

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS

DIVISION DE CIENCIAS AGRONOMICAS



EL SUSTRATO Y LA FERTIRRIGACION COMO LOS VARIANTES
EN LA PRODUCCION DE PLANTAS DE HORTALIZAS PARA
TRANSPLANTE EN INVERNADERO

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO

P R E S E N T A N

JAVIER ARTURO FRANCO ESQUEDA

GENARO LEDEZMA ESPARZA

ZAPOPAN, JAL. OCTUBRE DE 1994

SECCION ESCOLARIDAD

EXPEDIENTE _____

NUMERO 0381/93

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
FACULTAD DE AGRONOMIA

11 de marzo de 1993

C. PROFESORES:

ING. BENJAMIN MOJARRO VICTOR, DIRECTOR

ING. EDUARDO RODRIGUEZ DIAZ, ASESOR

M.C. SALVADOR MENA MUNGUIA, ASESOR

Con toda atención me permito hacer de su conocimiento, que habiendo sido aprobado el Tema de Tesis:

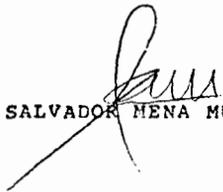
EL SUSTRATO Y LA FERTIRRIGACION COMO LOS VARIANTES EN LA PRODUCCION DE
PLANTAS DE HORTALIZAS PARA TRASPLANTE EN INVERNADERO

presentado por el (los) PASANTE (ES) JAVIER ARTURO FRANCO ESQUEDA Y
GENARO LEDEZMA ESPARZA.

han sido ustedes designados Director y Asesores, respectivamente, para el desarrollo de la misma.

Ruego a ustedes se sirvan hacer del conocimiento de esta Dirección su ---
Dictamen en la revisión de la mencionada Tesis. Entre tanto, me es grato
reiterarles las seguridades de mi atenta y distinguida consideración.

A T E N T A M E N T E
" PIENSA Y TRABAJA "
EL SECRETARIO


M.C. SALVADOR MENA MUNGUIA.

ryr*

mam



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
FACULTAD DE AGRONOMIA

Sección ESCOLARIDAD...

Expediente

Número ... 0381/93

11 de marzo de 1993

ING. JOSE ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
PRESENTE

Habiendo sido revisada la Tesis del (los) Pasante (es)
JAVIER ARTURO FRANCO ESQUEDA Y GENARO LEDEZMA ESPARZA

titulada:

EL SUSTRATO Y LA FERTIRRIGACION COMO LOS VARIANTES EN LA
PRODUCCION DE PLANTAS DE HORTALIZAS PARA TRASPLANTE
EN INVERNADERO

Damos nuestra Aprobación para la Impresión de la misma.

DIRECTOR

ING. BENJAMIN MOURRO VICTOR

ASESOR

ING. EDUARDO RODRIGUEZ DIAZ

srd'

ASESOR

M.C. SALVADOR MENA MUNGUIA

mam

Al contestar este oficio cítese fecha y número

DEDICATORIAS

- A MIS PADRES

QUIENES HICIERON POSIBLE MI SUPERACION Y MI FORMACION ACADEMICA. POR SU APOYO Y CONFIANZA POR TODO LO QUE SOY.

- A MI ESPOSA ALTAIR Y MI HIJO EDGAR OCTAVIO

PARA ELLOS TODO MI AMOR Y MI GRATITUD POR COMPARTIR CONMIGO LOS MEJORES MOMENTOS DE MI VIDA.

- A MIS HERMANOS Y AMIGOS

QUIENES DE ALGUNA U OTRA FORMA SIEMPRE ME APOYARON.

GENARO

DEDICATORIAS

- A DIOS

POR DARME SALUD Y LUCIDEZ PARA MIS ESTUDIOS.

- A MI PADRE (Q.P.D.) Y A MI MADRE

MI RECONOCIMIENTO Y MI RESPETO.

HOY COMPARTO CON USTEDES MI ALEGRIA Y LES AGRADEZCO
TODO SU ESFUERZO, SUS CONSEJOS Y EL APOYO QUE ME HAN
BRINDADO SIEMPRE.

- A MIS HERMANOS

POR SU EJEMPLO Y EL APOYO QUE ME OFRECIERON.

- Y A MI ADORABLE ADRIANA

UN PROFUNDO AGRADECIMIENTO POR SU INCONDICIONAL
COMPAÑIA EN LOS MOMENTOS DIFICILES AYUDANDOME A
SEGUIR SIEMPRE ADELANTE.

JAVIER

AGRADECIMIENTOS

- A LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA Y ESPECIALMENTE A LA FACULTAD DE AGRONOMIA; HOY DIVISION DE CIENCIAS AGRONOMICAS, POR LAS FACILIDADES PRESTADAS PARA ALCANZAR NUESTRA SUPERACION ACADEMICA.
- AL M.C. EDUARDO RODRIGUEZ DIAZ, POR SU DEDICACION Y ESFUERZO, SUS ENSEÑANZAS Y SU AMISTAD. GRACIAS
- AL M.C. SALVADOR MENA MUNGUIA Y AL ING. BENJAMIN MOJARRO VICTOR, POR SUS ENSEÑANZAS IMPARTIDAS, POR REVISION DE TESIS Y SU AMISTAD. GRACIAS
- A LOS MAESTROS, COMPAÑEROS Y AMIGOS, CON QUIENES CONVIVIMOS EN LA ESTANCIA DE LA FACULTAD.
- A QUIENES DE ALGUNA U OTRA FORMA NOS BRINDARON SU AMISTAD Y APOYO.

