

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
DIVISION DE AGRONOMIA



***Producción de Plántulas de Chile Poblano cv . San Luis y su Efecto sobre el
Desarrollo y rendimiento***

POR:

ISAIAS HERNANDEZ PEREZ

TESIS

**Presentada como Requisito Parcial para
Obtener el Título de:**

**Ingeniero Agrónomo en Horticultura
Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.**

Mayo de 1998

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
DIVISION DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA**

***Producción de Plántulas de Chile Poblano cv . San Luis y su Efecto sobre el
Desarrollo y rendimiento***

POR:

ISAIAS HERNANDEZ PEREZ

TESIS

**Que se somete a consideración del H. Jurado Examinador como requisito
parcial para obtener el título de:**

Ingeniero Agrónomo en Horticultura

Aprobada

El presidente

DR. Marco Antonio Bustamante García

Asesor

Asesor

Ing.M.C. Cesar E. Chavez R

M.C. Rosario Quezada Martín

Coordinador de la División de Agronomía

Ing. M.C. Mariano Flores Dávila

Buenavista, Saltillo, Coahuila, Mex. Mayo de 1998

INDICE DEL CONTENIDO	PAG.
INDICE DE CUADROS.....	i
INDICE DE FIGURAS.....	ii
RESUMEN.....	I
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS.....	3
HIPÓTESIS.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1. Calidad de la plántula.....	6
2.1.1. Medios de cultivo y producción de plántulas en invernadero..	7
2.2. Transplantes.....	8
2.2.1. Ventajas de los Transplantes.....	9
2.2.2. Desventajas de los Transplantes en almácigos.....	10
2.3. Necesidades Hídricas en la Planta.....	11
2.3.1. Funciones del Agua en la Planta.....	12
2.3.1.1. Elemento Esencial del Protoplasma.....	12
2.3.1.2. Disolvente.....	13
2.3.1.3. Reactivo.....	14
2.3.1.4. Mantenimiento de la Turgencia.....	15
2.3.2. Relaciones Hídricas.....	16
2.3.3. Consumo de Agua por la Planta.....	16
2.3.4. Estrés Hídrico.....	16
2.4. Transpiración.....	17
2.4.1. Factores que Afectan la Transpiración.....	18
2.4.1.1. Humedad Atmosférica.....	18
2.4.1.2. Humedad en el Entorno a las Raíces.....	19
2.4.1.3. Concentración de CO ₂	20
2.4.1.4. Luz.....	21

2.4.1.5. Concentración de	26
Oxígeno.....	27
2.4.1.6.	27
Temperatura.....	29
2.4.1.7. Velocidad del Viento.....	
2.5. Contenido Mineral de la Materia	31
Vegetal.....	
2.5.1. La Absorción de Nutrientes.....	31
2.6. Riego por	31
Subirrigación.....	31
2.6.1.	33
Subirrigación.....	38
2.7. Acolchado.....	39
2.7.2. Generalidades del Acolchado en la	39
Agricultura.....	39
2.7.3. Producción de Cosechas	40
Tempranas.....	40
2.7.4. Producción de Altos	40
Rendimientos.....	41
2.7.5. Influencia del Acolchado sobre el	41
Rendimiento.....	42
2.8. Riego por	
Goteo.....	43
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	43
	43
3.1. Localización Geográfica del Experimento.....	43
3.2. Diseño Experimental.....	43
3.3. Siembra.....	44
3.4. Descripción de Tratamientos.....	44
3.5. Manejo del Cultivo.....	44
3.5.1. Labores de Pretransplante.....	44
3.5.2. Transplantes.....	44
3.5.3. Riegos.....	44
3.5.4. Fertirrigación.....	
3.5.5. Estacado e Hilado.....	45
3.5.6. Túnel.....	
3.5.7. Labores Fitosanitarias.....	45
3.5.7.1. Control Fitosanitario de las Plántulas.....	49
3.5.7.2. Control Fitosanitario en Estado Adulto.....	51
	53
3.6. VARIABLES EVALUADAS.....	56
	57
3.6.1. Altura de Planta.....	58
3.6.2. Diámetro de Tallo.....	
3.6.3. Número de Hojas por Planta.....	63

3.6.4. Peso Fresco de Planta.....	64
3.6.5. Peso Seco de la Planta.....	
3.6.6. Por ciento de Humedad en la Raíz y Parte Aérea.....	
3.6.7. Días a Floración.....	
3.6.8. Rendimiento.....	
3.6.9. Número de Frutos por m ²	
3.6.10. Número de Frutos Potenciales.....	

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....

4.1. Vigor en Estado de Plántula.....	
4.2. Peso Fresco de la Raíz y Parte Aérea.....	
4.3. Peso Seco de la Raíz y Parte Aérea.....	
4.4. Contenido de Humedad (%).....	
4.5. Vigor en Plantas.....	
4.6. Floración.....	
4.7. Productividad.....	

V.CONCLUSIONES.....

VI. LITERATURA

CITADA.....

CUADRO	INDICE DE CUADROS	PAG.
Cuadro 2.1.	Sensibilidad General de Algunos Procesos y Parámetros Metabólicos al Estrés Hídrico.....	14
Cuadro 3.1.	Características Físico- Químicas de las Soluciones Nutritivas Utilizadas para la Producción de Plántulas de Chile Poblano cv. San Luis.....	33
Cuadro 3.2.	Análisis de Agua Utilizada para Riego de Chile Poblano cv. San Luis, en el Campo Experimental CIQA.....	34
Cuadro 3.3.	Soluciones Nutritivas M-P y	35
Cuadro 3.4.	Day.....	35
Cuadro 3.5.	Solución Nutritiva Maurogiannoupoulos y Papadakis (M-P)..	36
Cuadro 3.6.	Peso Atómico de Algunos Iones y Elementos Utilizados como Fertilizantes.....	37
Cuadro 3.7.	Solución Nutritiva Day.....	41

Cuadro 3.8.	Productos Utilizados para el Control Fitosanitario en Estado	41
Cuadro 3.9.	de Plántula.....	42
Cuadro 4.1.	Productos Aplicados al Tratamiento Uno.....	45
Cuadro 4.2.	Productos Utilizados para el Control Fitosanitario en Estado Adulto del Cultivo.....	49
Cuadro 4.3.	Medias de las Variables de Vigor en Estado de Plántula, en la Producción de Plántulas en Subirrigación de Chile Poblano cv. San Luis: CIQA, 1997.....	52
	Medias de las Variables de Peso Fresco de Raíz y Parte Aérea en la Producción de Plántulas en Subirrigación de Chile Poblano cv. San Luis: CIQA, 1997.....	
Cuadro 4.4.	Medias de las Variables Peso Seco de la Raíz y parte Aérea en la Producción de Plántulas en Subirrigación de Chile Poblano cv. San Luis: CIQA, 1997.....	54
Cuadro 4.5.		56
Cuadro 4.6.		58
Cuadro 4.7.	Medias de la Variable Contenido de Humedad (%), en la Producción de Plántulas en Subirrigación de Chile Poblano cv. San Luis: CIQA, 1997.....	59
	Medias de la Variables de Vigor en Plantas de Chile Poblano cv. San Luis: CIQA, 1997.....	
	Medias de la Variable de Floración en Plantas de Chile Poblano cv. San Luis: CIQA, 1997.....	
	Medias de la Variables de Productividad en Plantas de Chile Poblano cv. San Luis: CIQA,	

1997.....

FIGURA	INDICE DE FIGURAS	PAG.
Figura 4.1.	Diámetro de Tallo de Plantas de Chile Poblano a los 25 y 45 Días Después de Siembra.....	46
Figura 4.2.	Altura de Plantas a los 25 y 45 Días Después de Siembra en Plántulas de Chile Poblano cv. San Luis.....	47
Figura 4.3.	Número de Hojas por Planta a los 25 y 45 Días Después de Siembra de Chile Poblano cv. San Luis Producidas en Subirrigación.....	48

Figura 4.4.	Peso Fresco de Raíz y Parte Aérea en Plántulas de Chile Poblano cv. San Luis a los 25 y 45 DDS. Producidas en Subirrigación.....	50
Figura 4.5.	Por ciento de Humedad de Raíz y Planta Completa en Chile Poblano cv. San Luis Producidas en Subirrigación.....	55
Figura 4.6.	Número de Frutos por m ² Obtenidos en Chile Poblano.....	60
Figura 4.7.	Rendimiento Total por ha. En el Cultivo de Chile Poblano cv. San Luis.....	61

DEDICATORIA

A **DIOS** por haberme dado el ser y salud, la capacidad para seguir adelante y por permitir realizar mi mayor sueño, Gracias.

Con Amor a mis **PADRES:**

Sra. María Pérez Patricio.

Sr. Antonio Hernández Reyes.

Por que son los seres que más admiro y respeto, por su infinito amor y confianza, por su inagotable lucha y esfuerzo que realizaron por brindarme la oportunidad de estudiar e inculcar en mi el espíritu de superación; por que sobran razones y faltan palabras para expresarlo.... pero sobre todo por que los amo ¡ GRACIAS !

Con gran Respeto y Cariño a mis **HERMANOS**:

Antonio	Rosa María
Francisca	Virginia Guadalupe
Enrique	Cruz Antonio
Germán	

Quienes en todo momento me han otorgado su Fe, Amistad, Cariño y Confianza para poder llegar a la finalización de una de mis metas y con quienes siempre paso momentos muy agradables.

A mis **Cuñadas (o)**: Ma. de Jesús, Gregoria y Enrique, que han venido a formar parte de esta familia.

A mis Sobrinos :	Antonio de Jesús	Eduardo
	Enrique	Selene
	Sandy	Tany

Quienes sin saberlo alegran nuestras vidas.

A mi **Novia**: Lic. en Enf. Judith L. Martínez F.

Quien siempre ha estado en los momentos más felices y difíciles de mi vida, brindándome su apoyo, cariño y comprensión para poder seguir adelante, por ser un todo para mi ¡ Gracias !

A mis **Abuelos**:

Enrique Pérez Cruz.
Isaías Hernández Méndez.

Por sus bendiciones y apoyo incondicional, además de sus sabios consejos formados con su experiencia a través de los años.

A mis tíos por su gran apoyo en mi carrera, a los suegros y familia de mi novia.

A todos ¡ **GRACIAS** !

AGRADECIMIENTOS

A la **Universidad Autónoma Agraria “ Antonio Narro ”** por recibirme en su seno dándome la oportunidad de forjarme como un profesionista y por brindarme la herramienta necesaria para realizar una actividad honrada y poder servir a la sociedad.

Al Ing. M.C. Cesar E. Chávez Robles, por su amistad, paciencia, disponibilidad y asesoría brindada para la realización del presente trabajo.

A la Biol. Ma. del Rosario Quezada Martín, por su amistad y apoyo en la revisión del presente trabajo.

Al Dr. Marco A. Bustamante García, por su amistad brindada durante mi formación académica y su disponibilidad en la revisión del trabajo de tesis.

Al Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA), por las facilidades y gran apoyo brindado para la realización del presente trabajo de investigación.

A mis amigos y compañeros de generación Marío, J. Luis, Rocío, Narciso y Arturo por su valiosa amistad brindada durante mi estancia en la U.A.A.A.N.

A mis amigos Fausto, Adán, Juan, Armando y a los de Tamalín, que de una u otra forma contribuyeron en mi formación profesional.

RESUMEN

El trabajo fue llevado a cabo en el campo experimental del Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA), el cual se encuentra ubicado al noreste de la ciudad de Saltillo, Coahuila.

Se evaluaron 7 formulaciones de soluciones nutritivas para la producción de plántula en subirrigación , utilizando como cultivo al chile poblano cv. San Luis, los cuales se enuncian a continuación.

- 1.- Testigo Regional, sin subirrigación regados y fertilizados vía foliar (T1).
- 2.-Testigo Absoluto, con subirrigación, solo agua (50 litros), (T2)
- 3.- Raizal, 125 g/ 50 litros de agua (T3).
- 4.- Subirrigación, solusion propuesta por la Corporación Hidroponica de México, S.A. de C.V. (T4).
- 5.- Subirrigación, solusion propuesta por el Centro Demostrativo y de Capacitación Campesina de Tezoyuca, Morelos (T5).
- 6.-Subirrigación, sobre una solusion propuesta por Maurogiannopoulos y Papadakis en 1987, en cultivo de tomate sobre perlita (T6).
- 7.- Subirrigación, sobre una solusion propuesta por Day en 1991, en la producción en tomate sobre perlita (T7).

El estudio consistió, en determinar, en cuales de estas formulaciones se presentaba un mejor desarrollo y rendimiento del cultivo, esto comparándolo con un testigo regional, cuyas charolas estuvieron sin subirrigación, regados y fertilizados vía foliar, esto en estado de plántula, a su vez se evaluó el comportamiento en su desarrollo y producción de las plantas obtenidas ya en campo. El diseño utilizado fue Bloques al Azar con 7 tratamientos y 4 repeticiones, cada repetición contó con una cama de 8.7 m².

Las variables que se midieron fueron Diámetro de tallo, Altura de Planta, Número de Hojas por Planta, Peso Fresco y Seco de Planta y Raíz, % de Humedad en Raíz y Parte Aérea, Días a Floración, Número de Frutos por m², Número de Frutos Potenciales y Rendimiento.

De acuerdo a los resultados obtenidos para las variables de vigor en estado de plántula como diámetro de tallo, altura de planta y número de hojas por planta, se observó que el mejor tratamiento fue el 5, el cual mostró un mejor comportamiento e incluso se mantuvo en todas ellas, siguiéndole los tratamientos 4 y 7, superando al testigo hasta en un 50 %.

Para las variables peso fresco de la raíz y parte aérea, se encontró que el tratamiento que mejor comportamiento tuvo fue el 5, el cual superó al testigo y algunos tratamientos hasta en un 100 %, obteniéndose un buen desarrollo de la zona radicular y parte aérea.

