	35,3	23	19,5	27
29	32,2	29	3,1	20	4,1	56	35,2	23	15,2	29
30	31,7	27	3,2	22	7,7	61	34,2	24	18,7	27
31	33,8	42	5,9	21	7,2	59	30,2	36	13,1	41

ANEXO No. 8

VARIACIONES DE LA HUMEDAD EN EL SUSTRATO

MES : DICIEMBRE

DIA	LECTURA DE TENSIOMETROS EN CENTIBARES		
	TENSIOMETRO N° 1 Frecuencia 2 (5 R)	TENSIOMETRO N° 2 Frecuencia 1 (6 R)	TENSIOMETRO N° 3 Frecuencia 3 (4 R)
1
2
3	0	0	0
4	0	0	0
5	0	12	39
6	0	6	40
7	10	6	40
8	11	5	37
9	15	5	36
10	17	5	32
11	16	7	40
12	16	7	39
13	17	6	36
14	17	6	39
15	18	5	40
16	18	4	36
17	18	4	39
18	15	5	38
19	15	5	36
20	14	6	39
21	14	5	40
22	15	5	40
23	19	5	27
24	19	5	30
25	17	4	38
26	16	4	38
27	16	6	37
28	17	5	39
29	17	4	40
30	20	4	39
31	20	4	37

Fuente: Elaboración propia.

MES : ENERO

DIA	LECTURA DE TENSIOMETROS EN CENTIBARES		
	TENSIOMETRO N° 1 Frecuencia 2 (5 R)	TENSIOMETRO N° 2 Frecuencia 1 (6 R)	TENSIOMETRO N° 3 Frecuencia 3 (4 R)
1	18	6	37
2	16	6	37
3	16	4	39
4	17	4	40
5	18	7	40
6	19	7	41
7	20	6	41
8	17	5	40
9	15	5	36
10	18	4	32
11	19	5	39
12	17	5	40
13	17	5	40
14	16	6	41
15	18	6	40
16	20	6	39
17	21	6	36
18	21	5	37
19	17	5	37
20	16	4	41
21	17	4	41
22	15	7	41
23	14	6	38
24	13	6	30
25	13	5	37
26	16	5	38
27	17	5	38
28	17	6	39
29	16	6	40
30	15	6	37
31	15	5	37

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO No. 9

VARIACIONES DE LA HUMEDAD EN EL SUSTRATO

MES : FEBRERO

DIA	LECTURA DE TENSIOMETROS EN CENTIBARES		
	TENSIOMETRO N° 1 Frecuencia 2 (5 R)	TENSIOMETRO N° 2 Frecuencia 1 (6 R)	TENSIOMETRO N° 3 Frecuencia 3 (4 R)
1	15	6	40
2	14	4	40
3	13	4	41
4	13	4	41
5	14	5	31
6	16	5	27
7	16	5	27
8	18	6	40
9	18	5	41
10	17	5	41
11	17	5	41
12	18	6	39
13	20	5	32
14	21	5	32
15	19	5	33
16	16	4	39
17	16	4	40
18	15	4	42
19	17	6	40
20	18	6	36
21	19	6	33
22	21	5	38
23	18	5	40
24	15	4	41
25	14	4	41
26	18	4	32
27	19	5	31
28	19	5	31

Fuente: Elaboración propia.

MES : MARZO

DIA	LECTURA DE TENSIOMETROS EN CENTIBARES		
	TENSIOMETRO N° 1 Frecuencia 2 (5 R)	TENSIOMETRO N° 2 Frecuencia 1 (6 R)	TENSIOMETRO N° 3 Frecuencia 3 (4 R)
1	15	5	29
2	14	5	30
3	12	4	30
4	12	4	30
5	14	6	33
6	14	6	33
7	15	6	35
8	17	4	30
9	17	4	27
10	13	5	32
11	12	5	38
12	17	4	40
13	18	4	38
14	18	4	31
15	19	6	27
16	16	6	30
17	13	4	32
18	13	5	34
19	16	5	37
20	15	5	36
21	15	5	36
22	16	5	37
23	14	5	38
24	14	5	39
25	13	6	40
26	17	7	41
27	18	6	40
28	18	5	40
29	19	5	40
30	17	4	40
31	15	5	40

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO No. 10

VARIACIONES DE LA HUMEDAD EN EL SUSTRATO

MES : ABRIL

DIA	LECTURA DE TENSIOMETROS EN CENTIBARES		
	TENSIOMETRO Nº 1 Frecuencia 2 (5 R)	TENSIOMETRO Nº 2 Frecuencia 1 (6 R)	TENSIOMETRO Nº 3 Frecuencia 3 (4 R)
1	15	5	41
2	18	5	41
3	18	5	40
4	19	5	40
5	17	4	40
6	17	5	39
7	15	6	39
8	15	5	39
9	18	5	41
10	18	5	36
11	20	5	31
12	20	5	29
13	19	4	34
14	14	5	33
15	14	5	34
16	14	5	35
17	16	6	30
18	16	4	21
19	15	5	19
20	15	4	25
21	12	5	23
22	12	5	29
23	18	5	32
24	18	6	33
25	19	5	35
26	16	5	37
27	13	4	18
28	13	5	24
29	15	6	30
30	18	6	31

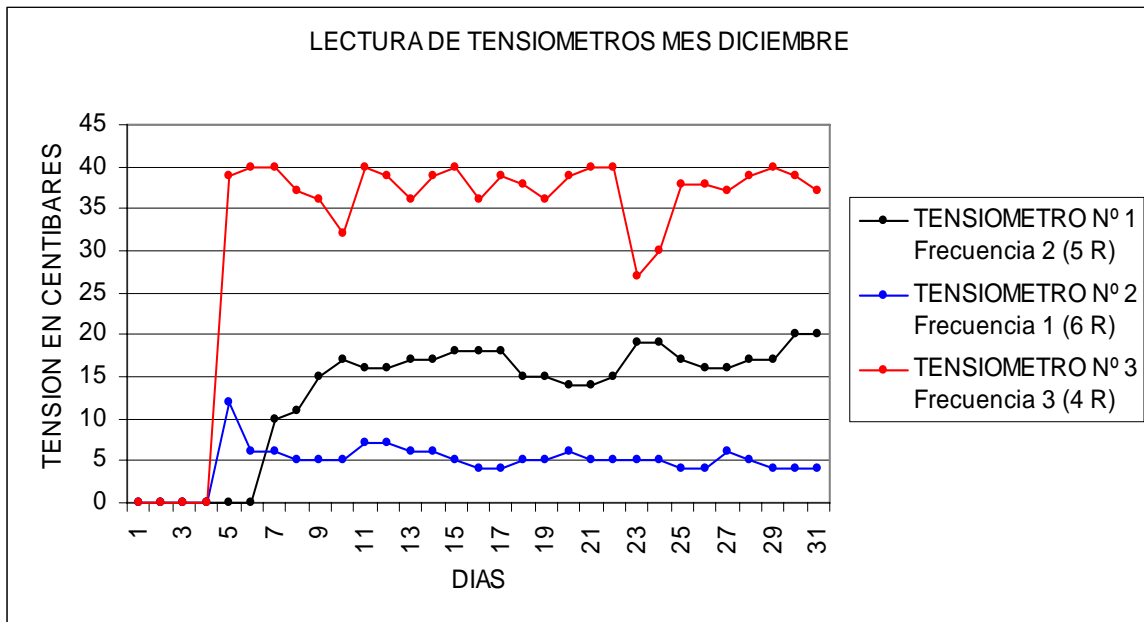
Fuente: Elaboración propia.