GENARO Y JAVIER

INDICE

CONTENIDO	PAGINA
1.- INTRODUCCION	1
1.1 Objetivos e Hipótesis.	2
2.- REVISION DE LITERATURA	3
2.1 Generalidades	3
2.1.1 Descripción Botánica	3
2.1.1 Producción de trasplantes en charola	4
2.1.3 Fenología de la plántula de invernadero	7
2.1.4 Necesidades hídricas de la plántula	10
2.1.5 Fertilización de la plántula	11
2.1.6 Plagas y Enfermedades	13
2.2 El Invernadero	18
2.2.1 Ventajas que ofrece el invernadero	18
2.2.2 El plástico en el invernadero	19
2.2.3 Sombreado	24
2.2.4 Ventilación	25
2.2.5 Tipos de invernadero	25
2.3 El riego en el invernadero	30
2.3.1 Calidad del agua	30
2.3.2 Riego por aspersión	34
2.4 Los sustratos	35
2.4.1 Características	35
2.4.1.1 Características físicas	35
2.4.1.2 Características químicas	37
2.4.2 Clasificación	39
2.4.2.1 Turbas	39
2.4.2.2 Perlita	40
2.4.2.3 Vermiculita	40
2.4.3 Sustratos comerciales	40
2.4.3.1 Sunshine N° 6	41
2.4.3.2 Sunshine Peat Moss	41
2.4.3.3 Fafard 1-V	41
2.4.3.4 Germinaza	42
2.4.4 Manejo de sustratos de turba	42
2.5 Fertilizantes altamente solubles	43
2.5.1 20-20-20 Peters	43

CONTENIDO	PAGINA
2.5.2 20-9-20 Technigro	44
2.5.3 9-45-15 Peters	45
2.5.4 20-10-20 PL Peters	45
2.5.5 12-12-17-2 Nitrophoska	46
2.5.6 9-45-11 Raizal 400	46
3.- MATERIALES Y METODOS	48
3.1 Descripción de la zona	48
3.1.1 Localización	48
3.1.2 Climatología	48
3.2 Material utilizado	50
3.3 Diseño experimental	51
3.4 Métodos	54
3.4.1 Desinfección de charolas	54
3.4.2 Manejo y acondicionamiento de sustratos	54
3.4.3 Mezcla de sustratos	54
3.4.4 Llenado de charolas	55
3.4.5 Marcación de profundidad de siembra	55
3.4.6 Siembra y Tapa	56
3.4.7 Estibamiento de charolas	56
3.4.8 Germinación	56
3.4.9 Riegos y Fertirriegos	57
4.- RESULTADOS	60
4.1 Niveles de significancia (0.05)	60
4.2 Parámetros analizados	61
4.2.1 Altura de planta (AP)	61
4.2.2 Consistencia de Cono (CC)	61
4.2.3 Desarrollo de foliolos	62
4.2.4 Grosor de tallo (GT)	62
4.3 Medias de Tukey	63
5.- CONCLUSIONES	73
6.- BIBLIOGRAFIA	74

INDICE DE FIGURAS

	<i>PAG.</i>
2.1 PLANTULA DE TOMATE EN ESTADO DE COTILEDONES Y TRES PRIMERAS HOJAS VERDADERAS.	6
2.2 DISCO DE TURBA JIFFY-7	6
2.3 CONTENEDORES " COM-PACK" Y " MULTI-PACK "	6
2.4 PORTE Y CARACTERISTICAS DE UNA " PLANTULA TIPO "	9
2.5 CICLO DE VIDA DE LA MOSCA BLANCA	15
2.6 EJEMPLO DEL ESPECTRO ELECTROMAGNETICO QUE CORRESPONDE A UNA PLACA COMERCIAL DE POLICARBONATO, COMPARADO CON EL CRISTAL.	22
2.7 FORMAS DE VENTILIAZACION EN DIFERENTES TIPOS DE INVERNADEROS.	26
2.8 TIPOS DE CUBIERTAS EN UN INVERNADERO.	28
2.9 ESQUEMAS DE LAS FORMAS MAS HABITUALES DE INVERNADEROS.	29
2.10 DIAGRAMA DEL U.S. SALITINY LABORATORY PARA CLASIFICAR LAS AGUAS DE RIEGO.	33
2.11 EFECTOS DEL Ph DEL SUELO DE ORIGEN MINERAL Y DE SUSTRATOS DE ORIGEN ORGANICO EN LA DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES.	38
3.1 MAPA DEL ESTADO DE MICHOACAN MOSTRANDO LA UBICACION DE YURECUARO.	49

3.2 EJEMPLO DEL ACOMODO DE LOS 6 TRATAMIENTOS DE FERTILIZANTES Y UN TESTIGO, EN UNA CHOROLA DE PROPAGACION REPRESENTANDO UNO DE LOS TRATAMIENTOS DE SUSTRATO.	53
3.3 CALENDARIZACION DE RIEGOS Y FERTIRRIEGOS EN LA PRODUCCION DE TRASPLANTES DE TOMATE ROJO EN CHAROLAS DE POLIESTIRENO BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO.	59
4.3.1. ALTURA DE PLANTA Y SUSTRATO.	65
4.3.2. CONSISTENCIA DE CONO Y SUSTRATO.	66
4.3.3. DESARROLLO DE FOLIOLOS Y SUSTRATOS.	67
4.3.4. GROSOR DE TALLO Y SUSTRATO.	68
4.3.5. ALTURA DE PLANTA Y FERTILIZANTE	69
4.3.6. CONSISTENCIA DE CONO Y FERTILIZANTE	70
4.3.7. DESARROLLO DE FOLIOLOS Y FERTILIZANTES	71
4.3.8. GROSOR DE TALLO Y FERTILIZANTE.	72