Respecto a las variables peso seco de la raíz y parte aérea se observó que el mejor tratamiento fue el 5, siendo superior al testigo hasta en un 100 %, y en el cual se observa una correlación positiva entre el peso seco de la raíz y la parte aérea.

En la variable contenido de humedad (%) el tratamiento que presentó un mejor comportamiento fue el 2 (92.51%), respecto al testigo (85.11%) mientras que en la parte aérea la diferencia entre tratamientos fue poca. Los resultados obtenidos en

esta fase se debieron principalmente a que todos los tratamientos estuvieron con humedad constante a excepción del testigo.

De acuerdo a los resultados obtenidos para las variables de vigor en estado adulto de la planta, como diámetro de tallo y altura, peso seco de raíz y peso seco de la planta, se pudo apreciar que los tratamientos tuvieron un comportamiento similar y en el cual los tratamientos 5 y 2 sobresalen entre los mejores.

En cuanto a la variable de floración podemos mencionar que los tratamientos 5 y 3 presentaron un adelanto en floración, presentando 69 y 70 DDT respectivamente, mientras que el peor tratamiento fue el 7 con 80 DDT, esto es muy importante ya que esto se tradujo en un adelanto en la formación de frutos y por consiguiente en cosecha.

Respecto a la variable de productividad podemos mencionar que los tratamientos 5 y 3 fueron los que obtuvieron mejores rendimientos con incrementos de 38 y 31.5 % respectivamente, esto en comparación con el testigo. La característica más importante fue que ambos tratamientos siempre se mantuvieron entre los mejores y en cuanto a esta variable, durante el periodo de cosecha fueron los que obtuvieron incrementos en rendimientos en cada corte, manifestaron más rápido su capacidad productiva e inclusive se mantuvieron más o menos estables hasta el final de la cosecha. Los bajos rendimientos obtenidos en este trabajo se debieron principalmente a las bajas temperaturas presentadas durante esta etapa fenológica (crítica) del cultivo.

INTRODUCCION

El chile (*Capsicum annum L.*) es una de las hortalizas más importantes de México y de mayor consumo popular, especialmente en estado fresco, aunque se puede consumir también en estado seco o bien procesado, la importancia radica en la superficie sembrada, además es una hortaliza que genera divisas para México ya que se exporta

para Estados Unidos y Canadá, en las temporadas en que esos países no producen como es en el ciclo Invierno-Primavera (Valadez, 1993).

En la actualidad son muchos los problemas que enfrenta el agro- mexicano para producir hortalizas por lo que algunos productores han optado por emplear técnicas culturales que ayuden a incrementar sus rendimientos y así mismo reducir los gastos por conceptos de agua, la cual es cada vez más escasa y costosa, fertilizantes, productos químicos, jornales por hectárea, etc. Algunas de las técnicas culturales que han empleado es el uso de la técnica de subirrigación para la producción de plántulas y la utilización de acolchados con películas plásticas aunque esto en la mayoría de las ocasiones, puede ser llevado acabo solamente por productores con una buena solvencia económica y en cultivos que sean altamente redituables.

Para la siembra del chile se han venido utilizando tradicionalmente dos técnicas diferentes: a). Siembra Directa y b). Transplante. La siembra atraves del método de transplante, incluye la producción de plantas en Almacigos y en Charolas (invernaderos)

Este último sistema se hace con el objeto de lograr adelantos en las cosechas en comparación al método de Siembra Directa y consecuentemente obtener un mejor precio en el mercado por el producto.

En cierta forma las plantas domesticas guardan mucho parecido con los seres humanos en cuanto a que requieren de muchos cuidados y protección en la etapa

temprana de sus vidas. El ambiente temprano que rodea al cultivo es de vital importancia y determinara si la planta habrá de desarrollarse en toda su potencialidad (Ennis, 1997).

El trasplante es mucho más fácil y económico ya que las plantas se cuidan mejor en un área compactada que esparcidas en el campo. El buen manejo de los trasplantes, significa la primera oportunidad para acelerar el rendimiento y la calidad, una de las características más importantes de los trasplantes es que nos permiten verificar el potencial productivo y la calidad fitosanitaria. Además de facilitar el manejo de la densidad podemos aplicar soluciones nutritivas que nos permiten incrementar el desarrollo y la calidad de las plántulas y a su vez reducir el daño por patógenos gracias a una mejor nutrición. Por tal motivo los objetivos de la presente investigación se describen a continuación.

OBJETIVOS:

- 1).Encontrar una solución nutritiva que incremente la calidad de plántula en chile.

- 2).Determinar la influencia de la calidad de plántula sobre el desarrollo y rendimiento.
- 3).Determinar los requerimientos nutricionales de una plántula de calidad.

HIPOTESIS

Para el presente experimento se plantea que, las plántulas desarrolladas en subirrigación, con disponibilidad constante de agua y nutrimentos, incrementaran precocidad, calidad, desarrollo y rendimiento del cultivo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Calidad de Plántula

Más del 90% de los cultivos agrícolas son propagados por semillas y ellas son los portadores primarios de los recursos genéticos y de los nutrientes para el primer estadio de crecimiento. Si bien es básico contar con un potencial genético adecuado, (de lo cual se ocupan las empresas productoras de semillas), es igualmente básico suministrarle a la semilla las condiciones óptimas para la expresión máxima de ese potencial (Wageningen, 1994).

En cierta forma las plantas domesticadas guardan mucho parecido con los seres humanos en cuanto a que requieren de muchos cuidados y protección en la etapa temprana de sus vidas. Y justamente como el bebe, el entorno ambiental en sus primeros días desempeña un papel crucial en su desarrollo como persona, el ambiente temprano que rodea al cultivo es de vital importancia y determinara si la planta habrá de desarrollarse en toda su potencialidad (Ennis, 1997).

El éxito de un cultivo depende esencialmente de su instalación en el lugar definitivo, por lo que debe utilizarse material vegetativo de buena calidad, es decir, morfológicamente bien desarrollado y en buen estado sanitario.

Sin duda alguna, un buen comienzo en la semilla de un híbrido es el máximo aprovechamiento del potencial productivo que brindan las condiciones existentes en el interior del invernadero (Mojarro, 1997).

La respuesta del trasplante depende de varios factores, principalmente de la especie y del estado de desarrollo de la planta y específicamente de la relación entre el área foliar y la longitud y grado de suberización de las raíces y de las condiciones ambientales tras la plantación (Rosa, 1996).

Es bien conocido que para lograr la mejor producción de un cultivo, las plantas deben manifestar una expresión vegetativa máxima, y con esas miras para conseguir la mayor capacidad productiva, es por lo que artificialmente se proveen los factores necesarios para el desarrollo máximo del potencial productivo de la planta.

La temperatura de crianza de la planta de tomate en semillero tiene una alta influencia demostrada en la inducción floral y cuajado de los primeros frutos y por lo tanto precocidad en la cosecha, cuando dicha crianza tiene lugar a una temperatura superior en todo momento a los 11°C (Bretones, 1995).

Las diversas técnicas de realización del trasplante pueden influir en el comportamiento de la planta en terreno definitivo, afectando a su crecimiento y desarrollo. La edad (Las plántulas de coliflor de mayor edad proporciona cabezas de menor peso), el tamaño de la plántula, su nutrición, el tamaño de su contenedor, etc., pueden afectar el tamaño de la cabeza en su maduración (Fernández, 1995).

2.1.1. Medios de Cultivo y Producción de Plántulas en Invernadero

En la actualidad la mayor parte de los invernaderos tienen tierra artificial. En ocasiones se le denomina barro (según los productores), sustrato (según las universidades), tierra para las macetas (horticultores domésticos), mezcla de crecimiento (operadores de invernaderos), pero medio de cultivo sigue siendo la designación más popular.

El medio de cultivo es un complejo sistema de intercambio de aire, agua y nutrientes para el sistema radicular de la planta. Los medios de cultivo consisten en componentes sólidos y componentes menos costosos que el agricultor proporciona agua y gas (aire). En una charola o maceta podemos ver cada uno de estos componentes o fases: fase líquida, solución de agua/fertilizante; fase gaseosa, oxígeno/dióxido de carbono y fase sólida, componentes de los medios de cultivo.

La clave para lograr un buen cultivo es el manejo adecuado de la fase líquida y gaseosa. Estas inician con la selección adecuada de los componentes sólidos.

Aun después de la selección del medio adecuado, existen otros factores que pueden afectar el rendimiento de los medios de cultivo en el nivel de crecimiento. El pH del medio de crecimiento recibe la influencia de la calidad de agua y selección de fertilizante.

La calidad del agua se ha convertido en un asunto clave en los años 90. Dependiendo de su origen, el pH y contenido mineral del agua pueden variar.

Es recomendable analizar el agua de manera periódica a fin de determinar su contenido de nutrientes. Basándose en el análisis, usted puede determinar cual es la opción adecuada de fertilizante, de acuerdo con lo siguiente:

- . Tipo de planta cultivada
- . Etapa de desarrollo
- . Contenido de nutrientes en el agua (para la aplicación de la cantidad adecuada de fertilizante) (Woodward, 1995).

2.2. Trasplantes

Las hortalizas se pueden enmarcar en dos grandes grupos, relativos a su implantación . Un grupo en el que se recurre normalmente al transplante, como el caso de solanaceas (tomate, chile y berenjena), y de las brassicas (todas las coles en general), la lechuga, las cucurbitaceas (sandia y melón) y finalmente la cebolla. Un segundo grupo, lo constituyen las restantes plantas, para las que el proceso normal es la siembra directa en el lugar definitivo (Rosa, 1996).

Los productores deben de procurar los trasplantes de tallo grueso y recto con hojas bien desarrolladas, que no estén ni enchinadas ni fruncidas. El enchinamiento de las hojas puede indicar que la planta ha sido sometida a restricción de agua para controlar su crecimiento en el invernadero, lo cual puede retrasar su establecimiento en campo. El fruncido de las hojas en trasplantes de chile o de tomate puede indicar que

han sido expuestos a temperaturas de congelación que también pueden reducir el desarrollo temprano.

Las raíces deben ser blancas, gruesas y deben llenar el cepellón desde la superficie hasta el fondo. Las raíces deben estar decoloradas y si no se extienden hasta el fondo del cepellón ello, puede, deberse a que las plantas han sido sujetas a humedad restringida lo cual podría retrasar el enraizado en el campo (Productores de Hortalizas, Agosto de 1995).

2.2.1. Ventajas de los Transplantes

El buen manejo de los transplantes, significa la primera oportunidad para elevar el rendimiento y la calidad. Sin ir muy lejos, se puede decir que la característica más importante de los trasplantes, es que nos permiten verificar el potencial productivo, que se mide por el porcentaje de germinación y la ausencia de enfermedades fungosas o vírales.

Adicionalmente, los trasplantes nos facilitan el manejo de la densidad y sirven también para regular el crecimiento herbáceo en las primeras etapas del cultivo, el cual no deberá ser excesivo.

Otra ventaja de los trasplantes, es que se pueden aplicar soluciones especiales para proteger las raíces y al mismo tiempo, se pueden modificar las

condiciones climáticas en el interior del invernadero, para darle a los tejidos de la planta una mayor resistencia, que le ayude a tolerar los cambios de temperatura en el momento de la transición (Mojarro, 1997).

2.2.2. Desventajas de Transplantes de Almacigo

Este sistema permite una siembra rápida y por lo consiguiente, con reducidos costos, pero tiene varios inconvenientes, algunos de los cuales valdrá la pena citar:

- Gasto de semillas, sobre todo cuando se trata de híbridos de coste elevado
- Dificultad para crear las condiciones del medio para una germinación y emergencia homogéneas
- La alimentación al transplantar con raíz desnuda. Al arrancar la planta, se destruye en parte el sistema radicular, que tiene como consecuencia una crisis a causa del transplante que a veces se prolonga 15 días, atrasando el crecimiento y desarrollo de las plantas y originando eventualmente fallos en la implantación del cultivo (Rosa, 1996).

2.3. Necesidades Hídricas en la Planta

El factor clave del manejo de charolas de transplante es asegurarse de que el medio de la charola no se seque excesivamente. Si esto sucede, las raíces en el exterior de la charola se dañarán y el crecimiento será lento (Productores de Hortalizas, Agosto de 1995)

La absorción de agua por las raíces es un efecto activo. La planta necesita consumir energía proporcionada por la oxidación de sustancias de reserva (azúcares, almidones, etc) para tomar el agua que necesita, venciendo las fuerzas que se oponen a este proceso (gravimétricas, capilares y osmóticas). Cuanto menores sean las fuerzas a vencer, menos energía necesitara la planta para esta función y mayor la que podrá dedicar a los procesos productivos (López, 1996).

Mantenga la humedad adecuada en el medio de cultivo. En la charola, este medio debe tener un 80% de humedad. Si usted aprieta un puñado de este medio, deben escapar tres o cuatro gotas de agua (Productores de Hortalizas, Enero 1995).

El agua es indispensable para las plantas e interviene en todos los procesos necesarios en la vida del vegetal. La influencia de la irrigación sobre la calidad de la cosecha es muy compleja pues el agua interviene en todos los procesos bioquímicos y existiendo numerosas interacciones entre la alimentación en agua y la nutrición mineral (Burgeño, 1992).

El agua es el componente químico más abundante en las plantas, pues en los tejidos activos llega a constituir entre el 80-95 % en peso, siendo por lo tanto el factor de producción que en nuestro medio condiciona el crecimiento de las plantas debido a la enorme cantidad de funciones que realiza (Abad, 1991).

2.3.1. Funciones del Agua en la Planta

La planta utiliza el agua para cuatro principales fines o funciones:

1. Para refrigerarse, evaporándola por las hojas
2. Como medio de captación y transporte de elementos
3. Como componente de su organismo (savia, soluciones celulares, etc).
4. Como integrante del proceso fotosintético (López, 1991).