MES : MAYO

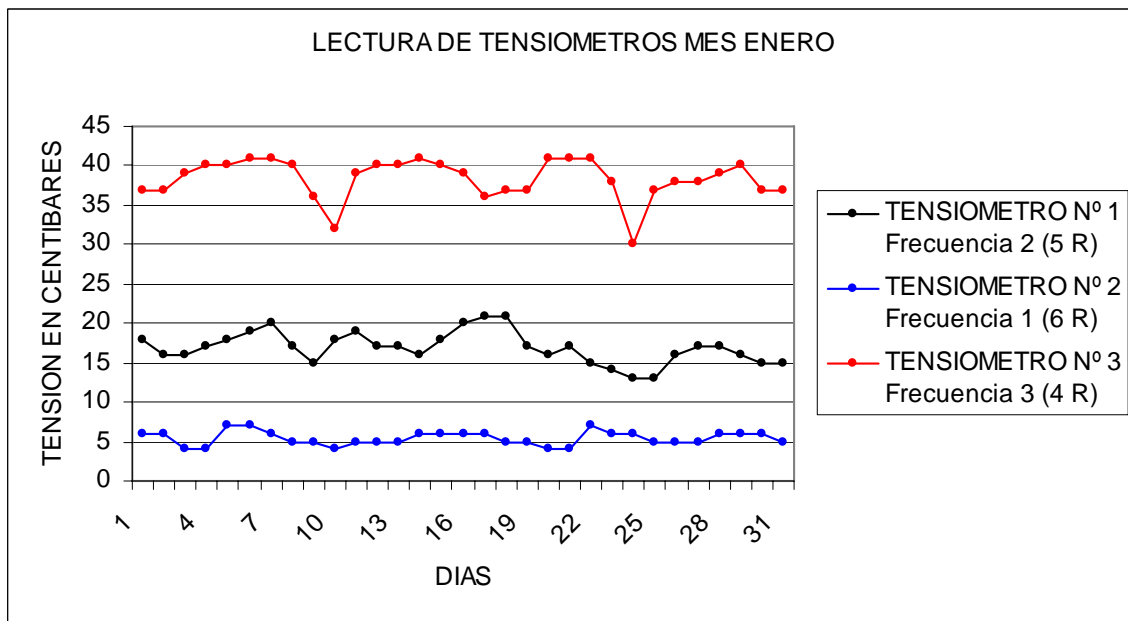
DIA	LECTURA DE TENSIOMETROS EN CENTIBARES		
	TENSIOMETRO Nº 1 Frecuencia 2 (5 R)	TENSIOMETRO Nº 2 Frecuencia 1 (6 R)	TENSIOMETRO Nº 3 Frecuencia 3 (4 R)
1	18	5	32
2	19	5	33
3	19	6	34
4	20	5	36
5	20	5	36
6	20	6	40
7	21	7	42
8	21	6	43
9	23	5	42
10	23	5	41
11	21	5	41
12	20	5	41
13	20	6	43
14	21	6	46
15	22	6	49
16	22	5	50
17	22	5	50
18	21	5	50
19	20	5	50
20	19	5	50
21	23	6	50
22	22	5	50
23	22	4	50
24	23	5	50
25	23	6	50
26	22	6	50
27	21	6	50
28	22	5	50
29	23	6	50
30	22	5	51
31	21	3	51

Fuente: Elaboración propia.