INDICE DE CUADROS

	<i>PAG.</i>
2.1 PLAN GENERAL DE FERTILIZACION PARA LA PRODUCCION DE PLANTULAS CON SUSTRATOS A BASE DE TURBA	11
2.2 COMPARACION DE LAS CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES DE RECUBRIMIENTO.	23
3.1 DATOS CLIMATOLOGICOS DE YURECUARO, MICH.	50
4.1 NIVELES DE SIGNIFICANCIA TANTO DE LAS VARIABLES COMO DE LOS FACTORES.	60
4.2 MEDIAS DE TUKEY PARA EL FACTOR SUSTRATO	63
4.3 MEDIAS DE TUKEY PARA EL FACTOR FERTILIZANTE.	63
4.4 MEDIAS DE TUKEY PARA LAS MEJORES INTERACCIONES ENTRE FACTORES.	64

RESUMEN

El presente trabajo se llevó a cabo en los invernaderos Mojarro's Serres, propiedad del Ing. Benjamín Mojarro Víctor, en el Municipio de Yurécuaro, Michoacán.

Yurécuaro está situado a 140 Kms. de Guadalajara, Jalisco; su altura sobre el nivel del mar es de 1,540 mts.; sus coordenadas: Latitud norte 20° 17', Longitud W entre los meridianos 102° 17' - 102° 30' al Oeste de Greewich.

OBJETIVOS:

- 1). Evaluar los diferentes sustratos en estudio, solos y mezclados entre si, para obtener plántulas de calidad morfológica y fisiológica mejorada.
- 2). Evaluar las diferentes formulaciones de fertilizantes concentrados y los efectos que estas tienen sobre las plántulas de jitomate.

HIPOTESIS:

Los residuos orgánicos (sustratos) con soluciones nutritivas (fertilizantes concentrados), poseen propiedades suficientes para lograr la germinación y desarrollo de plántulas de mejores características morfológicas en menor tiempo.

Los tratamientos se establecieron en un Arreglo Factorial 8 X 6 con tres repeticiones en un Diseño Experimental Bloques al Azar. Para su análisis estadístico se utilizó el Paquete Computacional SAS.

Las acciones realizadas para el establecimiento del experimento fueron:

- 1o. Desinfección de charolas
- 2o. Manejo y acondicionamiento de charolas
- 3o. Mezcla de sustratos
- 4o. Llenado de charolas
- 5o. Marcación de profundidad de siembra
- 6o. Siembra y tapa
- 7o. Estibamiento de charolas
- 8o. Germinación
- 9o. Riegos y fertirriegos

RESULTADOS:

Los resultados se evaluaron de acuerdo a cuatro características (variables) esenciales de un trasplante de calidad: altura de planta, consistencia de cono, desarrollo de folíolos y grosor de tallo.

La prueba de Tukey nos indica que los mejores tratamientos que influyeron directamente en alguna de las variables fueron:

TRATAMIENTO (SUSTRATO)	VARIABLE	TRATAMIENTO (FERTILIZANTE)	VARIABLE
Sunshine No 6	AP	20-10-20	AP
*	CC	12-12-17	CC
Germinaza	DF	*	DF
Sunshine No 6	GT	20-10-20	GT

* Los tratamientos se comportaron estadísticamente similares, es decir, que no influyeron sobre el comportamiento de la variable.

Se utilizaron cuatro sustratos comerciales, tres de ellos a base de turba y uno de residuos de la copra de coco, además de seis fertilizantes altamente solubles.

Con los cuatro sustratos originales se obtuvieron cuatro mezclas entre los mismos, quedando un total de ocho tratamientos de sustratos y seis tratamientos de fertilizantes.

Los tratamientos aplicados tanto para sustratos como para fertilizantes, fueron los siguientes:

SUSTRATOS		FERTILIZANTES	
1.	Sunshine No 6	1. Peter's	20-20-20
2.	Sunshine Peat Most	2. Technigro	20-9-20
3.	Fafard 1-V	3. Peter's	9-45-15
4.	Germinaza	4. Peter's	20-10-20
5.	Sunshine No 6 + Germinaza	5. Nitrophoska	12-12-17
6.	Germinaza + Fafard 1-V	6. Raizal 400	9-45-11
7.	Fafard 1-V + Sunshine Peat Most		
8.	Germinaza + Sunshine Peat Most		

LAS VARIABLES ESTUDIADAS

AP Altura de planta

CC Consistencia de cono

DF Desarrollo de foliolos

GT Grosor de tallo

Se obtuvieron 48 tratamientos en total al aplicar el fertilizante en cada uno de los sustratos.

Las aplicaciones de los tratamientos de fertilizantes se lograron a través de ocho fertirriegos, uno cada dos días. Antes del quinto día y después del veintiún día se mantuvo a la plántula con riegos naturales. Las dosis aplicadas de fertilizantes fue de 100 ppm.