La importancia del agua puede resumirse indicando sus funciones más importantes, las que se reunirán bajo cuatro encabezados generales.

2.3.1.1. Elemento Esencial del Protoplasma.

El agua es tan importante cuantitativa como cualitativamente, ya que constituye de 80 a 90 por ciento del peso fresco de la mayoría de las partes de plantas herbáceas y más del 50 por ciento del peso fresco de las plantas leñosas. El agua es una parte tan importante del protoplasma como las moléculas proteicas que constituyen la armazón protoplásmica, y una reducción del contenido hídrico por debajo de cierto nivel se acompaña de cambios en la estructura y, finalmente, de la muerte.

2.3.1.2. Disolvente

Una segunda función del agua en las plantas es la de disolvente en el cual gases, minerales y demás solutos penetran en las células vegetales y pasan de una célula a otra y de un órgano a otro.

2.3.1.3. Reactivo

El agua es el reactivo de muchos procesos importantes, incluyendo la fotosíntesis y procesos hidrolíticos tales como la hidrólisis del almidón en azúcar. Es tan esencial en este papel como el bióxido o el nitrato de carbono.

2.3.1.4. Mantenimiento de la turgencia

Otro papel esencial del agua es el de conservar la turgencia, tan esencial para el ensanchamiento y el crecimiento de las células y el mantenimiento de la forma de las plantas herbáceas. Una cantidad de agua insuficiente para conservar la turgencia, tiene por resultado una reducción inmediata del crecimiento vegetativo (Kramer, 1974).

2.3.2. Relaciones Hídricas

Menos del 1% del agua absorbida por las raíces es retenida por la planta. Existe pues un flujo continuo a través de ella, integrando a cada instante las modificaciones endógenas (regulación estomática) y exógenas (alternancia día noche,

humedad del aire y del suelo, temperatura, etc), lo que provoca variaciones en el estado de hidratación de los tejidos. Los procesos vitales son muy sensibles a estas variaciones, aun siendo estas muy pequeñas (Burgeño,1992).

2.3.3. Consumo de Agua por las Plantas.

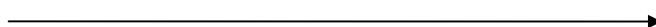
El consumo de agua varia según el estadio fenológico de la planta y las condiciones ambientales existentes. Las variaciones ocasionadas por el primero son lentas y continuas, mientras los cambios en los factores ambientales (luz, temperatura, H.R., etc.) pueden ocasionar bruscas alteraciones en muy poco tiempo. Para facilitar la toma de agua por la planta podemos actuar sobre las fuerzas de retención, osmóticas y capilares disminuyendo en todo lo posible la salinidad y la fuerza de retención del agua (López, 1991).

2.3.4. Estrés Hídrico

La sensibilidad de los híbridos al estrés hídrico es muy notoria. Tanto en el caso del tomate, como en el chile y los pimientos, las aportaciones de humedad deberán regularse y mantenerse de una forma constante (Mojarro, 1997).

Cuadro 2.1. Sensibilidad general de algunos procesos y parámetros metabólicos al estrés hídrico.

	Sensibilidad al Estrés		
	Muy	Relativamente	



	sensible	insensible		Observaciones
	Reducción requerida Ψ del tejido para afectar el proceso			
	0 bar	10 bar	20 bars	
Crecimiento celular	██████████			Hojas etioladas Depende de sp. Depende de sp.
Síntesis completa	██████████			
Síntesis de proteína	██████████			
Formación de clorofila	██████████			
Nivel nitrato reductasa	██████████			
Acumulación de ABA	██████████	██████████		
Nivel de Citocininas		██████████		
Apertura estomatica	██████████	██████████	██████████	
Asimilación de CO ₂	██████████	██████████	██████████	
Respiración	██████████	██████████		
Acumulación Prolina		██████████		
Acumulación de azúcar		██████████		

(Burgeño, 1992).

El crecimiento de las plantas esta controlado por los coeficientes de división y ensanchamiento de las células y por el abastecimiento de componentes orgánicos o inorgánicos necesarios para la síntesis de protoplasma y paredes celulares nuevos. El ensanchamiento de la célula depende especialmente de, por lo menos, un grado mínimo de turgencia, y el alargamiento del tallo y la hoja es controlado o detenido rápidamente por déficits de agua.

La disminución del agua contenida reduce invariablemente el coeficiente de fotosíntesis y generalmente también la tasa de respiración. En resumen, la disminución del contenido hídrico se acompaña de pérdida de turgencia y angostamiento, cese de ensanchamiento de la célula, cierre de los estomas, reducción de la fotosíntesis e interferencia con muchos procesos metabólicos básicos. Finalmente, la deshidratación prolongada causa desorganización del protoplasma y la muerte de la parte de los organismos (Kramer, 1974).

2.4. Transpiración

La transpiración es la verdaderamente importante y podría decirse que es un mal inevitable, debido a la necesidad que tienen las plantas de realizar el intercambio gaseoso CO_2 y O_2 en una atmósfera de bajo potencial hídrico. Asimismo juega un papel muy importante en la refrigeración de la hoja, y además, la transpiración sirve para concentrar los nutrientes que la planta toma por la raíz, como también es el factor esencial en la absorción del agua por el xilema al tiempo que es fundamental en la distribución de los nutrientes en la planta.

2.4.1. Factores que Afectan la Transpiración

Del agua absorbida por la planta, la mayor parte se pierde en forma de vapor de agua y a este fenómeno se le conoce como transpiración. Del resto, una pequeña parte es retenida para cubrir las necesidades de crecimiento de las partes jóvenes de la planta y engrosar frutos, otra parte más pequeña se utiliza en la fotosíntesis y otra empleada en la necesidad de contribuir como medio dispersante y transporte en la planta. Siendo la transpiración el fenómeno más importante de la pérdida de agua en las plantas, puede ser afectado este fenómeno por otros factores que son :

2.4.1.1. Humedad Atmosférica

Si aumenta la humedad atmosférica, disminuye la transpiración. La humedad atmosférica favorece la mayor apertura estomatica, con lo que en cierto modo podría incrementar la transpiración. De estos efectos siempre predomina el primero, y en realidad disminuye la velocidad de transpiración, favoreciendo en cambio la entrada de CO_2 para la fotosíntesis.

2.4.1.2. Humedad en el Entorno a las Raíces

A más humedad en el entorno radicular mas absorción de agua con lo que, al estar más turgente la célula oclusiva del estoma, este queda más abierto y por ende, más transpiración e intercambio gaseoso.

2.4.1.3. Concentración de CO_2

A mayor concentración de CO_2 , menor abertura estomatica y menor transpiración. En invernaderos se ha logrado triplicar la cosecha elevando artificialmente el CO_2 hasta el 0.1%.

2.4.1.4. Luz

Un aumento de la iluminación abre estomas y aumenta la transpiración. El cierre de estomas en días cálidos es frecuente pues transpiraciones puntuales en el día producen una baja transitoria del potencial hídrico y originan el cierre de los estomas.

2.4.1.5. Concentración de Oxígeno

En general una concentración alta de oxígeno favorece el cierre de estomas

2.4.1.6. Temperatura

Las temperaturas altas favorecen la transpiración aumentando la velocidad de salida de agua por el estoma. Como en la atmósfera al aumentar la temperatura hace que disminuya la humedad relativa y aumente el gradiente de difusión del vapor de agua entre la cámara subestomática y el exterior, es por ello que aumenta la transpiración. Asimismo, al aumentar la temperatura, aumenta también el coeficiente de difusión del vapor de agua, y por eso aumenta más la transpiración. Las temperaturas superiores a 30-40⁰ C favorecen el cierre de estomas (con estas temperaturas favorecen los procesos respiratorios con lo que el aumento del CO₂ produce el cierre del estoma). Las temperaturas elevadas provocan la insensibilidad del estoma al CO₂, con lo cual permanece abierto y el efecto refrigerante de la transpiración evita las quemaduras que se producirían en las plantas.

2.4.1.7. Velocidad del Viento

A mayor velocidad, mayor es la transpiración.

2.5. Contenido Mineral de la Materia Vegetal

El principal constituyente de una planta es el agua, seguido por la materia orgánica y los minerales, en una proporción aproximada de : 70% de agua, 27% de materia orgánica y 3% de minerales.

Los minerales representan solo una pequeña parte de la materia vegetal pero tienen vital importancia.

El principal factor que regula el contenido mineral de las plantas es el específico (o incluso varietal) y genéticamente determinado “potencial de absorción de los diferentes nutrientes minerales”.

El segundo factor que controla el contenido mineral del material vegetal es la disponibilidad de nutrientes en el medio nutritivo.

Dentro de las plantas se dan considerables diferencias en el contenido mineral entre los diversos órganos y entre plantas con distinto desarrollo (edad), (Gonzalez, 1991)

2.5.1. La Absorción de Nutrientes

El importantísimo proceso de absorción de iones por las plantas se debe considerar básicamente como un transporte de iones a través de membranas biológicas (ej. Plasmalema). Como fruto de esta actividad se observa que:

- a) Las plantas son capaces de absorber iones selectivamente.
- b) El hecho de que las concentraciones de varias especies de iones en las vacuolas son considerablemente más altas que en el medio exterior indica una absorción activa.

El proceso de absorción requiere energía, generada por el metabolismo celular.

Los nutrientes asimilables o disponibles son aquella fracción de los nutrientes en el suelo accesible a las raíces de las plantas (González, 1991).

2.6. Riego por Subirrigación

Para finales de siglo, gobiernos de países del norte de Europa exigen a los cultivadores sistemas de cultivo cerrado en los cuales no se liberen al ambiente de las aguas de drenaje a ningún tipo de producto químico. Los sistemas de subirrigación (riego por inundación, riegos laminares, etc.) es una de las propuestas que más se ajusta a estos cambios.

En soluciones nutritivas, hongos y enfermedades pueden ser fácilmente diseminadas y transportadas a través del cultivo. El sistema radicular de una planta debe

estar dañado o predispuesto para ser infectado por un hongo patógeno. Existen factores que ayudan a desencadenar esta predisposición:

- El tiempo de inundación. Con el exceso de agua en el sustrato existe una deficiencia de oxígeno, acumulación de nitritos, toxicidad y por lo tanto daño en las raíces
- Substratos con drenaje insuficiente y poca aireación
- Acumulación de sales
- Utilización de soluciones nutritivas inapropiadas con exceso de nitrógeno amoniacal
- Utilización de aguas de baja calidad y exceso de cloro y sodio

El manejo del sistema de irrigación y las prácticas culturales deben encaminarse a la minimización de todos los factores que afecten el deterioro del sistema radicular del cultivo. En general habría que considerar :

- Graduar el tiempo de inundación
 - Evitar riegos aéreos o de superficie que podrían propagar enfermedades
 - Usar substratos adecuados para subirrigación
 - Controlar la evolución del sustrato (pH, C.E. y nivel de nitrógeno)
 - Evitar el uso de aguas con un contenido superior a 30-35 ppm de sodio y cloro
 - Descartar las plantas que presenten síntomas de ataque de hongos o enfermedades
- (Casas, 1996).

2.6.1. Subirrigación

El termino “irrigación subterránea” o “Subirrigación” puede ser considerado como la provisión de agua a la zona radicular de las plantas por debajo de la superficie del suelo, con la finalidad de asegurar una combinación adecuada de agua y aire en la zona radicular del suelo (Achtnich, 1972).

Con el uso de la subirrigación se persigue cubrir la demanda nutricional del cultivo, de forma que se minimicen las perdidas por lixiviación mientras se aumenta el porcentaje absorbido por las plántulas a la vez que se evita en lo posible la contaminación de acuíferos, sobre todo por NO_3 , debida al uso inadecuado y excesivo de fertilizantes químicos.

2.7. Acolchado

La técnica del acolchado de suelos consiste en colocar una película plástica sobre el terreno a cultivar, cubriendo el terreno en forma parcial o total, esto formara una pantalla impermeable que ayudara a conservar una mayor cantidad de agua, evitando la perdida por evaporación directa e incrementando la temperatura del suelo formando así, un microclima (Splittstoesser, 1990).

Los plásticos usados para acolchados en los cultivos hortícolas proveen muchas ventajas positivas tales como: modificar los regímenes de temperatura y humedad en el suelo, madurez temprana de las cosechas, mejor calidad, control de malezas, impedir la inmigración de insectos, y posiblemente alterar la fotobiología de la planta e incremento de rendimientos. También permite la incorporación de otros

componentes tales como; riego por goteo para lograr una máxima eficiencia de los recursos utilizados (Decoteau et al., 1986; Splittstoesser y Brown, 1991; Ham et al., 1993).

Los colores de un plástico para acolchado determinan su comportamiento de energía irradiada y su influencia en el microclima cerca de las plantas (Maiero et al., 1987). Los colores determinan la temperatura de la superficie del acolchado y fundamentalmente la temperatura del suelo (Lamont, 1993). Las películas negras, absorben parte de la energía solar que llega al plástico el cual se calienta, transmitiendo el calor por conducción al suelo (Mahrer, 1979). Las temperaturas del suelo bajo acolchado plástico negro durante el día pueden ser de 2.8°C más alto a una profundidad de 5 cm y 1.7°C más alto a la profundidad de 10 cm respecto a un suelo desnudo (Lamont, 1993).

Las cosechas más tempranas de melón (7 a 14 días y hasta de 21 días) y mayor rendimiento (2 a 3 veces más que en suelos no acolchados) dependen en gran parte sobre la localización geográfica, tipo de suelo, forma de uso del acolchado plástico y de la variedad del cultivo (Lamont y Marr, 1992; Lamont, 1993).