COMPORTAMIENTO DE LA HUMEDAD EN EL SUSTRATO REGISTRADO A TRAVES DE TENSIOMETROS

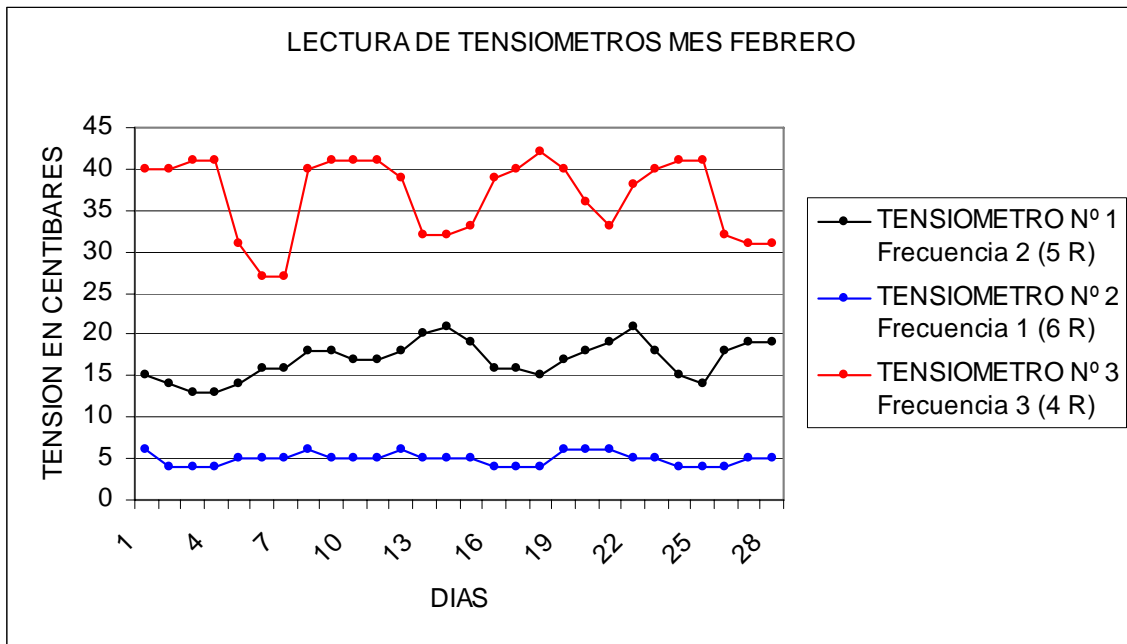


Fuente: Elaboración propia

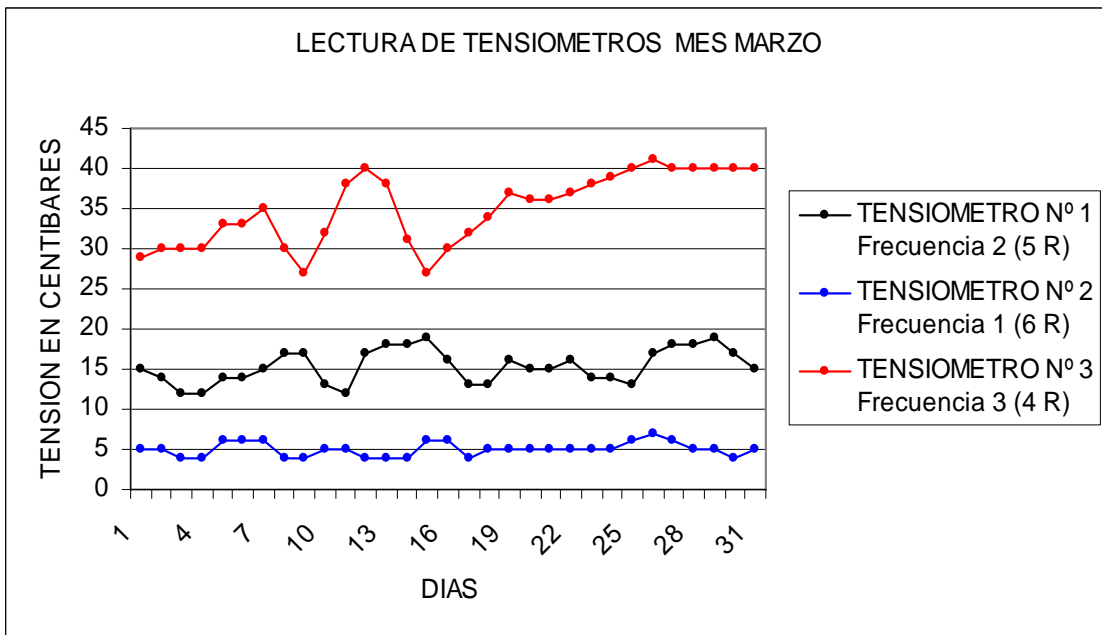


Fuente: Elaboración propia

COMPORTAMIENTO DE LA HUMEDAD EN EL SUSTRATO REGISTRADO A TRAVES DE TENSIOMETROS

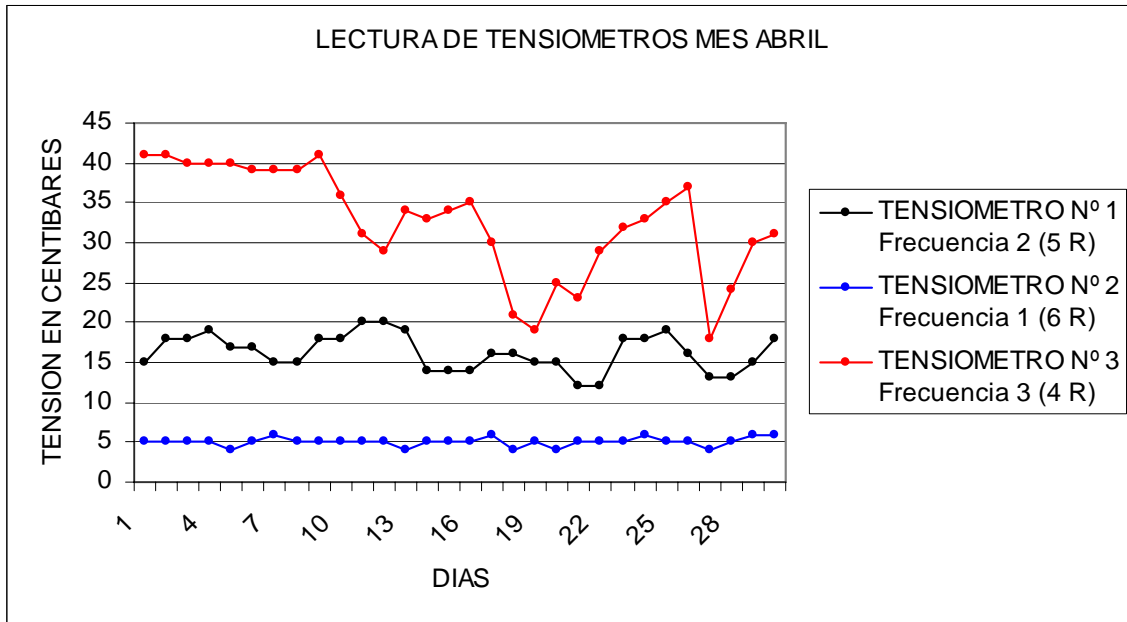


Fuente: Elaboración propia

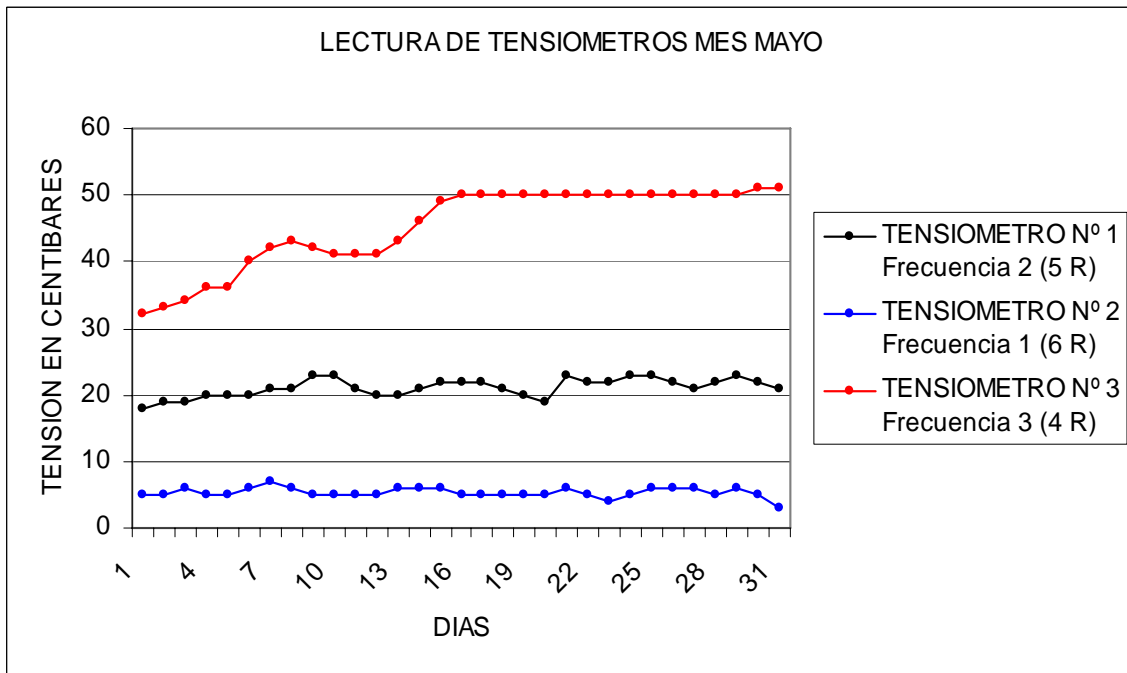


Fuente: Elaboración propia

COMPORTAMIENTO DE LA HUMEDAD EN EL SUSTRATO REGISTRADO A TRAVES DE TENSIOMETROS



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACION DE LECTURAS DE TENSIOMETROS

TENSION EN CENTIBARES (Cbar.)	INTERPRETACIÓN
0 - 10	Suelo saturado. Lectura se da posterior al riego
10 - 20	El suelo esta a capacidad de campo. Este intervalo es el que debe mantenerse en riego por goteo.
30 - 60	Intervalo para iniciar el riego. En riego por goteo esta humedad es escasa.
> 70	Indica que las plantas no disponen de toda el agua necesaria para un crecimiento máximo.

Fuente: Fuentes (1998).

ANEXO No. 16

LECTURA DIARIA DE FLUJOMETROS

MES: ENERO

D I A	FLUJOMETRO No.1					FLUJOMETRO No.2					FLUJOMETRO No.3					REPETICION 1					REPETICION 2					REPETICION 3								
	FRECUENCIA 2					FRECUENCIA 1					FRECUENCIA 3					FRECUENCIA 2					FRECUENCIA 1					FRECUENCIA 3								
	LECTURA					LECTURA					LECTURA					LECTURA					LECTURA					LECTURA								
	m ³	HI.	DI.	x 10 ⁻³	x 10 ⁻⁴	m ³	HI.	DI.	x 10 ⁻³	x 10 ⁻⁴	m ³	HI.	DI.	x 10 ⁻³	x 10 ⁻⁴	m ³	HI.	DI.	x 10 ⁻³	x 10 ⁻⁴	m ³	HI.	DI.	x 10 ⁻³	x 10 ⁻⁴	m ³	HI.	DI.	x 10 ⁻³	x 10 ⁻⁴	m ³	HI.	DI.	x 10 ⁻³
1	0	9	5	0	4	1	1	2	3	2	0	7	7	7	6	0	9	5	0	4	1	1	2	3	2	0	7	7	7	7	6			
2	0	9	9	3	6	1	1	6	6	4	0	8	2	0	8	0	9	9	3	6	1	1	6	6	4	0	8	2	0	8				
3	1	0	3	6	8	1	2	0	9	6	0	8	6	4	0	1	0	3	6	8	1	2	0	9	6	0	8	6	4	0				
4	1	0	8	0	0	1	2	5	2	8						1	0	8	0	0	1	2	5	2	8									
5						1	2	9	6	0											1	2	9	6	0									
6																																		
7	1	1	2	3	2	1	3	3	9	2	0	9	0	7	2	1	1	2	3	2	1	3	3	9	2	0	9	0	7	2				
8	1	1	6	6	4	1	3	8	2	4	0	9	5	0	4	1	1	6	6	4	1	3	8	2	4	0	9	5	0	4				
9	1	2	0	9	6	1	4	2	5	6	0	9	9	3	6	1	2	0	9	6	1	4	2	5	6	0	9	9	3	6				
10	1	2	5	2	8	1	4	6	8	8	1	0	3	6	8	1	2	5	2	8	1	4	6	8	8	1	0	3	6	8				
11	1	2	9	6	0	1	5	1	2	0						1	2	9	6	0	1	5	1	2	0									
12						1	5	5	5	2											1	5	5	5	2									
13																																		
14	1	3	3	9	2	1	5	9	8	4	1	0	8	0	0	1	3	3	9	2	1	5	9	8	4	1	0	8	0	0				
15	1	3	8	2	4	1	6	4	1	6	1	1	2	3	2	1	3	8	2	4	1	6	4	1	6	1	1	2	3	2				
16	1	4	2	5	6	1	6	8	4	8	1	1	6	6	4	1	4	2	5	6	1	6	8	4	8	1	1	6	6	4				
17	1	4	6	8	8	1	7	2	8	0	1	2	0	9	6	1	4	6	8	8	1	7	2	8	0	1	2	0	9	6				
18	1	5	1	2	0	1	7	7	1	2						1	5	1	2	0	1	7	7	1	2									
19						1	8	1	4	4											1	8	1	4	4									
20																																		
21	1	5	5	5	2	1	8	5	7	6	1	2	5	2	8	1	5	5	5	2	1	8	5	7	6	1	2	5	2	8				
22	1	5	9	8	4	1	9	0	0	8	1	2	9	6	0	1	5	9	8	4	1	9	0	0	8	1	2	9	6	0				
23	1	6	4	1	6	1	9	4	4	0	1	3	3	9	2	1	6	4	1	6	1	9	4	4	0	1	3	3	9	2				
24	1	6	8	4	8	1	9	8	7	2	1	3	8	2	4	1	6	8	4	8	1	9	8	7	2	1	3	8	2	4				
25	1	7	2	8	0	2	0	3	0	4						1	7	2	8	0	2	0	3	0	4									
26						2	0	7	3	6											2	0	7	3	6									
27																																		
28	1	7	7	1	2	2	1	1	6	8	1	4	2	5	6	1	7	7	1	2	2	1	1	6	8	1	4	2	5	6				
29	1	8	1	4	4	2	1	6	0	0	1	4	6	8	8	1	8	1	4	4	2	1	6	0	0	1	4	6	8	8				
30	1	8	5	7	6	2	2	0	3	2	1	5	1	2	0	1	8	5	7	6	2	2	0	3	2	1	5	1	2	0				
31	1	9	0	0	8	2	2	4	6	4	1	5	5	5	2	1	9	0	0	8	2	2	4	6	4	1	5	5	5	2				