También la prueba de Tukey nos dice que las mejores combinaciones de sustratos y fertilizantes, que mostraron resultados positivos en las cuatro variables estudiadas fueron:

TRATAMIENTO (SUSTRATO)	TRATAMIENTO (FERTILIZANTE)
Sunshine No 6	20-20-20
Sunshine Peat Most	20-10-20
Fafard 1-V	20-10-20
Germinaza	20-10-20
Germinaza	12-12-17

Los mejores tratamientos que mayor respuesta mostraron de forma similar en las cuatro variables estudiadas fueron:

Sunshine No 6
Peter's 20-10-20

1. INTRODUCCION

La producción de plántulas bajo techo, se ha visto beneficiada en los últimos años por el avance tecnológico cada día mayor en el manejo de los invernaderos. La industria de los plásticos, el diseño de distintos tipos de invernaderos, el manejo de sustratos y fertilizantes concentrados, son elementos que indiscutiblemente han contribuido a que esta técnica, sea una de las actividades comerciales con mayor futuro en el agro mexicano.

Entre los países con un alto nivel tecnológico en el manejo de invernaderos se encuentran Holanda, Francia, E.U.A., Bélgica, Alemania, Inglaterra y España entre otros. En nuestro país, los agricultores experimentan en la actualidad la adopción de moderna tecnología fundamental para lograr el dominio de la producción en invernaderos.

En nuestro país, debido a la creciente demanda de hortalizas como de la calidad de las mismas, los procesos productivos hortícolas han ido mejorando y se han tecnificado para lograr justificar su rentabilidad.

El alto costo de las semillas híbridas tales como tomate rojo, chile, melón, etc., que son cultivos altamente rentables, han obligado a los agricultores mexicanos a la adopción de moderna tecnología en la producción de sus plántulas en invernadero usando sustratos idóneos y fórmulas de fertilización adecuadas para lograr un ahorro sustancial en capital, sustituyendo con esta técnica el excesivo gasto de semilla tanto en planteros como en siembra directa.

1.1. OBJETIVOS E HIPOTESIS

OBJETIVOS:

- a). Evaluar los diferentes sustratos en estudio, solos y mezclados entre si para obtener plántulas de calidad morfológica y fisiológica mejorada.
- b). Evaluar las diferentes formulaciones de fertilizantes concentrados y efectos que estas tienen sobre las plántulas de hortalizas.

HIPOTESIS:

Los residuos orgánicos (sustratos) con soluciones nutritivas (fertilizantes concentrados) poseen propiedades suficientes para lograr la germinación y desarrollo de plántulas de mejores características morfológicas en menor tiempo.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1. GENERALIDADES

El tomate es una planta de origen americano, al parecer de la zona Perú-Ecuador, su nomenclatura se deriva de los términos aztecas <tomatl>, <xitomate>.

En principio se cree que fue utilizado como planta ornamental; su introducción en Europa se realizó en el Siglo XVI, y se sabe que a mediados del Siglo XVIII era cultivado con fines alimenticios, principalmente en Italia (J.V. Maroto, 1989).

En la actualidad, gracias al mejoramiento genético, el tomate se cultiva en casi todo el mundo, tanto como para consumo en fresco, como para su industrialización (J.V. Maroto, 1989).

2.1.1. DESCRIPCION BOTANICA

El tomate pertenece a la familia solanácea, y su nombre científico es el de *Lycopersicum esculentum*, L.

Es una planta cultivada normalmente como anual, sin embargo, en climas tropicales o bajo invernadero se puede considerar como un cultivo perenne de corta vida.

Posee un sistema radicular amplio, constituido por una raíz principal que puede alcanzar hasta 50-60 cms. de profundidad, provista de una gran cantidad de ramificaciones secundarias y reforzado por la presencia de un gran número de raíces adventicias surgidas desde la base del tallo.

El desarrollo del tallo es variable en función del tipo de crecimiento que puede clasificarse como determinado e indeterminado, el crecimiento determinado es aquel en donde el tallo desarrolla progresivamente menos nudos de hojas entre inflorescencias (1-3), detiene su crecimiento como consecuencia de la formación de una inflorescencia terminal, alcanzando una altura de 60 a 70 cms. en el caso del crecimiento indeterminado, el tallo se desarrolla continuamente y desarrolla inflorescencias cada 3 hojas, en este tipo de plantas el crecimiento cesa hasta que alguna condición adversa se presente.

El fruto del tomate es una baya globosa o piriforme, de color generalmente rojo en la maduración. (J.V. Maroto, 1989).

2.1.2. PRODUCCION DE TRASPLANTES EN CHAROLAS

El objetivo de producir trasplantes en contenedores (charolas de almácigo) es para mejorar las condiciones de crecimiento, evitar daños al sistema radicular en el momento de extraer la plántula del contenedor (charolas), minimizar el shock de trasplantación, obtener la mayor uniformidad posible, reducir el período de producción y costos, planear la producción y costos, planear la producción, poder abastecer de plántulas al productor cuando lo requiera y obtener plantas de buena calidad.

Se ha establecido que el tamaño del contenedor va a estar en función del cultivo (Lorenz and Maynard, 1988). Ha sido reconocido (C.P.U.Q., 1984) que el tamaño ideal de la cavidad en la producción de tomate debe ser de 3.75 C.M. X 3.75 C.M. con un volumen aproximado de 30.5 C.M.3.