2.7.2. Generalidades del Acolchado en la Agricultura.

La plasticultura es la tecnología del uso de plásticos en la agricultura. La plásticultura comienza cuando se desarrolla el primer sustituto del vidrio el cual era muy difundido en la agricultura.

El polietileno (PE) , fue desarrollado como una película plástica cerca de 1938 y hoy en día es el plástico el más utilizado en la agricultura como acolchado. Al principio el método para modificar el microclima de los cultivos fue la protección con residuos orgánicos como la paja, el desarrollo de varios tipos de películas de polietileno revolucionaron la protección de los cultivos, el acolchado consiste en cubrir el suelo con alguna forma o barrera protectora para eliminar la evaporación del agua del suelo, controlar malezas, mantener una buena estructura del suelo o para proteger los cultivos de la contaminación del suelo. Esto también es utilizado para moderar los excesos del clima como el sol, lluvia y viento, comercialmente entre las películas plásticas utilizadas, las de polietileno generalmente son las más difundidas (Ibarra y Rodríguez , 1991).

En México un gran interés ha venido teniendo el acolchado con plásticos hechos a base de polietileno, el cual tendrá que ir aumentando debido a la creciente necesidad de optimizar los recursos como agua, suelo, planta, nutrientes, etc. Conseguido mediante la cobertura plástica del suelo (Ibarra y Rodríguez , 1991).

El programa de investigación en el Departamento de Horticultura en la Universidad del estado de Iowa fue documentado a través de 10 largos años los

beneficios de los acolchados plásticos entre los que destacan, alta temperatura del suelo, conservación de la humedad del suelo, control de malezas, menor compactación del suelo y menor lixiviación de fertilizantes. El incremento de temperatura en el suelo particularmente en la noche es probablemente lo más importante a causa de que la alta temperatura del suelo es más favorable para el continuo crecimiento de la raíz, al mejorar el crecimiento de la raíz se mejora también el rápido crecimiento vegetativo, floración temprana y consecuentemente altos rendimientos precoces (Taber, 1993).

El acolchado de suelos es una técnica que consiste en colocar sobre una superficie del terreno, un material que actúa como una barrera de separación entre el suelo y el ambiente, con la finalidad de proteger a los cultivos y al suelo de la acción de los agentes atmosféricos los cuales entre otros efectos producen la desecación del suelo, deterioran la calidad del fruto, enfrían la tierra y lavan la misma. (Robledo y Martín, 1981).

El uso de películas plásticas de polietileno para fines agrícolas y en general para cualquier uso de exteriores, exige que éstas estén protegidas por medio de aditivos especiales contra los rayos ultravioletas, para garantizar al usuario que la película tenga una duración y desempeño adecuado, especialmente en aquellos denominados de larga duración (Angulo et al, 1985).

Según la naturaleza de los materiales utilizados (residuos vegetales, productos de origen mineral como la arena, papel alquitranado y láminas de aluminio)

ofrecían además otras ventajas como opacidad a la luz solar que impedían el desarrollo de las malas hierbas, la absorción del calor del sol por el suelo protegido y su posterior liberación durante la noche constituían un medio de defensa para las plantas contra las bajas temperaturas nocturnas influyendo de esta manera en un aumento en el rendimiento así como la precocidad en las cosechas. (Ibarra y Rodríguez , 1991).

En las zonas áridas y fértiles las practicas tradicionales del cultivo no son suficientes para resolver las necesidades alimenticias de una población en rápido crecimiento.

La utilización de los plásticos, puede en este difícil contexto contribuir muy eficazmente en la producción agrícola en general, toda vez que las condiciones ambientales del suelo juegan un efecto crucial en la producción agrícola. (Ibarra y Rodríguez , 1983).

2.7.3. Producción de Cosechas Tempranas

Por otro lado los beneficios con el uso de las películas plásticas son:

- Producción de cosechas tempranas.
- Altas producciones.
- Supresión de labores culturales (aporques, deshierbes. etc.)

Un elemento de gran interés en los acolchados es adelantar el desarrollo y madures de los cultivos para que estos puedan ser introducidos al mercado antes que los cultivos no acolchados, existiendo dos ventajas en las cosechas tempranas:

- Atraer un mejor precio que el usualmente ofrecido por ser producidas antes que la principal estación empiece en el mercado.
- Y en segundo lugar asegurar el contacto con el comprador y la venta de sus productos en el mercado.

El anticipo a la cosecha con el acolchado plástico varia de 3 hasta 28 días en promedio dependiendo del cultivo y de la estación de crecimiento.

El plástico negro presenta la ventaja de que constituye un buen control de malezas alrededor de las plantas cultivadas, además de esta, las raíces se hacen más numerosas y más largas en sentido horizontal ya que el sistema radicular de las plantas al encontrar humedad suficiente a poca profundidad y en un suelo bien mullido se desarrolla más lateralmente y con este aumento de raíces la planta asegura un mejor anclaje lo que consecuentemente suprime los aporques (Ibarra y Rodríguez, 1991).

2.7.4. Producción de Altos Rendimientos

El incremento en la producción mediante acolchado de suelo puede oscilar desde un 20 hasta un 200% con respecto a los métodos convencionales del cultivo.(Ibarra y Rodríguez, 1991)

En estos casos el rendimiento, extra provocara costos extras en labores como son cosecha, empaque, transporte y acarreo, pero este costo adicional es pagado con el incremento de producción, por lo que el productor puede amortizar con ello los costos de producción.

2.7.5. Influencia del Acolchado sobre el Rendimiento.

Al evaluarse el cultivo de chile bajo acolchado de suelos con plástico negro y transparente se encontró que la mejor producción fue de 3.058 kg/m² con el plástico negro, superando en 5.3% al plástico transparente y en 42% al tratamiento sin acolchar, que produjeron 2.904 y 2.152 kg/m², respectivamente. (Maltos, 1989)

En pimiento dulce transplantado en suelo con cubierta plástica negra, se cosecho 5,600 kg/ha de fruto comercializable comparado con menos de 1,700 kg/ha en campos cultivados sin cubierta plástica. (Efferson, 1985)

Se determino que los materiales comerciales Tampiqueño 74, Panuco y Altamira requieren de 88,78 y 81 días a floración, y obtuvieron una altura de 57,46 y 64 cm y en rendimiento en ton/ha de 7.42, 15.87 y 12.54 respectivamente. Menciona además que el rendimiento promedio es de 11 ton/ha.(Ramírez y Kuruvadi, 1989).

En un estudio hecho con Capsicum sp bajo acolchado de suelo con polietileno (PE) plateado, el rendimiento se incrementó debido a la influencia del acolchado, además se redujo la incidencia de plagas y enfermedades. (Black, 1980)

En pruebas realizadas en Chile pimiento cv. Yolo Wonder, con acolchado de tres tipos de películas, con una densidad de plantación de 52,632 ptas/ha, una fertilización de 120-60-00, riego por gravedad y un periodo de cosecha de 70 días, todos los tratamientos acolchados produjeron 28 días antes que el testigo; se tuvo un adelanto de 20, 15 y 14 días a inicio de floración, con un incremento en rendimiento de 52.44, 66.62 y 95.59% con el polietileno transparente de 40 micras, polietileno negro opaco de 40 micras y polietileno negro opaco de 175 micras respectivamente en comparación con el testigo (no acolchado), (Ibarra y Rodríguez, 1983).

2.8. Riego por Goteo

El uso del riego por goteo en combinación con el acolchado de suelos, reducen la evaporación de la humedad directa de la superficie del suelo y disminuyen los requerimientos de los riegos. Esta relación puede ahorrar agua de un 45 por ciento comparado con sistemas de riego por aspersión (Hanlon y Hochmuth, 1989). El riego por goteo es un método de alternativa que potencialmente puede mejorar la eficiencia del uso del agua, minimizando los problemas culturales asociados con el riego por surcos (Bogle y Hartz, 1986).

El sistema de riego por goteo puede incrementar significativamente la eficiencia de aplicación de agua de un 44 a 72 por ciento, comparado con un riego por aspersión debido a que el agua es conducida hasta la planta y liberada directamente el agua al sistema radicular (Kataria y Michael, 1990). Con el riego por goteo el agua es goteado en una área pequeña de la superficie del suelo (bulbo de humedad) y como resultado de esto el movimiento del agua lateralmente es mínimo especialmente en suelos porosos y someros También la eficiencia en el uso de agua puede ser aumentada en un 50 por ciento o más aplicando el riego por goteo en lugar de riego por superficie (Lamack y Niemiera, 1993).

El riego por goteo es un método efectivo para la aplicación del agua, fertilizantes y es una nueva tecnología que crece día con día en la agricultura. Este incluye la eficiencia de uso de fertilizantes, reduciendo las perdidas por lixiviación, mejora el control en la concentración de nutrimentos en la solución del suelo, reducción de mano de obra, ahorro de energía y flexibilidad en la aplicación oportuna de nutrimentos (Bogle y Hatz, 1986; Bhella y Wilcox, 1986 y Decoteau et al., 1990).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del Experimento

La presente investigación se llevo a cabo tanto en un invernadero como en el campo experimental del Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA); que se encuentra localizado al noreste de Saltillo, Coahuila; ubicado geográficamente dentro de las coordenadas 25°27' latitud Norte y 101°02' longitud Oeste con una altitud de 1610 msnm.

3.2. Diseño Experimental

El diseño utilizado fue en Bloques al Azar con siete tratamientos y cuatro repeticiones por tratamiento, dando un total de 28 unidades experimentales. El tamaño de cada repetición fue de 5 m de largo por 1.74 m de ancho (8.7 m²), con 4 plantas útiles por repetición en estado de plántula y 8 en plantas establecidas en campo.

3.3. Siembra

Para este trabajo se utilizó la variedad de chile poblano cv. San Luis. La siembra se realizó el día 26 de Junio de 1997 en 28 charolas de poliestireno de 200 cavidades, se utilizó el sustrato Pro - Mix n_o 1, una vez sembradas las semillas se procedió a regar las charolas y estibarlas, posteriormente se llevaron al invernadero donde se les colocó una charola vacía al final de la estiba con la finalidad de evitar la

perdida de humedad y un sobrecalentamiento por el plástico negro que cubrió las charolas, así permanecieron hasta iniciada la emergencia. Una vez que las plántulas emergieron (3 - julio - 1997), se llevaron a los contenedores de madera cubiertos con plástico negro para permitir el almacenamiento de la solución, al tercer día se les dio un aclareo dejando una planta por cavidad, al octavo día se les agregaron las soluciones nutritivas correspondientes a cada tratamiento (8 - julio - 1997). En cada contenedor se colocaron cuatro charolas, se considero cada una de ellas como una repetición.

Subirrigación

Se prepararon 50 litros de solución por cada tratamiento en un tonel de plástico de 200 litros, a cada una de ellas se les midió el pH con el Potenciometro marca Hach, la temperatura, sólidos solubles y conductividad eléctrica con el Conductivimetro marca Hach; con la finalidad de conocer sus características físico-químicas. Inmediatamente después, se agregó la solución al contenedor correspondiente, las plántulas se mantuvieron en subirrigación por un espacio de 13 días, posteriormente se les retiro la solución sobrante la cual fue medida para conocer el consumo de agua de cada tratamiento (24 - julio -1997), después de esto pasaron siete días bajo un régimen normal, es decir se regaron con una regadera dos veces por día.

Cuadro 3.1. Características Físico-Químicas de las soluciones nutritivas utilizadas para la producción de plántulas de Chile Poblano.

Tratamiento	Temperatura °C	pH	Sólidos Totales Disueltos (g/l)	CE ms/cm
1	-----	----	-----	-----
2	24.1	7.25	1.15	2.19
3	23.7	6.50	1.94	3.84

4	23.5	7.09	2.41	4.86
5	23.7	6.97	1.94	4.24
6	23.8	7.02	1.94	3.88
7	24.0	7.14	1.58	3.33

3.4. Descripción de Tratamientos

1.- Testigo Regional; sin subirrigación, regados y fertilizados vía foliar

2.- Testigo Absoluto, con subirrigación, solo en agua (50 litros)

3.- Raizal, 125 g/50 litros de agua

Raizal: (fórmula)	Concentración (%)
Nitrógeno	9
Fósforo	45
Potasio	11
Magnesio	0.6
Azufre	0.8
Fitohormonas	400 ppm

4.-Subirrigación, Solución propuesta por la Corporación Hidroponica de México S.A. de C.V.:

Fuente	Cantidad (g/50 l de Agua)
Nitrato de Sodio (R)	41.5
Nitrato de Calcio	41.5
Sulfato de Potasio	41.5
Super Fosfato Simple	62.5
Sulfato de Magnesio	20.5

5. Subirrigación, solucion propuesta por el Centro Demostrativo y de Capacitación Campesina de Tezoyuca, Morelos.:

Fuente	Cantidad (g/50 litros de agua)
Nitrato de Potasio	38
Nitrato de Calcio	14.5
Fosfato Monoamónico	22.5
Sulfato de Amonio	29
Sulfato de Magnesio	12.2

Sulfato de Fierro (R)	350 mg
(R)= grado reactivo	

En los anteriores tratamientos no se tomaron en cuenta las aportaciones nutrimentales que el agua de riego aporta al realizar la formulación. Sin embargo, para la formulación de las soluciones de los tratamientos seis y siete si se tomo en consideración los aportes nutrimentales realizados por el agua de riego al momento de preparar la solución tipo hidroponía, para lo cual fue necesario analizar el agua de riego, los resultados del análisis se presentan en el cuadro 3.2.