Fuente: Elaboración propia

Tiempo promedio de riego/tratamiento: 25 min.

ANEXO No. 17

LECTURA DIARIA DE FLUJOMETROS

MES: FEBRERO

D I A	FLUJOMETRO No.1					FLUJOMETRO No.2					FLUJOMETRO No.3					REPETICION 1					REPETICION 2					REPETICION 3											
	FRECUENCIA 2					FRECUENCIA 1					FRECUENCIA 3					FRECUENCIA 2					FRECUENCIA 1					FRECUENCIA 3											
	LECTURA					LECTURA					LECTURA					LECTURA					LECTURA					LECTURA											
	m ³	HI.	DI.	x 10 ⁻³	x 10 ⁻⁴	m ³	HI.	DI.	x 10 ⁻³	x 10 ⁻⁴	m ³	HI.	DI.	x 10 ⁻³	x 10 ⁻⁴	m ³	HI.	DI.	x 10 ⁻³	x 10 ⁻⁴	m ³	HI.	DI.	x 10 ⁻³	x 10 ⁻⁴	m ³	HI.	DI.	x 10 ⁻³	x 10 ⁻⁴	m ³	HI.	DI.	x 10 ⁻³	x 10 ⁻⁴		
1	1	9	4	4	0	2	2	8	9	6					1	9	4	4	0	2	2	8	9	6													
2						2	3	3	2	8											2	3	3	2	8												
3																																					
4	1	9	8	7	2	2	3	7	6	0	1	5	9	8	4	1	9	8	7	2	2	3	7	6	0	1	5	9	8	4							
5	2	0	3	0	4	2	4	1	9	2	1	6	4	1	6	2	0	3	0	4	2	4	1	9	2	1	6	4	1	6							
6	2	0	7	3	6	2	4	6	2	4	1	6	8	4	8	2	0	7	3	6	2	4	6	2	4	1	6	8	4	8							
7	2	1	1	6	8	2	5	0	5	6	1	7	2	8	0	2	1	1	6	8	2	5	0	5	6	1	7	2	8	0							
8	2	1	6	0	0	2	5	4	8	8					2	1	6	0	0	2	5	4	8	8													
9						2	5	9	2	0											2	5	9	2	0												
10																																					
11	2	2	0	3	2	2	6	3	5	2	1	7	7	1	2	2	2	0	3	2	2	6	3	5	2	1	7	7	1	2							
12	2	2	4	6	4	2	6	7	8	4	1	8	1	4	4	2	2	4	6	4	2	6	7	8	4	1	8	1	4	4							
13	2	2	8	9	6	2	7	2	1	6	1	8	5	7	6	2	2	8	9	6	2	7	2	1	6	1	8	5	7	6							
14	2	3	3	2	8	2	7	6	4	8	1	9	0	0	8	2	3	3	2	8	2	7	6	4	8	1	9	0	0	8							
15	2	3	7	6	0	2	8	0	8	0					2	3	7	6	0	2	8	0	8	0													
16						2	8	5	1	2											2	8	5	1	2												
17																																					
18	2	4	1	9	2	2	8	9	4	4	1	9	4	4	0	2	4	1	9	2	2	8	9	4	4	1	9	4	4	0							
19	2	4	6	2	4	2	9	3	7	6	1	9	8	7	2	2	4	6	2	4	2	9	3	7	6	1	9	8	7	2							
20	2	5	0	5	6	2	9	8	0	8	2	0	3	0	4	2	5	0	5	6	2	9	8	0	8	2	0	3	0	4							
21	2	5	4	8	8	3	0	2	4	0	2	0	7	3	6	2	5	4	8	8	3	0	2	4	0	2	0	7	3	6							
22	2	5	9	2	0	3	0	6	7	2					2	5	9	2	0	3	0	6	7	2													
23						3	1	1	0	4											3	1	1	0	4												
24																																					
25	2	6	3	5	2	3	1	5	3	6	2	1	1	6	8	2	6	3	5	2	3	1	5	3	6	2	1	1	6	8							
26	2	6	7	8	4	3	1	9	6	8	2	1	6	0	0	2	6	7	8	4	3	1	9	6	8	2	1	6	0	0							
27	2	7	2	1	6	3	2	4	0	0	2	2	0	3	2	2	7	2	1	6	3	2	4	0	0	2	2	0	3	2							
28	2	7	6	4	8	3	2	8	3	2	2	2	4	6	4	2	7	6	4	8	3	2	8	3	2	2	2	4	6	4							

Fuente: Elaboración propia

Tiempo promedio de riego/tratamiento: 25 min.