Algunas ventajas de la propagación de trasplantes en comparación con siembra directa (Minero Amador, 1986., Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, 1981., Muehmer et al., 1987).

Incluye:

- Uso más intensivo de las áreas de producción
- Producción rápida de plántulas
- Más uniformidad en las plántulas
- Menos trabajos de cultivo
- Mejor control de hierbas
- Utilización más eficientes de semillas e insumos
- Optimización de los parámetros para la germinación y el crecimiento de las plantas
- Producción de plantas mientras las condiciones en el campo son adversas

Veamos algunos de los sistemas para producir trasplantes en invernadero, aunque el más común es el que se realiza en charolas de plástico y/o poliestireno, los otros sistemas son principalmente para obtener trasplantes en el cultivo hidropónico.

Tres sistemas básicos pueden utilizarse para el trasplante de tomates (H.M. Resh, 1992). El primero es el de sembrar en filas sobre bandejas con un medio sin suelo; cuando las plantas alcanzan el estado de cotiledones (Fig. 2.1.) se deberán trasplantar a mayor espacio en otras bandejas o en macetas individuales.

Otro sistema consiste en la siembra directa en las bandejas de cultivo o en contenedores, existen actualmente en el mercado diversos tipos de estos. Los compacks y multi-pots de plástico tienen la forma de una bandeja de cubos de hielo, variando desde un gran compartimiento hasta doce por unidad (51/4 pulg. por 25/16 pulg. de profundidad) (Fig. 2.3).

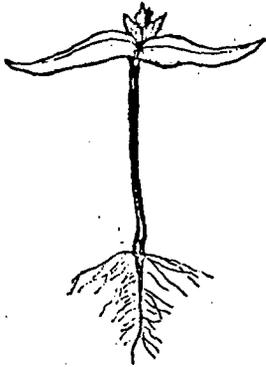


FIG. 2.1

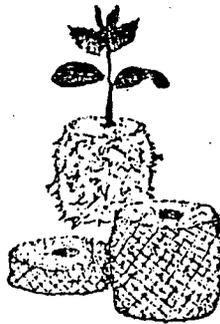


FIG. 2.2



FIG. 2.3

El tercer sistema será la siembra directa en discos de turba prensada (Jiffy Peat-Pellets), cubos Kys o Bloques B.R.-8. Las pastillas de turba son discos prensados de este material cubiertos con una malla de plástico, los cuáles tienen aproximadamente 1 1/2 pulgadas de diámetro y 1/4 de espesor cuando están secas, después de introducirlas en agua de 5 a 10 minutos se esponjan, alcanzando hasta 1 1/2 pulgadas de altura (Fig. 2.2). Dichos discos contienen suficientes nutrientes para cubrir las necesidades de la mayoría de las plantas durante 3-4 semanas.

2.1.3. FENOLOGIA DE LA PLANTULA DE INVERNADERO

Dentro del grupo de las hortalizas, que su inicio de vida lo desarrollan dentro de un invernadero y las cuáles se ven sometidas a un crecimiento forzado, podemos citar que la del tomate rojo (jitomate) es una de las plantas con cierto grado de dificultad a la hora del trasplante para lograr su adaptabilidad es importante considerar el clima que impera en el área en donde será establecida finalmente, y que no es de ninguna manera el mismo donde inicio su ciclo de vida.

El viverista debe estar muy ligado con el conocimiento de la fenología de la plántula del tomate, que bajo condiciones forzadas o de invernadero tendrá cambios muy significativos y acelerados a diferencia de la producida en almácigos en cielo abierto.

Una planta para alcanzar todo su potencial genético necesita desarrollar todas sus funciones en condiciones óptimas, gran parte de factores climáticos afectan a la parte del área (temperatura, ambiente, luz, H.R., etc.). Y otros a las funciones radiculares, siendo las principales entre ellas la absorción de agua y elementos minerales, así como la respiración, mediante la que obtiene la energía necesaria para su desarrollo (F.I.A.P.A., 1992).

En este apartado es importante mencionar que el crecimiento del tallo y follaje deben ir vinculados con el desarrollo del raigambre en el cubículo y viceversa, con ello logramos que el cono formado en la charola esté completamente lleno de raíces y asegure una plántula entera.

Para decir cual sería una plántula tipo, tendríamos que analizar el área agrícola en la que va a ser trasplantada, pero si podemos generalizar que la plántula debe de tener cuando menor 4 ó 5 foliolos bien desarrollados, un tallo basal hasta las hojas cotiledóneas de aproximadamente 3 a 4 M.M. de grosor y una estatura final de 12 a 15 cms. sin considerar la longitud del cepellón.

La temperatura tiene una influencia clara en todos los procesos físicos y físico-químicos de la plántula, la temperatura óptima de las raíces es, en general, inferior a la de la parte aérea, y puede ser distinta no solo para cada variedad sino también para cada fase vegetativa (F.I.A.P.A., 1992). En el cultivo de plántulas en invernadero resulta de fundamental interés la consideración de la termoperiodicidad, con el fin de conseguir un manejo adecuado de la variable temperatura en áreas a conseguir producciones más satisfactorias.

En el cultivo del tomate, en su etapa antes del trasplante se aconsejan temperaturas diurnas de 18-20° C y durante la noche de 15° C (H.M. Resh, 1992).