Cuadro 3.2. Análisis del Agua utilizada para riego del chile poblano cv. San Luis, en el campo experimental del CIQA

Parámetro	Determinación
pH	7.29
CE	2.3 ms/cm
Carbonatos	0.60 meq/litro
HCO ₃	6.0 meq/litro
Ca	8.2 meq/litro
Mg	5.4 meq/litro
Cl	1.54 meq/litro
SO ₄	16.82 meq/litro
Na	4.95 meq/litro

Para los tratamientos seis y siete por lo tanto, se tuvo que realizar un ajuste al tomar en consideración los aportes hechos por el agua de riego, estos se realizaron de la siguiente manera (cuadro 3.3):

Cuadro 3.3. Soluciones nutritivas M-P y Day.

mmol/l	Mavrogiannopoulos y Papadakis (1987)	Day (1991)
NO ₃	13	9
NH ₄	4	1.5

H ₂ PO ₄	1	1
K	7	7.5
Ca	4	3.75
Mg	1.25	1.5
SO ₄	0	0
mg/l		
Fe	3.5	2
Mn	1	0.75
Cu	0.02	0.1
Zn	0.5	0.5
B	0.3	0.4
Mo	0.05	0.05

Procedimiento para determinar la cantidad de nutrimentos necesarios para cubrir la fórmula de la solución propuesta por M-P y Day (Cuadro 3.4).

Cuadro 3.4. Solución nutritiva Mavrogiannopoulos y Papadakis (M-P)

	Aniones mmol/l					Cationes mmol/l					pH	CE ms/cm
	NO ₃	H ₂ PO ₄	SO ₄	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ⁺	Mg ⁺	Na ⁺		
Agua de Riego	-	-	8.4	6	1.5	-	-	4.1	2.7	4.9	7.2	2.3
Solución Ideal	13	1	-	0.5	-	4	7	4	1.25	-		
Aportes Previstos	13	1	-	-5.5	-	4	7	-	-	-		

Fuente	mmol/l												
H ₃ PO ₄	1		1		-1								
KNO ₃	7	7					7						
NH ₄ NO ₃	6	6				6							
Aportes reales		13	1	-	-1	-	6	7	-	-	-		
Sol.nut. final		13	1	8.4	5	1.5	6	7	4.1	2.7	4.9	7.02	3.88
	Meq/l	13	1	4.1	5	1.5	6	7	2.05	1.35	4.9		
Aniones Σ	24.6												
Cationes Σ	21.3												
ppm	2,259	806	97	403	30.5	35.4	108	273	328	65	113		

Para convertir de mmol a ppm, se hizo necesario conocer el peso atómico de cada ion para multiplicarlo por el número de milimoles los cuales nos darían las ppm (cuadro 3.5).

Cuadro 3.5. Peso atómico de algunos iones y elementos utilizados como fertilizantes.

Elemento químico	Símbolo químico	Peso atómico	Forma ionica	Peso del ion
Nitrógeno	N	14	NH ₄ ⁺	18
			NO ₃ ⁻	62
Fósforo	P	31	H ₂ PO ₄	97
Potasio	K	39	K ⁺	39
Calcio	Ca	40	Ca ⁺⁺	40
Magnesio	Mg	24	Mg ⁺⁺	24

Cálculo de microelementos:

Fe → Ferroquel 30.6% de Fe $3.5 \times 100 / 30.6 = 11.43 \text{ mg/l}$

Mn → Sulfato de Manganeseo 32% de Mn $1 \times 100 / 32 = 3.12 \text{ mg/l}$

Cu → Sulfato de Cobre 25% Cu $0.02 \times 100 / 25 = 0.08 \text{ mg/l}$

Zn → Sulfato de Zinc 23% Zn $0.5 \times 100 / 23 = 2.17 \text{ mg/l}$

B → Ácido Bórico 17% B $0.3 \times 100 / 7 = 1.76 \text{ mg/l}$

Mo → Molibdato de Sodio 40% Mo $0.05 \times 100 / 40 = 0.125 \text{ mg/l}$

Esta cantidad se multiplica por 50 para determinar la cantidad necesaria para preparar la solución.

El mismo procedimiento se realizó para determinar la cantidad de elementos y fertilizantes a utilizar para preparar la solución nutritiva del tratamiento siete (Cuadro 3.6).

Cuadro 3.6. Solución Nutritiva Day

Aniones mmol/l	Cationes mmol/l	CE ms/cm
----------------	-----------------	-------------

	NO ₃ ⁻	H ₂ PO ₄ ⁻	SO ₄ ⁼	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺ ₊	Na ⁺	pH	
Agua de Riego	-	-	8.4	6	1.5	-	-	4.1	2.7	4.9	7.2	2.3
Solucion Ideal	9	1	-	0.5	-	1.5	7.5	3.75	1.7	-		
Aportes Previstos	9	1	-	-5.5	-	1.5	7.5	-	-	-		

Fuente	mmol /l											
H ₃ PO ₄	1		1		-1							
KNO ₃	7.5	7.5					7.5					
NH ₄ NO ₃	1.5	1.5				1.5						
Aportes reales	9	1	-	-1	-	1.5	7.5	-	-	-		
Sol.nut. final	9	1	8.4	5	1.5	1.5	7.5	4.1	2.7	4.9	7.14	3.3
	Meq/l	9	1	4.2	5	1.5	1.5	7.5	2.05	1.35	4.9	
Aniones Σ	20.7											
Cationes Σ	17.2											
ppm	1,950	558	97	403	30.5	35.4	27	293	328	65	113	

Cálculo de microelementos:

Fe → Sulfato de Fierro 30.6% de Fe $2 \times 100/30.6 = 6.53 \text{ mg/l}$

Mn → Sulfato de Manganeseo 32% de Mn $1 \times 100/32 = 3.12 \text{ mg/l}$

Cu → Sulfato de Cobre 25% Cu $0.02 \times 100/25 = 0.08 \text{ mg/l}$

Zn → Sulfato de Zinc 23% Zn $0.5 \times 100/23 = 2.17 \text{ mg/l}$

B → Ácido Bórico 17% B $0.3 \times 100/7 = 1.76 \text{ mg/l}$

Mo → Molibdato de Sodio 40% Mo $0.05 \times 100/40 = 0.125 \text{ mg/l}$

Una vez terminado los cálculos las soluciones de los tratamientos 6 y 7 quedaron de la siguiente manera:

6.- Subirrigación, sobre una solución propuesta por Mavrogiannopoulos y Papadakis en 1987, en cultivo de tomate sobre perlita:

Fuente	Cantidad en 50 litros de agua
Nitrato de Potasio	35.3 g

Nitrato de Amonio	24 g
Ácido Fosfórico	4 ml
Sulfato de Fierro (R)	571.5 mg
Sulfato de Manganeseo (R)	156 mg
Sulfato de Cobre	4 mg
Sulfato de Zinc	108.5 mg
Ácido Bórico (R)	88 mg
Molibdato de Sodio (R)	6.25 mg

7.- Subirrigación, sobre una solución propuesta por Day en 1991 en la producción en tomate sobre perlita.:

Fuente	Cantidad en 50 litros de agua.
Nitrato de Potasio	37.9 g
Nitrato de Amonio	6 g
Ácido Fosfórico	4 ml
Sulfato de Fierro (R)	326 mg
Sulfato de Manganeseo (R)	117 mg
Sulfato de Cobre	20 mg
Sulfato de Zinc	108.5 mg
Ácido Bórico (R)	117.5 mg
Molibdato de Sodio (R)	6.25 mg

R= Grado reactivo

3.5. Manejo del Cultivo

Es importante aclarar que a partir del trasplante todos los tratamientos recibieron la misma atención y manejo.

3.5.1. Labores de Pretransplante

El terreno se preparo con un barbecho profundo y un cruzado de rastra; ambos realizados con tractor, posteriormente se formaron las camas, se instalo cintilla y se acolcho con plástico negro calibre 150, perforado cada 30 cm a doble hilera en tresbolillo, todas estas labores se realizaron manualmente.

3.5.2. Transplante

El transplante se realizó el día 8 de Agosto, cuando las plantas tenían 44 días a partir de la siembra, utilizándose una planta por hoyo.

3.5.3. Riegos

Se utilizó un sistema de riego por goteo, que consistió en una cinta t-tape de 6 milésimas con goteros a 20 cm de distancia y un gasto de 250 litros/h por cada 100 metros lineales y con una presión aproximada de 8 psi. Se suministro la misma cantidad de agua a todos los tratamientos, dándose 27 riegos en total, los cuales se distribuyeron de la siguiente forma: 2 riegos por semana hasta inicio a floración, de 2-3 hasta el primer corte y de 3-4 riegos por semana durante el periodo de cosecha, tomándose en consideración las condiciones climatológicas y el desarrollo del cultivo.

3.5.4. Fertirrigación

La inyección de los fertilizantes se realizó con un venturi modelo 804 de 3/4" de diámetro; la fertirrigación se aplicó mediante el agua de riego, la fórmula de fertilización fue 335-86-241, utilizando como fuentes el Nitrato de Amonio (34% N), Nitrato de Potasio (38% K, 13% N) y Fosfato Monoamonico (27% P, 12% N), dándose un total de 27 riegos, siendo el primero y el segundo de una duración de 8 horas

cada uno, el resto fue de dos horas en promedio, la frecuencia de riego fue cada tercer día.

3.5.5. Estacado e hilado

El estacado se realizó con estacones de madera para conducir adecuadamente las plantas y evitar el acame y la quiebra de ramas que es muy común en este tipo de variedades, se llevaron a cavo dos hiladas con una separación de 20 cm entre ellas con rafia plástica.

3.5.6. Túnel

La colocación de los túneles se llevo días antes del primer corte, ya que en un principio no se había planeado su puesta; sin embargo, por las bajas temperaturas que se comenzaron a presentar, la necesidad de salvar el cultivo y para obtener resultados más confiables se decidió realizar esta labor extra. Para su colocación se utilizaron arcos de alambrón y plástico transparente de 1.80 m de ancho, calibre 150.

3.5.7. Labores Fitosanitarias.

3.5.7.1. Control Fitosanitario de las Plántulas

Para llevar un buen control fitosanitario en estado de plántula, se aplicaron los siguientes productos:

Cuadro 3.7. Productos Utilizados para el Control Fitosanitario en Estado de Plántulas.

ETAPA	PRODUCTO	DOSIS
• Al momento de emerger • 10 días después de emerger.	Tecto Promyl + Tamaron	1.5 gr/l 1.0 gr/l + 1ml/l

Estas aplicaciones se realizaron a todos los tratamientos. Sin embargo, para el tratamiento uno, se realizaron además de las dos anteriores aplicaciones, las siguientes:

Cuadro 3.8. Productos Aplicados al Tratamiento Uno.

DIAS POSTERIORES A LA EMERGENCIA	PRODUCTO	DOSIS
• A los 15 días • A los 20 días • A los 28 días - A los 32 días	Ridomil bravo + Foltron plus Hidro Cu + Raizal Foltron plus Captan + Raizal	0.75 gr/l + 1 ml/l 1.0 gr/l + 1.2 gr/l 1.5 ml/l 1.5 gr/l + 1.4 gr/l

3.5.7.2. Control Fitosanitario en Estado Adulto

Las plagas que se presentaron durante el ciclo de cultivo fueron el Minador (*Liriomyza munda*), Gusano Soldado (*Spodoptera exigua*) y el Picudo del chile (*Anthonomus eugenni*). En lo que se refiere a enfermedades fue el estrangulamiento de la planta (*Damping-off*). Ambos problemas fueron controladas a tiempo con productos químicos los cuales aparecen en el cuadro, 3.9.

Cuadro 3.9. Productos utilizados para el control Fitosanitario en estado adulto del cultivo.

NOMBRE COMERCIAL	INGREDIENTE ACTIVO
• Trigard • Decis • Ridomil Bravo • Confidor • Pounce 500 CE • Pro gibb • Inex • Lorsban • Flonex • Thiodan • Aflix • Lucation • Prosicard • Fultron plus	• Cyromazina • Deltametrina • Metalaxil • Permetrina • Acido giberélico • Eter de polietilenglicol • Clorpirifos • Mancozeb • Endosulfán • Malation • Carbendazim

3.6. Variables Evaluadas

Para las evaluaciones en plántula se tomaron en consideración cuatro plántulas por repetición (1 Charola), y para el cultivo establecido se marcaron ocho plantas, cuatro de cada hilera y sin considerar en la evaluación las plantas orilleras.

3.6.1. Altura de Planta:

Se midió con una regla graduada desde la base del tallo hasta el ápice del mismo, reportándose en cm.

3.6.2. Diámetro del Tallo:

Consistió en la toma del diámetro del tallo inmediatamente abajo de las hojas cotiledonales, auxiliándose con un vernier y se expresó en cm.

3.6.3. Número de Hojas por Planta:

Se contabilizó el número de hojas bien formadas, excluyéndose las cotiledonales.

3.6.4. Peso Fresco de Planta:

Se pesó la parte aérea en una báscula inmediatamente después de sacarlas de las charolas.

3.6.5. Peso Seco de Planta:

Se determinó después de haber colocado la parte aérea en bolsas de papel y mantenidas por 48 horas en una estufa a 75 °C.

3.6.6. Por Ciento de Humedad en Raíz y Parte Aérea:

El contenido de humedad se determinó con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{\text{PF} - \text{PS}}{\text{PF}} \times 100$$

3.6.7. Días a Floración:

Se cuantifico el promedio de días desde la planta que inicio a florear hasta la última, del total de plantas evaluadas.

3.6.8. Rendimiento:

Para esta variable se consideraron los kilogramos por parcela útil auxiliándose con una báscula, para después transformarlos a ton/ha.

3.6.9. Número de Frutos por m²:

Aquí se cuantifico el número de frutos totales para cada parcela, para después transformar a número de frutos por m².

3.6.10. Número de Frutos Potenciales:

Para esta variables se consideraron todos los frutos existentes en la planta al final del ciclo del cultivo, desde frutos pequeños ya cuajados hasta los inmaduros.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Vigor en Estado de Plántula.