ANEXO No. 18

LECTURA DIARIA DE FLUJOMETROS

MES: MARZO

D I A	FLUJOMETRO No.1					FLUJOMETRO No.2					FLUJOMETRO No.3					REPETICION 1					REPETICION 2					REPETICION 3										
	FRECUENCIA 2					FRECUENCIA 1					FRECUENCIA 3					FRECUENCIA 2					FRECUENCIA 1					FRECUENCIA 3										
	LECTURA					LECTURA					LECTURA					LECTURA					LECTURA					LECTURA										
	m ³	HI.	DI.	x 10 ⁻³	x 10 ⁻⁴	m ³	HI.	DI.	x 10 ⁻³	x 10 ⁻⁴	m ³	HI.	DI.	x 10 ⁻³	x 10 ⁻⁴	m ³	HI.	DI.	x 10 ⁻³	x 10 ⁻⁴	m ³	HI.	DI.	x 10 ⁻³	x 10 ⁻⁴	m ³	HI.	DI.	x 10 ⁻³	x 10 ⁻⁴	m ³	HI.	DI.	x 10 ⁻³	x 10 ⁻⁴	
1	2	8	0	8	0	3	3	2	6	4						2	8	0	8	0	3	3	2	6	4											
2						3	3	6	9	6												3	3	6	9	6										
3																																				
4	2	8	5	1	2	3	4	1	2	8	2	2	8	9	6	2	8	5	1	2	3	4	1	2	8	2	2	8	9	6						
5	2	8	9	4	4	3	4	5	6	0	2	3	3	2	8	2	8	9	4	4	3	4	5	6	0	2	3	3	2	8						
6	2	9	3	7	6	3	4	9	9	2	2	3	7	6	0	2	9	3	7	6	3	4	9	9	2	2	3	7	6	0						
7	2	9	8	0	8	3	5	4	2	4	2	4	1	9	2	2	9	8	0	8	3	5	4	2	4	2	4	1	9	2						
8	3	0	2	4	0	3	5	8	5	6						3	0	2	4	0	3	5	8	5	6											
9						3	6	2	8	8												3	6	2	8	8										
10																																				
11	3	0	6	7	2	3	6	7	2	0	2	4	6	2	4	3	0	6	7	2	3	6	7	2	0	2	4	6	2	4						
12	3	1	1	0	4	3	7	1	5	2	2	5	0	5	6	3	1	1	0	4	3	7	1	5	2	2	5	0	5	6						
13	3	1	5	3	6	3	7	5	8	4	2	5	4	8	8	3	1	5	3	6	3	7	5	8	4	2	5	4	8	8						
14	3	1	9	6	8	3	8	0	1	6	2	5	9	2	0	3	1	9	6	8	3	8	0	1	6	2	5	9	2	0						
15	3	2	4	0	0	3	8	4	4	8						3	2	4	0	0	3	8	4	4	8											
16						3	8	8	8	0												3	8	8	8	0										
17																																				
18	3	2	8	3	2	3	9	3	1	2	2	6	3	5	2	3	2	8	3	2	3	9	3	1	2	2	6	3	5	2						
19	3	3	2	6	4	3	9	7	4	4	2	6	7	8	4	3	3	2	6	4	3	9	7	4	4	2	6	7	8	4						
20	3	3	6	9	6	4	0	1	7	6	2	7	2	1	6	3	3	6	9	6	4	0	1	7	6	2	7	2	1	6						
21	3	4	1	2	8	4	0	6	0	8	2	7	6	4	8	3	4	1	2	8	4	0	6	0	8	2	7	6	4	8						
22	3	4	5	6	0	4	1	0	4	0						3	4	5	6	0	4	1	0	4	0											
23						4	1	4	7	2												4	1	4	7	2										
24																																				
25	3	4	9	9	2	4	1	9	0	4	2	8	0	8	0	3	4	9	9	2	4	1	9	0	4	2	8	0	8	0						
26	3	5	4	2	4	4	2	3	3	6	2	8	5	1	2	3	5	4	2	4	4	2	3	3	6	2	8	5	1	2						
27	3	5	8	5	6	4	2	7	6	8	2	8	9	4	4	3	5	8	5	6	4	2	7	6	8	2	8	9	4	4						
28	3	6	2	8	8	4	3	2	0	0	2	9	3	7	6	3	6	2	8	8	4	3	2	0	0	2	9	3	7	6						
29	3	6	7	2	0	4	3	6	3	2						3	6	7	2	0	4	3	6	3	2											
30						4	4	0	6	4												4	4	0	6	4										
31																																				

Fuente: Elaboración propia

Tiempo promedio de riego/tratamiento: 25 min.

ANEXO No. 19

LECTURA DIARIA DE FLUJOMETROS

MES: ABRIL

D I A	FLUJOMETRO No.1					FLUJOMETRO No.2					FLUJOMETRO No.3					REPETICION 1					REPETICION 2					REPETICION 3								
	FRECUENCIA 2					FRECUENCIA 1					FRECUENCIA 3					FRECUENCIA 2					FRECUENCIA 1					FRECUENCIA 3								
	LECTURA					LECTURA					LECTURA					LECTURA					LECTURA					LECTURA								
	m ³	HI.	DI.	x 10 ⁻³	x 10 ⁻⁴	m ³	HI.	DI.	x 10 ⁻³	x 10 ⁻⁴	m ³	HI.	DI.	x 10 ⁻³	x 10 ⁻⁴	m ³	HI.	DI.	x 10 ⁻³	x 10 ⁻⁴	m ³	HI.	DI.	x 10 ⁻³	x 10 ⁻⁴	m ³	HI.	DI.	x 10 ⁻³	x 10 ⁻⁴	m ³	HI.	DI.	x 10 ⁻³
1	3	7	1	5	2	4	4	4	9	6	2	9	8	0	8	3	7	1	5	2	4	4	4	9	6	2	9	8	0	8				
2	3	7	5	8	4	4	4	9	2	8	3	0	2	4	0	3	7	5	8	4	4	4	9	2	8	3	0	2	4	0				
3	3	8	0	1	6	4	5	3	6	0	3	0	6	7	2	3	8	0	1	6	4	5	3	6	0	3	0	6	7	2				
4	3	8	4	4	8	4	5	7	9	2	3	1	1	0	4	3	8	4	4	8	4	5	7	9	2	3	1	1	0	4				
5	3	8	8	8	0	4	6	2	2	4					3	8	8	8	0	4	6	2	2	4										
6					4	6	6	5	6											4	6	6	5	6										
7																																		
8	3	9	3	1	2	4	7	0	8	8	3	1	5	3	6	3	9	3	1	2	4	7	0	8	8	3	1	5	3	6				
9	3	9	7	4	4	4	7	5	2	0	3	1	9	6	8	3	9	7	4	4	4	7	5	2	0	3	1	9	6	8				
10	4	0	1	7	6	4	7	9	5	2	3	2	4	0	0	4	0	1	7	6	4	7	9	5	2	3	2	4	0	0				
11	4	0	6	0	8	4	8	3	8	4	3	2	8	3	2	4	0	6	0	8	4	8	3	8	4	3	2	8	3	2				
12	4	1	0	4	0	4	8	8	1	6					4	1	0	4	0	4	8	8	1	6										
13					4	9	2	4	8											4	9	2	4	8										
14																																		
15	4	1	4	7	2	4	9	6	8	0	3	3	2	6	4	4	1	4	7	2	4	9	6	8	0	3	3	2	6	4				
16	4	1	9	0	4	5	0	1	1	2	3	3	6	9	6	4	1	9	0	4	5	0	1	1	2	3	3	6	9	6				
17	4	2	3	3	6	5	0	5	4	4	3	4	1	2	8	4	2	3	3	6	5	0	5	4	4	3	4	1	2	8				
18	4	2	7	6	8	5	0	9	7	6	3	4	5	6	0	4	2	7	6	8	5	0	9	7	6	3	4	5	6	0				
19	4	3	2	0	0	5	1	4	0	8					4	3	2	0	0	5	1	4	0	8										
20					5	1	8	4	0											5	1	8	4	0										
21																																		
22	4	3	6	3	2	5	2	2	7	2	3	4	9	9	2	4	3	6	3	2	5	2	2	7	2	3	4	9	9	2				
23	4	4	0	6	4	5	2	7	0	4	3	5	4	2	4	4	4	0	6	4	5	2	7	0	4	3	5	4	2	4				
24	4	4	4	9	6	5	3	1	3	6	3	5	8	5	6	4	4	4	9	6	5	3	1	3	6	3	5	8	5	6				
25	4	4	9	2	8	5	3	5	6	8	3	6	2	8	8	4	4	9	2	8	5	3	5	6	8	3	6	2	8	8				
26	4	5	3	6	0	5	4	0	0	0					4	5	3	6	0	5	4	0	0	0										
27					5	4	4	3	2											5	4	4	3	2										
28																																		
29	4	5	7	9	2	5	4	8	6	4	3	6	7	2	0	4	5	7	9	2	5	4	8	6	4	3	6	7	2	0				
30	4	6	2	2	4	5	5	2	9	6	3	7	1	5	2	4	6	2	2	4	5	5	2	9	6	3	7	1	5	2				
31																																		

Fuente: Elaboración propia

Tiempo promedio de riego/tratamiento: 25 min.