La incidencia de una débil luminosidad visible, es la responsable directa de determinadas anomalías en plantas hortícolas, como el ahilado de plántulas en almácigos o invernaderos. Y por el contrario, una radiación visible demasiado elevada puede inducir desequilibrios hídricos de la transpiración que conduzcan a fisiopatías en la plántula bajo invernadero (H.M. Resh, 1992).



FIG. 2.4

2.1.4. NECESIDADES HIDRICAS DE LA PLANTULA

La frecuencia de los riegos no está condicionada solo por las exigencias propias del cultivo y su fase concreta de desarrollo vegetativo, existe una estrecha vinculación con la temperatura del interior del invernadero, con la intensidad de la radiación solar y con las características del sustrato en cuestión.

Las plántulas utilizan el agua para satisfacer cuatro aspectos fundamentales. (F.I.A.P.A., 1992).

- 1.- Para mantener un balance térmico, evaporandola por las hojas.
- 2.- Como solución nutritiva de donde extrae los minerales esenciales para su desarrollo.
- 3.- Como componente de su organismo (savia)
- 4.- Como integrante esencial en el proceso de fotosíntesis

El cálculo teórico de las necesidades de riego se parte, como valor básico, del cálculo de la evapotranspiración. En un principio se partía del conocimiento de la llamada evapotranspiración potencial (ETP), posteriormente este concepto ha sido redefinido introduciéndose el término evapotranspiración de un cultivo de referencia, que se conoce como ET.

A partir de ET se procede al cálculo de la evapotranspiración de cada cultivo en particular, multiplicando el valor ET por un coeficiente KC específico, que varía, en la fase del ciclo vegetativo (J.V. Maroto, 1990).

2.1.5. FERTILIZACION DE LA PLANTULA

A fin de cubrir las necesidades nutricionales en una explotación de plántulas, se requiere elaborar un eficaz programa de fertilización.

Para esto es fundamental tener un dominio total sobre las necesidades minerales del cultivo en explotación, ya que cada genero en particular tiene su propio <potencial de absorción de los diferentes nutrientes minerales> (F.I.A.P.A., 1992).

En la producción de trasplante de tomate, se recomienda fertilizar en forma constante al inicio de la aparición de las hojas verdaderas con alto contenido en fosforo y oligoelementos (Ejem. 9-45-15) con una concentración de 50 a 100 ppm. de nitrógeno, después de una semana, se recomienda cambiar a un fertilizante alto en nitrógeno y bajo en fosforo (Ejem. 20-10-20) con una concentración de 100 ppm. de nitrógeno y aplicar calcio, magnesio y/o azufre si el cultivo lo requiere (Minero Amador, 1992).

CUADRO 2.1
PLAN GENERAL DE FERTILIZACION PARA LA PRODUCCION DE
PLANTULAS CON SUSTRATOS A BASE DE TURBA

FASE DE CRECIMIENTO	PROGRAMA # 1 FERTILIZACION X CADA RIEGO N* EN PPM	PROGRAMA # 2 FERTILIZACION 2 X SEMANA N EN PPM
Nacimiento a la 1° hoja verdadera	50	150 - 200
A partir de la 1° hoja verdadera	100	250 - 500

* El fertilizante debe tener de preferencia un alto porcentaje de nitrógeno en forma de nitrato.

El plan de fertilización para la producción de trasplante de varios cultivos hortícolas que se proponen en la Gráfica (4.3) es una guía general que debe utilizarse con precaución y se sugiere ajustar este plan de acuerdo a las condiciones ambientales (temperatura, insolación, etc.). Y al desarrollo de las plántulas.

El fertilizante es ingrediente principal de cualquier programa de nutrición vegetal, y su uso puede convertir en éxito o condenar al fracaso una producción de trasplantes.

Es importante vigilar bien el equilibrio de los elementos que las plántulas reciben. El exceso de un elemento puede reducir la disponibilidad de otro. (P.H., Oct.-1993).

EXCESO DE:

Nitrógeno -----
 Amoníaco anhidro -----
 Potasio -----
 Fosforo -----
 Calcio -----
 Sodio -----
 Manganeseo -----
 Hierro -----
 Zinc -----
 Cobre -----

INHIBE:

Potasio
 Calcio, cobre
 Nitrógeno, calcio, magnesio
 Cobre, hierro, zinc, boro
 Magnesio, boro
 Calcio, potasio, magnesio
 Hierro, molibdeno
 Manganeseo
 Manganeseo, hierro
 Manganeseo, hierro

Además, debemos tener en cuenta, que el Ph de la mezcla de sustrato será afectado por la calidad del agua (Apartado 2.3.1) y el fertilizante agregado, para que nuestros trasplantes estén sanos debemos seguir éstos consejos básicos: (P.H. Nov.-1993).

1. Mantenga el Ph del sustrato de 5.5-6.5 y el nivel de sales a 1.5 mmhos.
2. Mantenga el Ph del agua a 5.8
3. Evitar los fertilizantes a base de amonio

Las sales de amonio (NH_4) podrán ser utilizadas bajo brillantes condiciones, cuando la fotosíntesis es alta, o bien cuando se requiere una rápida fuente de nitrógeno (H.M. Resh, 1992); ya que la absorción de NH_4^+ puede causar un crecimiento vegetativo excesivo bajo condiciones de baja luminosidad.

2.1.6. PLAGAS Y ENFERMEDADES

La transformación en la producción de trasplantes de tomate rojo, antes efectuada en planteros al aire libre y ahora en los invernaderos modernos, ha redundado en amplia y económica disponibilidad de trasplantes sanos y vigorosos.