Los resultados de las variables de vigor en estado de plántula se pueden apreciar en el Cuadro 4.1. Respecto a la variable diámetro de tallo, se observó que a los 25 días los tratamientos 5 y 4 presentaron un mejor desarrollo del tallo, de la cual se obtuvo un incremento del 36 y 33% respectivamente, en comparación al testigo.

Cuadro 4.1. Medias de las variables de vigor en estado de plántula, en la producción de plántulas en subirrigación de chile poblano cv. San Luis; CIQA, 1997.

Trat.	Diámetro del tallo (mm)		Altura de Planta (cm)		Número de hojas/planta	
	25¶	45¶	25	45	25	45
5	2.27 A	3.51 A	13.07 A	29.03 A	6.06 A	10.00 A
4	2.21 A	3.32 AB	13.02 A	28.84 A	5.56 AB	8.93 AB
7	2.17 AB	3.20 AB	13.12 A	24.37 BC	5.75 AB	8.37 BC
6	1.90 ABC	3.07 BC	11.20 B	26.15 B	5.00 BC	9.62 AB
2	1.80 BC	2.44 D	10.13 BC	13.21 E	4.68 C	6.62 D
3	1.79 BC	3.35 AB	8.12 C	22.65 C	4.62 C	9.37 AB
1	1.66 C	2.79 C	8.79 CD	17.46 D	4.18 C	6.93 CD
C.V.	8.55	4.52	7.01	3.97	7.02	7.25
Sig.	**	**	**	**	**	**

¶DDS = Días después de siembra

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales Tukey al 0.05

A los 45 días el tratamiento 5 se mantuvo como el mejor, seguido por los tratamientos 3 y 4, de la cual se obtuvo una ganancia del 25, 20 y 18% en comparación

al testigo. En la Figura 4.1. se puede apreciar de una manera más clara el comportamiento de las plantas durante su desarrollo a los 25 y 45 DDS.

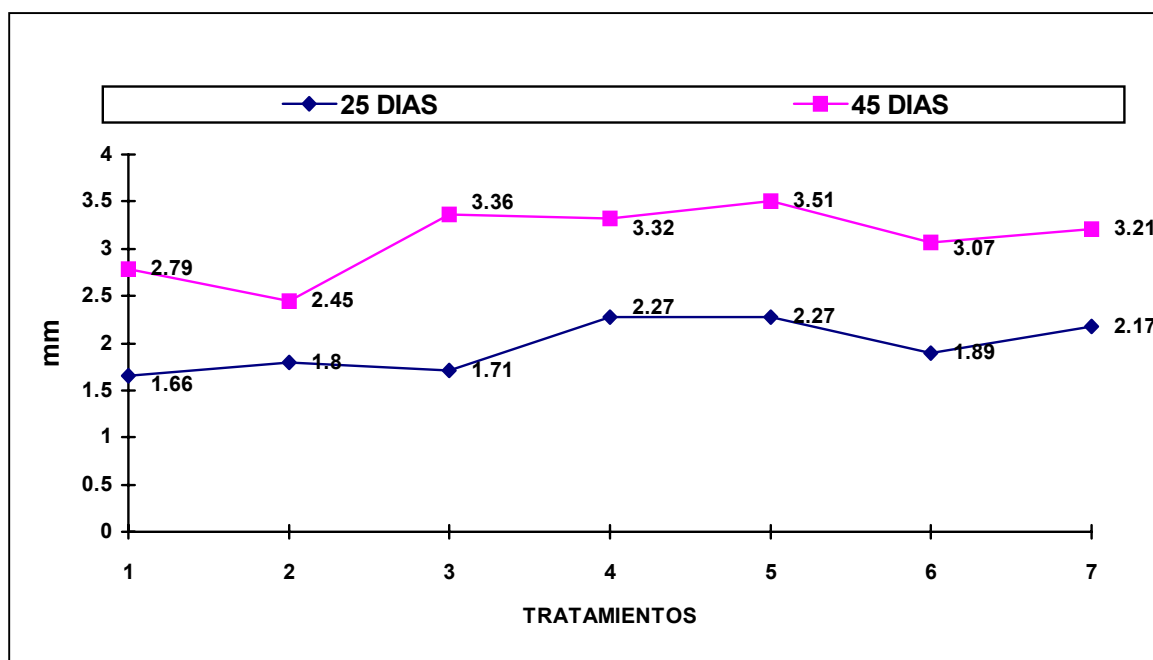


Figura 4.1. Diámetro de tallo de plántulas de chile poblano cv. San Luis a los 25 y 45 días después de siembra.

Para la variable altura de planta (cuadro 4.1.) a los 25 y 45 días los mejores tratamientos resultaron ser el 7, 5 y 4 los cuales presentaron un incremento del 49,48 y 48 % en comparación al testigo. En la Figura 4.2. se puede apreciar de una manera más clara el comportamiento que presento esta variable.

A los 45 días los tratamientos 5 y 4 siguieron manifestando su vigor, mientras que el tratamiento 6 presento un repunte en su desarrollo, los cuales llegaron a tener una diferencia muy considerable del 66, 65 y 49% respectivamente en comparación al testigo.

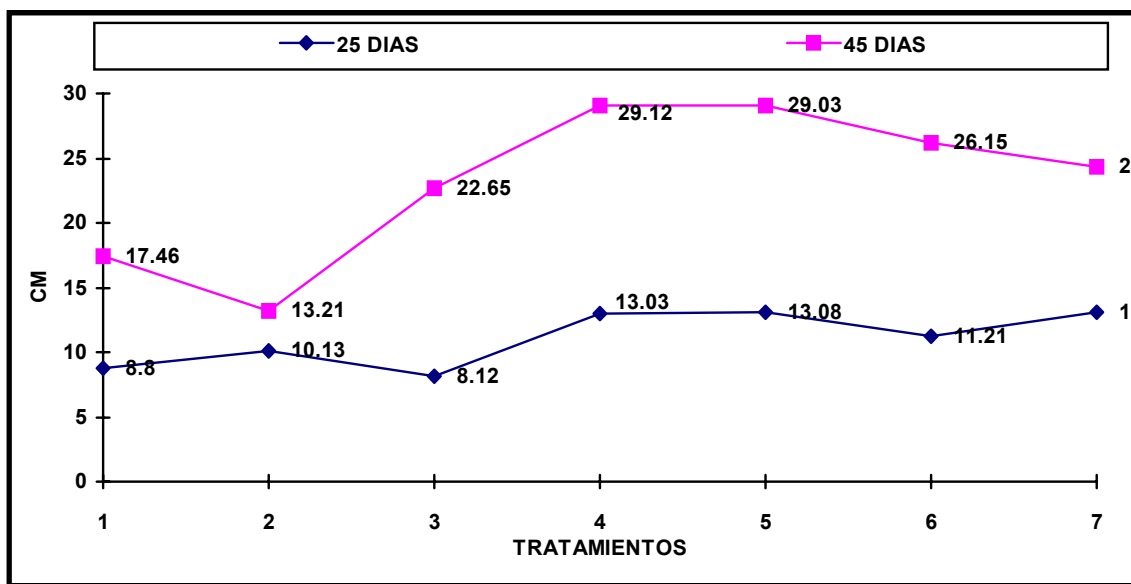


Figura 4.2. Altura de planta a los 25 y 45 días después de siembra en plántulas de chile poblano cv. San Luis producidas en subirrigación.

Para la variable número de hojas por planta (cuadro 4.1.) el tratamiento 5 se mantuvo nuevamente como el mejor, tanto en 25 como en 45 días, teniendo un incremento en el número de hojas del 44% comparado con el testigo. Seguidos por los tratamientos 4 y 7 los cuales siguieron manteniéndose entre los mejores, aunque también se observó que los tratamientos 6 y 3 presentaron un repunte en el número de hojas a los 45 días. Lo anterior se aprecia de manera más clara en la Figura 4.3

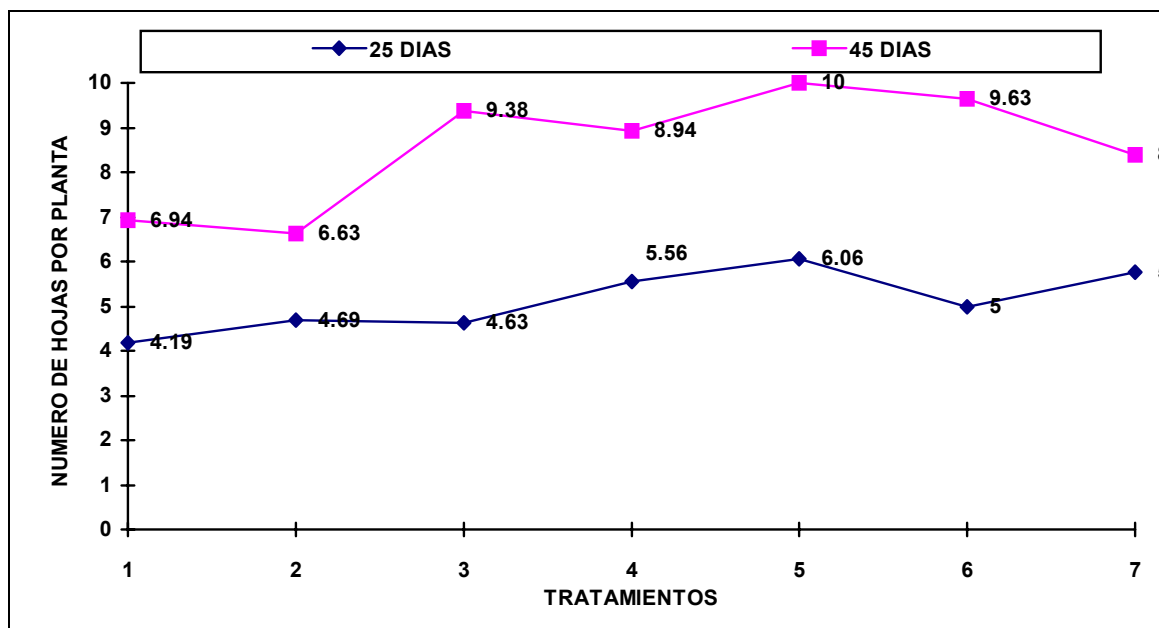


Figura 4.3. Número de hojas por planta a los 25 y 45 días después de siembra en plántulas de chile poblano cv. San Luis producidas en subirrigación.

Se observó que el tratamiento 5 fue el que tuvo un mejor comportamiento en las variables de vigor, e inclusive se mantuvo en todas ellas, siempre seguido por los tratamientos 4 y 7. También se observó que la mayoría de los tratamientos siempre fueron superiores al testigo, esto debido a que los tratamientos siempre estuvieron con humedad constante obteniéndose de esta manera plántulas de mejor calidad.

Los resultados obtenidos para estas variables concuerdan con lo dicho por Mojarro (1997), un buen comienzo en la semilla de un híbrido es el máximo aprovechamiento del potencial productivo que brindan las condiciones existentes en el interior del invernadero, por su parte Woodward, menciona que la clave para lograr un buen cultivo es el manejo adecuado de la fase líquida y gaseosa, y Rosa (1996), narra que para tener una buena respuesta de transplante, depende principalmente de la relación entre el área foliar y la longitud del tallo, y el grado de suberización de la raíz.

4.2. Peso Fresco de la Raíz y Parte Aérea.

Atraves de los datos obtenidos del Peso Fresco de Raíz y Parte Aérea, se analizaron estadísticamente encontrándose diferencias significativas entre los tratamientos (Cuadro 4.2). Para la variable peso fresco de raíz, podemos mencionar que el mejor tratamiento a los 25 días fue el 3 seguido por el tratamiento 5, los cuales llegaron a tener un incremento en peso altamente significativo en comparación al testigo de un 232 y 112%. Al realizar la prueba de medias se encontró que existía una gran diferencia entre los tratamientos 3 y 5 en comparación al testigo, siendo este el que registrara menor peso. El comportamiento de esta variable se aprecia más adelante en la Figura 4.4.

Cuadro 4.2. Medias de las variable peso fresco de raíz y parte aérea en la producción de plántulas en subirrigación de chile poblano variedad San Luis. CIQA, 1997.

Tratamiento	Peso Fresco (g)			
	Raíz		Parte Aérea	
	25¶	45¶	25	45
3	1.33 A	1.19 A	3.37 B	5.00 BC
5	0.85 AB	1.25 A	4.33 A	7.12 A
2	0.82 B	0.54 B	1.25 C	4.14 CD
7	0.67 B	0.89 AB	2.69 B	6.34 AB
4	0.61 B	0.92 AB	3.38 B	6.43 AB
6	0.57 B	1.27 A	3.11 B	4.69 C
1	0.40 B	0.66 B	1.54 C	3.08 D
C.V. (%)	28.97	22.21	11.74	11.63
Sig.	**	**	**	**

¶DDS = Días después de siembra

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales Tukey al 0.05

A los 45 días podemos observar que el tratamiento 6 presenta un repunte en peso y que los tratamientos 5 y 3 se mantuvieron entre los mejores obteniéndose un

incremento muy significativo del 92, 89 y 80% respectivamente, por arriba del testigo.

Para la variable peso fresco de la parte aérea, tanto en 25 como en 45 días el mejor tratamiento fue el 5 el cual tuvo una ganancia en peso del 181 y 131% respectivamente, por arriba del testigo. También podemos observar que los tratamientos 4 y 7 presentaron un mejoramiento en peso. El comportamiento de la variable Peso Fresco de la Parte Aérea a los 45 días, se aprecia en la figura (4.4.)