ANEXO No. 20

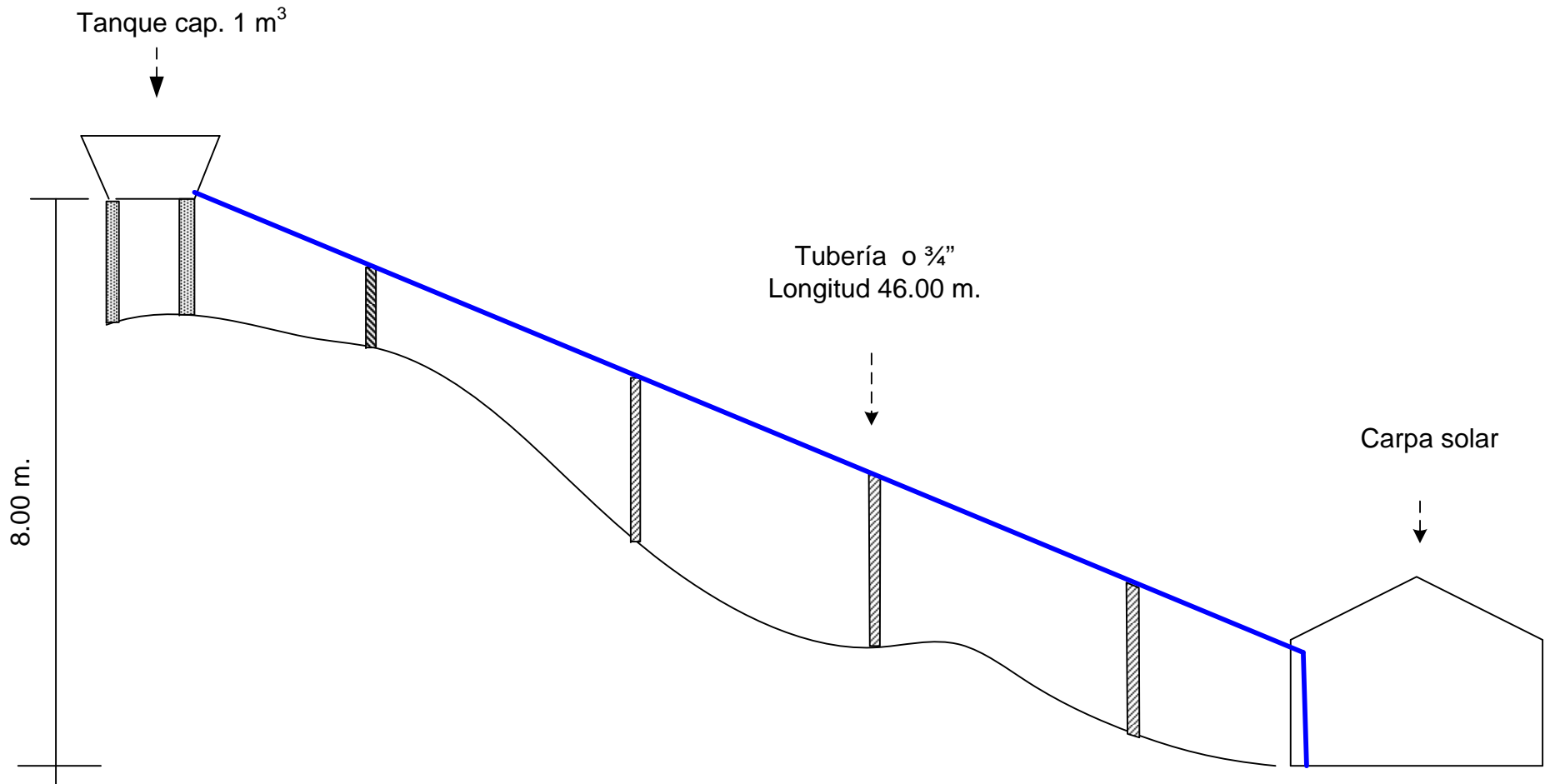
LECTURA DIARIA DE FLUJOMETROS
MES: MAYO

D I A	FLUJOMETRO No.1					FLUJOMETRO No.2					FLUJOMETRO No.3					REPETICION 1					REPETICION 2					REPETICION 3								
	FRECUENCIA 2					FRECUENCIA 1					FRECUENCIA 3					FRECUENCIA 2					FRECUENCIA 1					FRECUENCIA 3								
	LECTURA					LECTURA					LECTURA					LECTURA					LECTURA					LECTURA								
	m ³	HI.	DI.	x 10 ⁻³	x 10 ⁻⁴	m ³	HI.	DI.	x 10 ⁻³	x 10 ⁻⁴	m ³	HI.	DI.	x 10 ⁻³	x 10 ⁻⁴	m ³	HI.	DI.	x 10 ⁻³	x 10 ⁻⁴	m ³	HI.	DI.	x 10 ⁻³	x 10 ⁻⁴	m ³	HI.	DI.	x 10 ⁻³	x 10 ⁻⁴	m ³	HI.	DI.	x 10 ⁻³
1	4	6	6	5	6	5	5	7	2	8	3	7	5	8	4	4	6	6	5	6	5	5	7	2	8	3	7	5	8	4				
2	4	7	0	8	8	5	6	1	6	0	3	8	0	1	6	4	7	0	8	8	5	6	1	6	0	3	8	0	1	6				
3	4	7	5	2	0	5	6	5	9	2						4	7	5	2	0	5	6	5	9	2									
4						5	7	0	2	4											5	7	0	2	4									
5																																		
6	4	7	9	5	2	5	7	4	5	6	3	8	4	4	8	4	7	9	5	2	5	7	4	5	6	3	8	4	4	8				
7	4	8	3	8	4	5	7	8	8	8	3	8	8	8	0	4	8	3	8	4	5	7	8	8	8	3	8	8	8	0				
8	4	8	8	1	6	5	8	3	2	0	3	9	3	1	2	4	8	8	1	6	5	8	3	2	0	3	9	3	1	2				
9	4	9	2	4	8	5	8	7	5	2	3	9	7	4	4	4	9	2	4	8	5	8	7	5	2	3	9	7	4	4				
10	4	9	6	8	0	5	9	1	8	4						4	9	6	8	0	5	9	1	8	4									
11						5	9	6	1	6											5	9	6	1	6									
12																																		
13	5	0	1	1	2	6	0	0	4	8	4	0	1	7	6	5	0	1	1	2	6	0	0	4	8	4	0	1	7	6				
14	5	0	5	4	4	6	0	4	8	0	4	0	6	0	8	5	0	5	4	4	6	0	4	8	0	4	0	6	0	8				
15	5	0	9	7	6	6	0	9	1	2	4	1	0	4	0	5	0	9	7	6	6	0	9	1	2	4	1	0	4	0				
16	5	1	4	0	8	6	1	3	4	4	4	1	4	7	2	5	1	4	0	8	6	1	3	4	4	4	1	4	7	2				
17	5	1	8	4	0	6	1	7	7	6						5	1	8	4	0	6	1	7	7	6									
18						6	2	2	0	8											6	2	2	0	8									
19																																		
20	5	2	2	7	2	6	2	6	4	0	4	1	9	0	4	5	2	2	7	2	6	2	6	4	0	4	1	9	0	4				
21	5	2	7	0	4	6	3	0	7	2	4	2	3	3	6	5	2	7	0	4	6	3	0	7	2	4	2	3	3	6				
22	5	3	1	3	6	6	3	5	0	4	4	2	7	6	8	5	3	1	3	6	6	3	5	0	4	4	2	7	6	8				
23	5	3	5	6	8	6	3	9	3	6	4	3	2	0	0	5	3	5	6	8	6	3	9	3	6	4	3	2	0	0				
24	5	4	0	0	0	6	4	3	6	8						5	4	0	0	0	6	4	3	6	8									
25						6	4	8	0	0											6	4	8	0	0									
26																																		
27	5	4	4	3	2	6	5	2	3	2	4	3	6	3	2	5	4	4	3	2	6	5	2	3	2	4	3	6	3	2				
28	5	4	8	6	4	6	5	6	6	4	4	4	0	6	4	5	4	8	6	4	6	5	6	6	4	4	4	0	6	4				
29	5	5	2	9	6	6	6	0	9	6	4	4	4	9	6	5	5	2	9	6	6	6	0	9	6	4	4	4	9	6				
30	5	5	7	2	8	6	6	5	2	8	4	4	9	2	8	5	5	7	2	8	6	6	5	2	8	4	4	9	2	8				
31	5	6	1	6	0	6	6	9	6	0						5	6	1	6	0	6	6	9	6	0									