Pero resulta contraproducente (productores de hortalizas, Enero-1994), que los invernaderos incrementan la susceptibilidad de las plantas a las enfermedades infecciosas cuando no se toman las debidas precauciones, su atmósfera húmeda y cálida y sus sistemas de riego por encima ayudan a diseminar las bacterias y las esporas de los hongos por todo el invernadero.

Entre las plagas y enfermedades más comunes en la producción de trasplantes, podemos citar: La Mosca Blanca, el Damping-off, enfermedades bacterianas y algunos Mosaicos Virosos.

PLAGAS:

Mosca Blanca (*Trialeurodes vaporarum*)

La mosca blanca de los invernaderos coloniza muchos cultivos de hortalizas para alimentarse y reproducirse. Sus larvas se fijan en el envés de las hojas afectando el desarrollo y debilitando a la planta.

Este insecto excreta una sustancia azucarada y pegajosa, la melaza, que deposita sobre las hojas y frutos. Posteriormente sobre la melaza crece el hongo negro *Fumagina*.

La mosca blanca ha llegado a convertirse en el insecto vector más temido de los últimos años de ciertas familias de virus fitopatogénicos. La mayoría de éstos virus pertenecen a la familia de los Geminivirus. Los síntomas de las enfermedades incluyen mosaicos amarillos brillantes, enrollado de las hojas acompañado por mosaicos y/o vetas, y modificaciones de estos. Algunos insecticidas como el parathion y algunos piretroides, pueden ser utilizados en su control (Productores de hortalizas, Nov.-1993).

El control biológico puede lograrse por medio de la avispa *encarsia formosa*. Las hembras adultas colocan sus huevos dentro de las ninfas de mosca blanca y también se nutren del contenido de las ninfas durante los primeros estadios larvales. El parásito se alimenta de la ninfa, que se vuelve de color negro en un plazo de dos semanas (Productores de hortalizas, Nov.-1993).

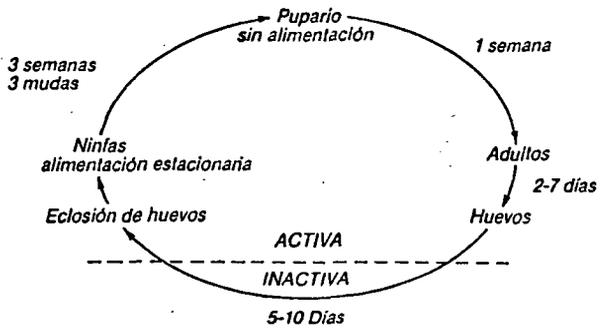
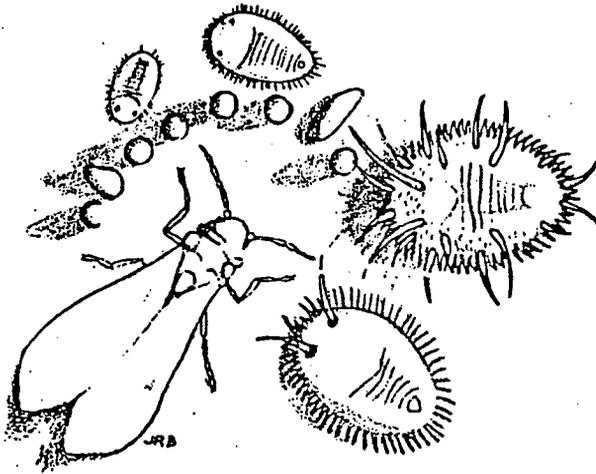


FIG. 2.5

Damping-off

Agente Causal: *Pythium aphanidermatum*, *Pythium ultimum*, *Phytophthora capsici*, *Phytophthora parasitica*, *Rhizoctonia solani* y otros hongos.

Síntomas:

Pudrición de las semillas y plántulas antes que éstas emerjan del suelo o sustrato, esto se conoce como "Damping-off" de preemergencia.

El "damping-off" de postemergencia ocurre por encima del suelo ó sustrato y también produce la caída de las plántulas. Comúnmente el tejido del tallo a nivel de suelo se vuelve blando y acuoso causando la muerte de la planta. Las raíces también pueden ser afectadas produciendo del mismo modo la muerte de las plántulas.

Condiciones para el desarrollo de la enfermedad:

Las condiciones que predisponen la aparición de la enfermedad son: excesiva densidad de siembra, riego excesivo, poca ventilación, tiempo fresco, húmedo y nublado. Las plántulas durante las primeras dos semanas son muy sensibles.

Control:

El uso de semillas de alta calidad y con buen vigor ayuda a minimizar este problema. La esterilización de los sustratos y charolas es una excelente medida para evitar el desarrollo de la enfermedad. (Watterson, 1988).

Enfermedades bacterianas:

Chancro bacteriano (*Corynebacterium michiganense*)

Provoca marchitamientos bruscos de los folíolos situados a una parte del raquis, mientras que la zona peciolar de inserción con el tallo presenta necrosis en herradura y los tallos se agrietan y necrosan.

Otras bacterias: Xanthomonas vesicatoria y pseudomonas tomato. Producen manchitas puntiformes o de mayor tamaño en tálamos florales, hojas y frutos.

Todas las bacterias suelen atacar con humedades ambientales altas, la utilización de variedades resistentes, o el empleo de antibióticos, así como aplicaciones preventivas con oxícloruro de cobre, son los medios de lucha disponibles (J.V. Maroto, 1989).