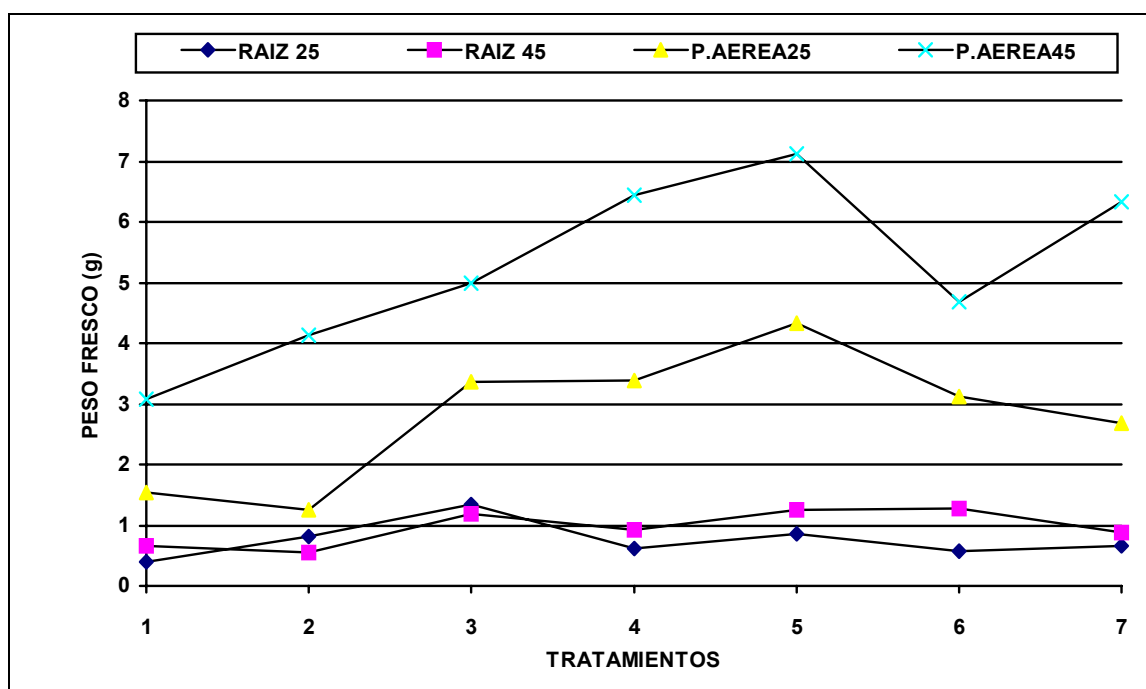


Figura 4.4. Peso Fresco de Raíz y Parte Aérea en Plántulas de Chile Poblano cv. San Luis a los 25 y 45 DDS Producidas en subirrigación.

Podemos decir que para estas variables el tratamiento que mejor comportamiento tuvo fue el 5. También se puede observar que en la mayoría de los tratamientos existió un mayor desarrollo de follaje en comparación al testigo, esta

diferencia esta dada por el buen desarrollo de la parte radicular ya que es el medio de transporte de agua y nutrientes hacia las zonas de demanda y además dichos tratamientos estuvieron con humedad y nutrimentos de manera constante.

Estos resultados concuerdan con lo dicho por López (1991), en el cual menciona que el agua constituye de un 80 a un 90 % del peso fresco de la mayoría de las partes de las plantas herbáceas.

4.3. Peso Seco de la Raíz y Parte Aérea.

En el Cuadro 4.3. se ilustran los datos obtenidos en cada una de los tratamientos evaluados con las diferentes Soluciones Nutritivas , esto a los 25 y 45 DDS. tanto en Raíz como en la parte Aérea. Para la variable peso seco de la raíz, a los 25 días, se observa que el tratamiento 3 se mantuvo como el mejor, seguido por el tratamiento 5, los cuales presentan una diferencia altamente significativa en comparación al testigo y al resto de los tratamientos.

Cuadro 4.3. Medias de las variable peso seco de raíz y parte aérea en la producción de plántulas en subirrigación de chile poblano variedad San Luis. CIQA, 1997.

Tratamiento	Peso Seco (mg)			
	Raíz		Parte Aérea	
	25¶	45¶	25	45

3	39.7 A	132.0 ABC	127.0	404.8 AB
5	30.7 AB	174.5 A	167.5	593.8 A
4	25.8 BC	94.8 BC	160.2	441.0 AB
6	23.3 BCD	132.8 ABC	133.0	444.5 AB
2	17.8 CD	68.0 C	109.7	293.7 B
7	16.5 CD	137.3 AB	148.2	411.0 AB
1	14.5 D	99.0 BC	87.1	245.0 B
C.V. (%)	19.88	21.51	20.42	15.96
Sig.	**	**	NS	*

¶¶DDS = Días después de siembra

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales Tukey al 0.05

A los 45 días el tratamiento 5 vuelve a mantenerse como el mejor, seguido por el tratamiento 7.

Para la variable peso seco de la parte aérea, a través del ANVA realizado no se aprecian diferencias significativas entre tratamientos, es decir que estadísticamente todos los tratamientos son iguales, sin embargo podemos apreciar que el tratamiento 5 muestra un incremento del 92% en comparación al testigo.

A los 45 días el tratamiento 5 volvió a manifestarse como el mejor tratamiento, y en el cual se puede apreciar un repunte del tratamiento 6, pudiéndose decir que estadísticamente son iguales entre tratamientos pero diferentes al testigo.

Como se puede observar en los datos obtenidos en estas variables existe una correlación positiva del peso seco de raíz con respecto al peso seco de la parte aérea en donde el mejor tratamiento fue el 5.

Esto concuerda con estudios realizados por González (1991), quien representa al total de la planta en un 70% de agua, 27% materia orgánica y el 3% minerales, y el factor que controla el contenido de minerales de la materia orgánica es la disponibilidad de nutrientes en el medio nutritivo.

4.4. Contenido de Humedad (%).

Los datos obtenidos para la Variable Contenido de Humedad (%) se ilustran en el cuadro 4.4. Para la variable por ciento de humedad en la raíz la diferencia entre los tratamientos es muy poca, sin embargo podemos observar que el tratamiento 2 fue el que obtuvo una ligera ganancia en el porcentaje de humedad comparado con el testigo, esto a los 25 días, (esto se aprecia más adelante a través de la figura 4.5.).

Cuadro 4.4. Medias de la variable contenido de humedad (%), en la producción de plántulas en subirrigación de chile poblano variedad San Luis. CIQA, 1997.

Tratamientos	Contenido de Humedad (%)			
	Raíz		Parte Aérea	
	25¶	45¶	25	45
2	97.80 A	92.51 A	90.91 C	92.53
7	97.50 AB	84.01 C	94.40 B	93.48
3	96.90 ABC	91.02 AB	97.37 A	91.82

5	96.37 ABC	85.80 BC	96.17 AB	92.02
1	96.14 BC	85.11 BC	94.34 B	92.01
6	95.83 C	89.03 ABC	95.69 AB	95.69
4	95.64 C	90.10 ABC	95.28 AB	93.22
C.V. (%)	0.69	3.12	0.99	3.08
Sig.	**	**	**	ns

¶¶DDS = Días después de siembra

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales Tukey al 0.05

A los 45 días este mismo tratamiento se mantuvo como el mejor e incluso obtuvo una ganancia sobre el testigo del 8%.

Para la parte aérea, se observa que la diferencia entre tratamientos es poca, podemos decir que el mejor tratamiento fue el 3, el cual presento una ganancia del 3% arriba del testigo seguido por el tratamiento 7.

Respecto a esta variable a los 45 días, atravez del ANVA realizado indico que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, es decir, que estadísticamente todos los tratamientos son iguales, sin embargo se puede observar que el tratamiento 6 obtuvo una ligera ganancia del 3% en comparación al testigo.

Se puede observar que el contenido de humedad en la raíz del tratamiento 2 fue el que estuvo ligeramente arriba del testigo, tanto a los 25 como en los 45 días. Se cree que este incremento se debió a que el tratamiento dos se encontraba en subirrigación sólo en agua sin fertilizantes, por lo tanto la conductibilidad eléctrica (CE) fue más baja o mejor dicho con menor concentración de solutos, lo cual facilito el paso del agua atraves de la raíz, lo anterior se puede apreciar atraves de la figura 4.5.

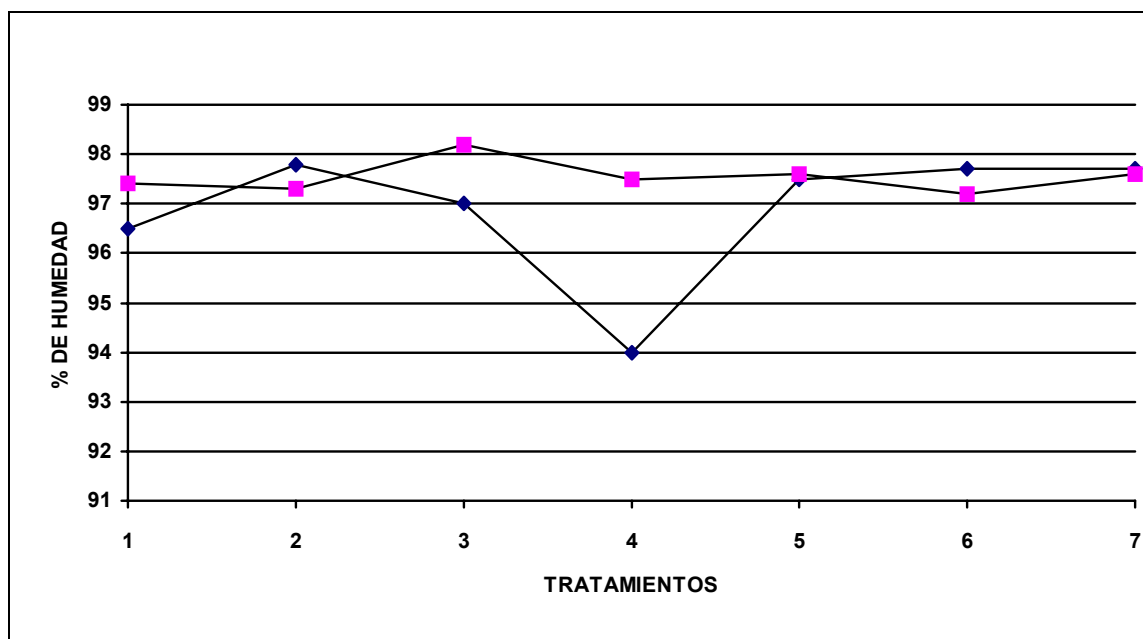


Figura 4.5. Por ciento de humedad de raíz y plántula completa en chile poblano cv. San Luis producidas en subirrigación.

Esto concuerda con las investigaciones de López (1996), quien dice que la planta a través de sus raíces necesita consumir energía proporcionada por la oxidación de sustancias de reserva (azúcares, almidones, etc.), para tomar el agua que necesita, venciendo las fuerzas que se oponen a estos procesos (gravimétricas, capilares y osmóticas), entre menor sean estas fuerzas menor energía necesitara la planta para esta función. Por su parte Kramer (1974), menciona que a mayor humedad en el entorno radicular más absorción de agua. Además, Abad (1991), argumenta que el agua es el componente químico más abundante en las plantas, pues en los tejidos activos llega a constituir entre el 80 - 95 % en peso, siendo por lo tanto el factor de producción que en nuestro medio condiciona el crecimiento de las plantas debido a la enorme cantidad de funciones que realiza.

4.5. Vigor en Plantas.

En el Cuadro 4.5. se observan los resultados obtenidos de las Variables de Vigor en campo, en plantas de chile poblano. En base a los resultados se procedió a realizar el ANVA el cual indicó que no existió diferencia significativa entre tratamientos, es decir que estadísticamente todos los tratamientos tenían un comportamiento similar.

Cuadro 4.5. Medias de las variables de vigor en plantas de chile poblano cv. San Luis; CIQA, 1997.

Trat.	Diámetro del tallo (cm)	Altura (cm)	Peso seco raíz (g)	Peso seco planta (g)
5	1.46	72.14	1.09	16.15
2	1.25	74.22	1.12	18.25
1	1.20	73.27	1.13	18.34
3	1.20	72.29	1.24	18.75
4	1.17	71.84	1.26	18.60
7	1.17	69.47	1.15	17.98
6	1.13	73.25	1.13	18.40
C.V. %	18.58	4.08	8.45	18.79
Sig.	NS	NS	NS	NS

¶¶DDS = Días después de siembra

En la Variable Diámetro de Tallo se tomó en cuenta el grosor de la base de la planta, obteniéndose los siguientes resultados. Se observó que el mejor tratamiento es el 5 el cual presentó un incremento del 21% en comparación al testigo, seguido por el tratamiento 2.

Para la variable de altura, aunque no se observan diferencias estadísticamente entre los tratamientos, sin embargo podemos mencionar que el

tratamiento 2 presento un ligero crecimiento con respecto al resto de los tratamientos. Como se observa la diferencia fue mínima entre el mejor tratamiento y el testigo (74.22 y 73.27 cm respectivamente).

Respecto a la variable peso seco de la raíz, se pudo observar que los tratamientos que obtuvieron mayor peso fueron el 4 y 3 en los cuales existió un incremento del 11 y 9% en comparación al testigo.

4.6. Floración.

El tratamiento 5 registro un inicio de floración a los 69 DDT. Mientras que el testigo (T1) inicio a los 72 DDT (Cuadro 4.6). En lo que se refiere a esta variable, el ANVA realizado nos dice que no existió diferencia significativa entre los tratamientos, sin embargo se puede apreciar que los tratamientos 5 y 3 presentaron un ligero adelanto en cuanto a la producción de flores respecto al resto de los tratamientos. Siendo el T7 el que tardo más en entrar a floración, como se observa fue hasta los 80 DDT.

Cuadro 4.6. Medias de las variable de Floración en plantas de chile poblano cv. San Luis; CIQA, 1997.