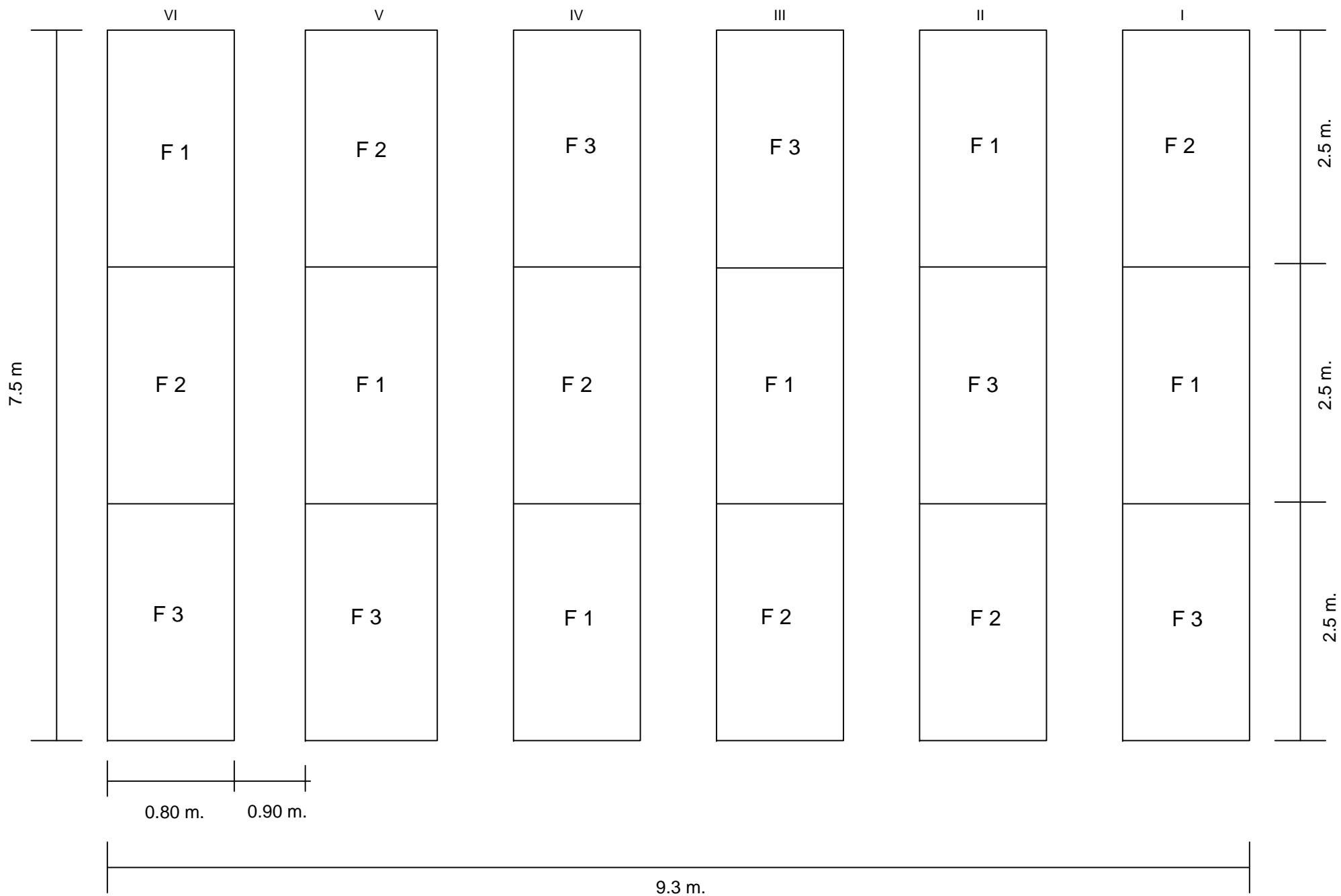
Fuente: Elaboración propia

Tiempo promedio de riego/tratamiento: 25 min.

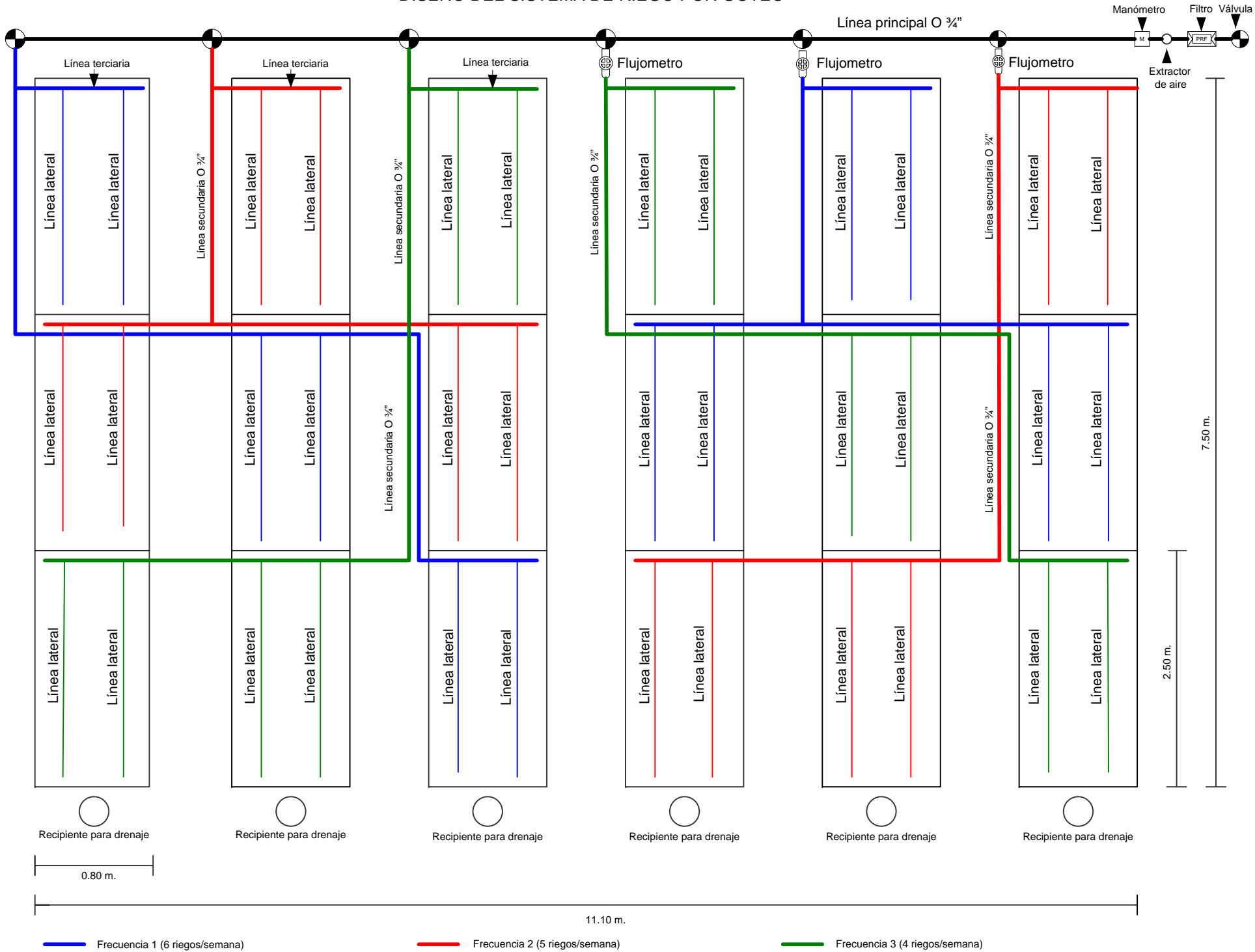
CROQUIS DEL SISTEMA DE RIEGO IMPLEMENTADO
TANQUE Y TUBERIA PRINCIPAL



ESQUEMA DE DISTRIBUCION DE BLOQUES Y TRATAMIENTOS



DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO



— Frecuencia 1 (6 riegos/semana)

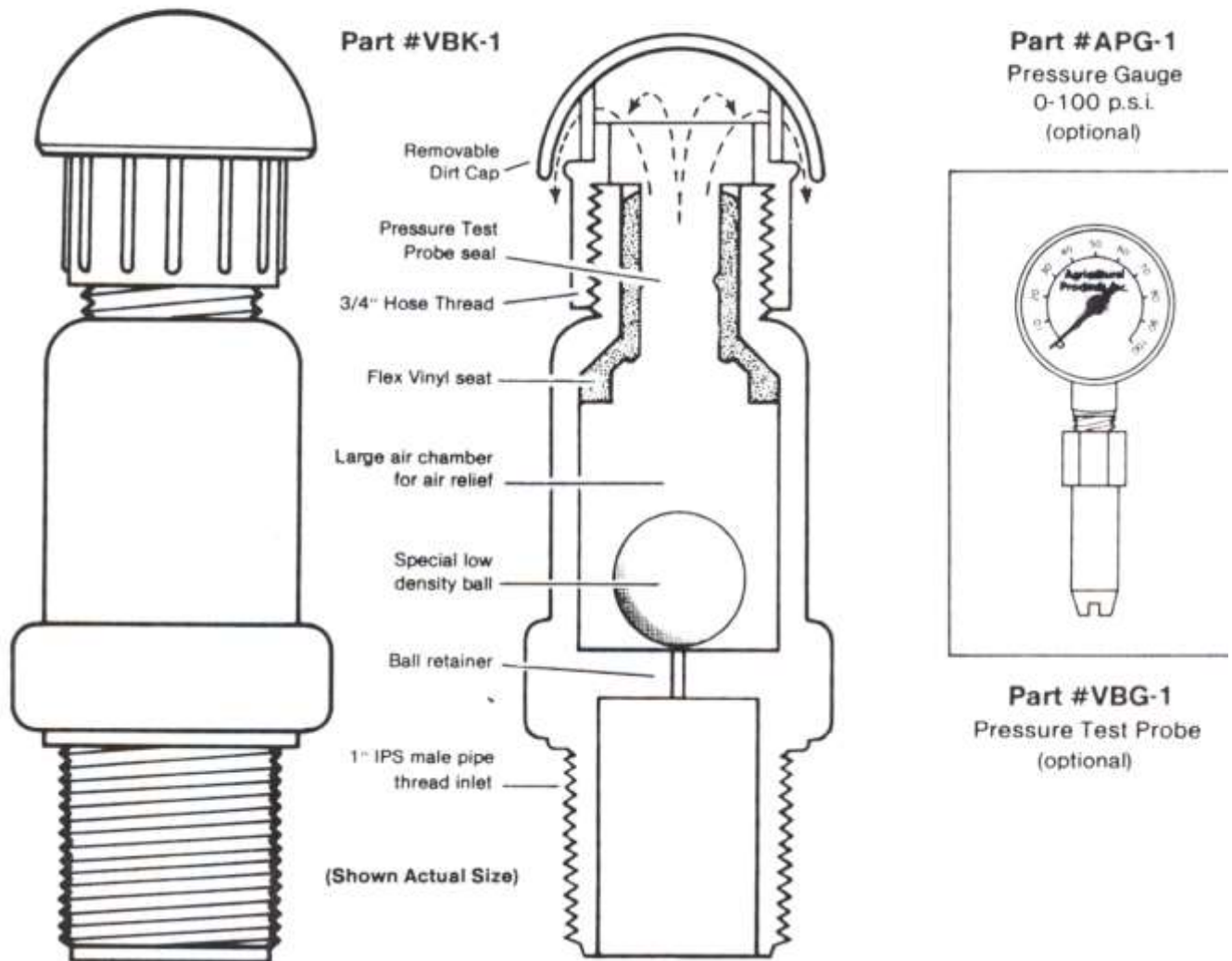
— Frecuencia 2 (5 riegos/semana)

— Frecuencia 3 (4 riegos/semana)

CARACTERISTICAS TECNICAS DEL EXTRACTOR DE AIRE

1" PVC AIR/VACUUM RELIEF VALVE

(With Built-in Pressure Test Point)








**Schedule 40 PVC Construction**

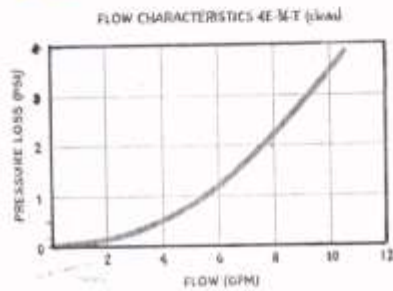
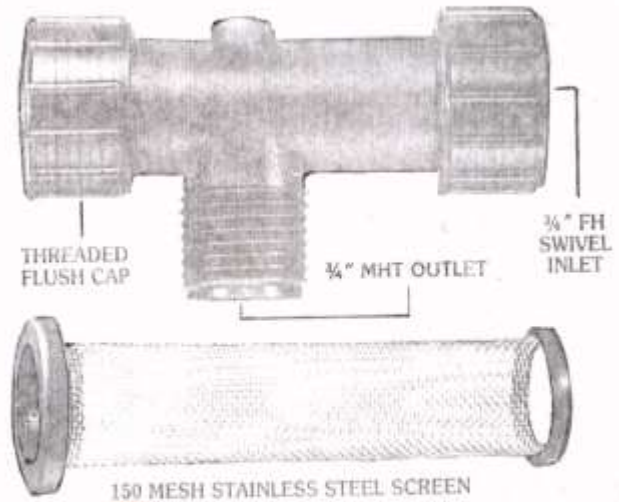
- Instant and continuous vacuum relief
- Non-continuous air relief
- Seals tight at 5 PSI
- Low cost
- Durable, weather resistant - non-corrosive economical means of providing air/vacuum relief
- Provides readily accessible pressure test point when optional VBG Probe is utilized
- Easy to install
- Removable dirt cover
- May be used as chemical injection point

CARACTERISTICAS TECNICAS DEL FILTRO "T"

4E-3/4T SCREEN FILTER

FEATURES:

-  Compact, innovative "T" design
-  Threaded flush cap for quick screen cleaning
-  Large 6 sq. in. filtration area for minimum maintenance. 150 mesh (100 micron) stainless steel screen is standard.
-  Flows to 10 GPM with very low pressure loss.
-  3/4" hose swivel inlet for easy installation.
-  3/4" MHT outlet accepts API's hose swivel fittings, Penn 700 SN adjustable pressure regulators, or a variety of pre-set regulators.
-  Housing produced using hi-heat, chemical resistant, reinforced polypropylene.



FOTOGRAFÍAS
FOTOGRAFÍAS



FOTO 1. Vista frontal y lateral de la carpa solar



FOTO 2. Vista frontal de la carpa solar



FOTO 3. Preparación de sustrato con turba – arena – tierra del lugar



FOTO 4. Disposición de grava en la cama de cultivo



FOTO 5. Mezcla de turba – arena – tierra para la formación del sustrato



FOTO 6. Desinfección del sustrato



Foto 7. Disposición de humus de lombriz en cada unidad experimental



Foto 8. Preparación de la cama de cultivo para el trasplante de esquejes



FOTO 9. Cabezal del sistema de riego: válvula – filtro – extractor de aire - manómetro



FOTO 10. Vista parcial del sistema de riego: línea principal – válvula - flujómetro



FOTO 11. Vista de termohigrómetro digital y termómetro “U”



FOTO 12. Ubicación del tensiómetro



FOTO 13. Vista del cultivo en etapa de floración



FOTO 14. Vista de un bloque con cultivo en etapa de floración



FOTO 15. Disposición de flores cortada en recipientes conteniendo agua



FOTO 16. Prueba de duración de flor en florero