Tratamiento	Días a floración
5	69
3	70
4	71
1	72
6	74
2	76
7	80
C.V. %	6.11

Sig.	NS
∇ DDS = Días después de siembra	

En esta variable a nivel campo se pudo observar que los tratamientos 5 y 3 fueron los que presentaban una mayor formación de flores, las cuales también a través de la toma de datos se observó una marcada diferencia respecto al testigo y al resto de los tratamientos.

Esto se relaciona con los resultados obtenidos en la variable peso en raíz, donde los mejores tratamientos fueron el 5 y 3, esto concuerda con lo dicho por Taber (1993), que al mejorar el crecimiento de la raíz se mejora también el rápido crecimiento vegetativo, la floración temprana y consecuentemente obtener cosechas precoces.

4.7. Productividad.

Durante el periodo de cosecha, se realizaron 5 cortes en los cuales se observó que los tratamientos 5 y 3 presentaron los mejores rendimientos, esto en comparación con el resto de los tratamientos, las diferencias se observaron del Primero al Tercer corte, excepto en el Cuarto en el cual se presentó una declinación o bajo rendimiento, sin embargo en el Quinto corte se pudo apreciar al T5 como el mejor, esta declinación en la producción, es debido a que los rendimientos en los acolchados tienden a tener un decremento por los altos rendimientos presentados en los primeros cortes, aunque todos los tratamientos estuvieron bajo las mismas condiciones en el campo los tratamientos ya mencionados, manifestaron más temprano su capacidad

productiva mientras que el resto de los tratamientos apenas comenzaban a manifestar su potencial.

Los resultados de las Variables de Productividad se pueden apreciar a través del Cuadro 4.7. A través del ANVA realizado nos dice que no existió diferencia significativa entre los tratamientos, sin embargo se puede mencionar que para la variable Número de Frutos/m² se observó que los tratamientos 5 y 3 se mantienen como los mejores, al presentar una ligera diferencia al resto de los tratamientos.

Cuadro 4.7. Medias de las variables de productividad en plantas de chile poblano cv. San Luis; CIQA, 1997.

Trat.	Número de frutos m ²	Número de Frutos potenciales	Rendimiento Total (ton/ha)
5	2.81	1.68	3.633
3	2.80	1.18	3.466
1	2.72	1.44	2.634
7	2.37	1.79	2.610
6	2.36	1.68	2.242
4	2.27	1.25	2.111
2	2.06	1.53	1.689
C.V.	19.04	20.13	19.19
Sig.	NS	NS	NS

¶¶DDS = Días después de siembra

Para la variable Número de Frutos Potenciales, no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos, sin embargo se observó que los tratamientos 7 y 6 presentan un potencial existente del 24 y 16% en comparación al testigo, también se observa que el tratamiento 5 se mantuvo entre los mejores.

Para la variable Rendimiento Total, atravez del ANVA resultó que los tratamientos son estadísticamente iguales, observándose que los tratamientos 5 y 3 presentaron un incremento de 38 y 31.5 % respectivamente en rendimiento con respecto al testigo. Como se menciona anteriormente que los tratamientos 5 y 3 su producción ya iba en decline y que el resto apenas comenzaba a manifestar su potencial, sin embargo se observó que el tratamiento 5 siguió manteniéndose entre los mejores, aún en el quinto corte lo anterior también se puede apreciar atraves de las Figuras 4.6. y 4.7.

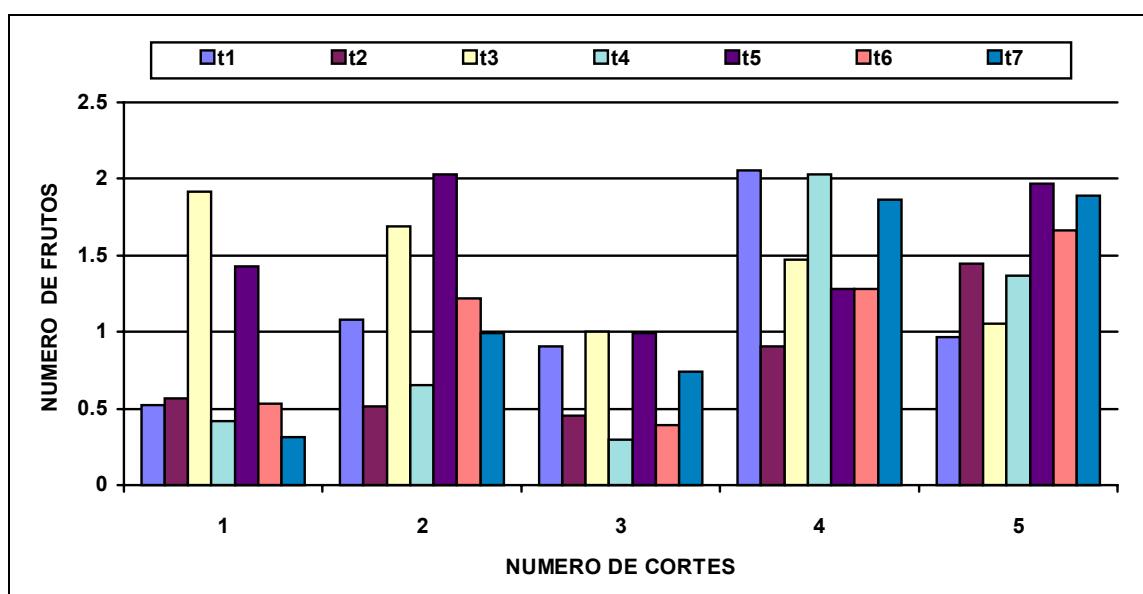


Figura 4.6. Número de frutos por m² obtenidos en chile poblano cv.San Luis.

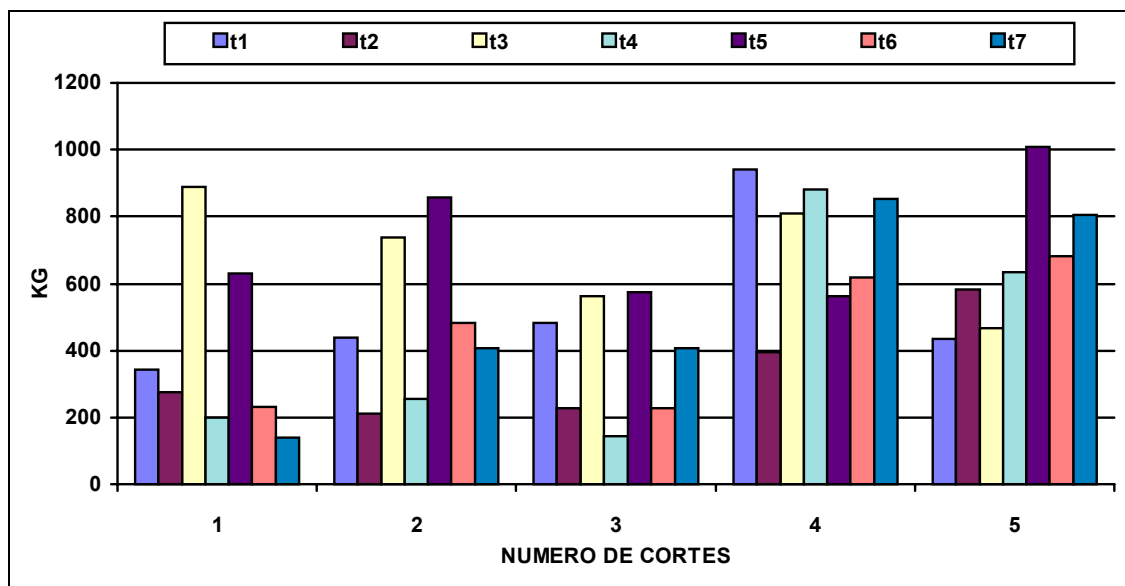


Figura 4.7. Rendimiento total por ha. en el cultivo de chile poblano cv. San Luis

Los bajos rendimientos obtenidos durante la época de cosecha, se cree que se debieron principalmente a las bajas temperatura que se presentaron durante el periodo de floración y amarre de fruto, lo cual ocasionó una caída considerable de flores y frutos pequeños ya cuajados, lo cual se vio reflejado en la producción obtenida.

Sin embargo los incrementos obtenidos con los tratamientos 5 y 3, permiten suponer que el manejo y la nutrición temprana de las plántulas de chile poblano cv. San Luis, pueden en cierta medida incrementar el potencial productivo. Estos resultados se asemejan a los obtenidos por Ennis (1997), el ambiente temprano que rodea al cultivo es de vital importancia y determinara si la planta habrá de desarrollarse en todo su potencialidad. Por su parte Fernández (1995), menciono que las diversas técnicas de realización del transplante puede influir en el comportamiento de la planta en terreno definitivo, afectando a su crecimiento y desarrollo. Otro autor, Mojarro (1997), atribuyo

al buen manejo de los transplantes, la primera oportunidad para elevar el rendimiento y la calidad de los cultivos.

V. CONCLUSIONES.

En base a los resultados obtenidos se llegó a las siguientes conclusiones : en la producción de plántula en Subirrigación del cultivo de chile poblano cv. San Luis, el tratamiento que demostró tener un mejor comportamiento en su desarrollo fue el tratamiento 5 (Subirrigación, solución propuesta por el Centro Demostrativo y de Capacitación Campesina de Tezoyuca, Morelos.), el cual superó al testigo y al resto de los tratamientos en todas las variables tomadas, obteniéndose de esta manera plántulas de mejor calidad.

En la fase adulta de la planta, el tratamiento 5 respondió favorablemente a las condiciones que se le dieron a nivel de campo, presentando un mejor desarrollo de las diferentes variables tomadas, observándose un adelanto en floración y que además

fue el tratamiento que obtuvo los mejores rendimientos. También se observó que el T3 (Raizal, 125 g/ 50 litros de agua), se mantuvo como segundo lugar.

Los bajos rendimientos obtenidos durante la época de cosecha, se debieron principalmente a los cambios bruscos de temperatura, granizadas, etc, presentados durante el periodo de floración y amarre de fruto, lo cual provocó una caída considerable de flores, viéndose reflejado en la producción obtenida. Por lo que se recomienda que este trabajo se le de seguimiento, iniciándolo de preferencia uno o dos meses antes que el presente trabajo, esto con el fin de evitar las bajas temperaturas y para que el cultivo manifieste todo su potencial de desarrollo y productivo.

VI. LITERATURA CITADA

- Abad M. 1991. Los sustratos hortícolas: características y manejo. II Congreso Nacional de Fertirrigación. Edita FIAPA. pp 1-15. España.
- Achtnich, W. 1972. Recent developments in water distribution and application with special reference to sprinkler irrigation. In FAO:Series Irrigation and Dranaige, paper No. 13. Water Use Seminar Damascus, Syria.7-13 dec. 1971. Pp 186-210.
- Angulo et. al. 1985. Envejecimiento natural y artificial de películas plásticas. Revista Agroplásticos No.3 CIQA. Saltillo, Coah
- Black L.L 1980. Aluminum mulch: less diseases, higher vegetable yields. Louisiana Agricultura. Horticultura.
- Burgeño, C. H. 1992. Fertirrigación 3°. Curso Nacional de Plásticos en la Agricultura CIQA, México. pp 19-20.

- Casas, M. F. 1996. Riego por subirrigación. Revista Horticultura No.116. España.
- Eduardo Rosa. 1996. Evolución de los sistemas de producción de plántulas. Horticultura Internacional No 12 pp 24-26 España
- Efferson. N.J. 1985. Acolchado de plástico negro. Agricultura de la Américas No.5
- Ennis J. 1997. Como criar niños y cultivos vigorosos. Revista Productores de Hortalizas. Año 6, No. 9. México.
- Fernández J. A. 1995. El momento de transplante y tamaño del contenedor afecta al crecimiento y desarrollo de la producción de coliflor. VI congreso de sociedad española de ciencias hortícolas. Revista Horticultura 107 , 1995. Pp 73
- González F. P. 1991. La fertirrigación. Curso Internacional sobre “Agrotécnica del Cultivo de Invernaderos” pp 224- 226
- Ibarra J.L. y Rodríguez L. 1983. Ensayo de acolchados en hortalizas y granos. Manual de Agrolásticos de Cultivos Agrícolas. CIQA
- Ibarra J.L y P.A. Rodríguez 1991. Acolchado de Suelos con Películas Plásticas. 1ª. ed. Editorial
- Ibarra J.L. y P.A. Rodríguez 1983. Manual de Plásticos 1. Acolchado de cultivos agrícolas. CIQA. México.
- Kramer J. P. 1976. Relaciones Hídricas de Suelo y Plantas. Primera edición, 1974 Editorial Edutex. México
- López G. J. 1991. La fertirrigación. Curso Internacional sobre “ Agrotécnica del Cultivo en Invernaderos”. Editado por FIAPA. Pp 298. España.

- Maltos. R.M. 1988. Cultivo de chile (Capsicum annum L.) bajo acolchado y 3 niveles de fertilización. Tesis. Licenciatura U.A.A.A.N.
- Mojarro B. 1997. Precocidad y alto rendimiento. Revista Productores de Hortalizas mayo. pp 26-28. México.
- Ramírez M.M. y S. Kuruvadi L. 1989. Clasificación de genotipos de chile serrano (Capsicum annum L.) segun su resistencia y susceptibilidad a temperaturas altas. Tesis. Maestría U.A.A.A.N.
- Robledo F. de P. y L. Martín V. 1981. Aplicación de los Plásticos en la Agricultura. Editorial Mundo prensa. Madrid. España.
- Taber R. y P. Harms 1993. Effect of the soil environment on the degradation of photodegradable Ag Plastic Film. Proc Nat'L Agr. Plastic Congr.
- Wageningen T. 1994. Por aquí empieza una buena semilla. Rev. Horticultura No 99. España
- W. Bob. 1995. Características técnicas y aplicaciones del musgo base (peat-moss). Tecnologías agrícolas con plásticos. Simposium internacional 1995. León, Gto. México. pp 4-7.