Virus:

Virus del mosaico del tomate (ToMV)

Es una cepa del virus mosaico del tabaco (TMV). Produce un mosaico amarillento o blanquecino en hojas, la planta detiene su crecimiento, la sabia de las plantas, donde se encuentra el virus se difunde a través de los insectos chupadores, o con las manos o utensilios de trabajo. La preinmunización, junto con la resistencia genética, son los mejores medios de lucha de que se dispone (H.M. Resh, 1992).

2.2. EL INVERNADERO

Un invernadero es un recinto delimitado por una estructura de madera o metal, recubierta por vidrio o cualquier material plástico de naturaleza transparente, destinado al cultivo de hortalizas y plantas ornamentales (J.V. Maroto, 1990).

En relación al tamaño de los invernaderos, debemos de mencionar la relación entre superficie y volumen, para distinguir entre un túnel simple con una relación V/S entre 1/1 y 1.70/1; de un invernadero-túnel con una relación V/S entre 1.70/1 y de 2.50/1 y de un invernadero propiamente dicho con una relación V/S superior a 3/1 (C. Bernat - J. Andrés - J. Martínez, 1990).

2.2.1. VENTAJAS QUE OFRECE EL INVERNADERO

Un invernadero facilita el mantenimiento de parámetros físicos como son: Temperatura del aire y suelo (o sustrato), humedad relativa, porcentaje de CO₂ en el ambiente, iluminación, etc., en las condiciones óptimas para el cultivo o al menos en condiciones ventajosas respecto al ambiente exterior (C. Bernat - J. Andrés - J. Martínez, 1990). Y el aspecto técnico, se llega a tener un control más eficaz sobre plagas y enfermedades, así como en las aportaciones nutricionales.

En la producción de trasplantes en invernadero, comparada con planteros al aire libre, se han logrado superar algunos aspectos técnicos importantes como son:

- a) Plantas fisiológicamente mejoradas
- b) Porcentaje de germinación hasta un 99 %
- c) Reducción de tiempo entre siembra y trasplante
- d) En el trasplante con cepellón, el choque será siempre inferior al sufrido por plantas que se llevan a raíz desnuda.

2.2.2. EL PLASTICO EN EL INVERNADERO

El material utilizado en la cubierta del invernadero, deberá reunir algunas propiedades que le permitan cumplir la función de protección del cultivo, pero además de la protección con las cubiertas plásticas se busca conseguir que la temperatura del invernadero se mantenga dentro de los límites óptimos sobre todo durante la noche, logrando con esto el fenómeno efecto invernadero. Esta es la propiedad que posee el material plástico de ser impermeable a la radiación infrarroja de longitud de onda larga emitida desde el suelo.

Un adecuado material plástico será aquel que ofrezca las siguientes cualidades (J.V. Maroto, 1990):

- * Transmitir la máxima radiación solar hacia el invernadero
- * Que proporcione un buen efecto invernadero
- * La transmisión de la luminosidad incidente debe hacerse preferentemente en forma difusa
- * Una protección física eficaz contra viento, lluvia y granizo
- * Mayor duración de uso posible sin sufrir degradaciones ni alteraciones de transmibilidad
- * Que posea un índice de fluidez que le proporcione las mejores propiedades mecánicas

Los plásticos flexibles (como el polietileno), se evalúan principalmente por su grosor, siendo la galga (con una equivalencia de 100 galgas = 0.025 M.M.). La unidad del espesor más frecuente.

Polietileno (PE)

Es el plástico flexible más ampliamente utilizado, posee una densidad de 0.91 - 0.93 G/CM.3, con una lámina de 0.10 M.M. (400 galgas) de espesor, puede transmitir hasta un 91% de luz incidente, proporciona un buen efecto invernadero, siempre y cuando se trate adecuadamente.

Existen en la actualidad muchos tipos de polietileno que presentan ventajas respecto al que se suele considerar como polietileno normal.

Los denominados polietilenos de larga duración, han sido sometidos a un tratamiento especial con sustancias inhibidoras de la radiación ultravioleta, como la benzofenona, las aminas bloqueadas, el níquel coordinado, etc., que al absorber sobre si mismas este paquete radiactivo preservan la degradación del plástico. (J.V. Maroto, 1990).

Los polietilenos térmicos, que han sido tratados con sustancias inorgánicas diversas, como la mica, el sílice, el caolín, los fosfatos, el aluminio, etc., de manera que confieren al plástico una menor transmisibilidad de la radiación infrarroja de L.D.O. larga emitida en la noche por el suelo, con el efecto invernadero es mayor (J. V. Maroto, 1990).

Eva (Etilen-vinil-acetato)

Se obtiene por polimerización del etileno, con el monomero acetato de vinilo, sus propiedades ópticas y térmicas dependen del porcentaje en acetato de vinilo con el que se fabriquen las películas plásticas entre el 10 y el 18 % transmite hasta más del 90 % de la radiación visible y en términos generales es bastante impermeable al infrarrojo largo emitido desde el suelo (J.V. Maroto, 1990).

Cloruro de Polivinilo o PVC

Material plástico que se comercializa en láminas flexibles o planchas rígidas con una densidad aproximada entre 1.16 y 1.35 gr/cm³ transmite la luz solar en más de un 80 % y en términos generales solo deja pasar en un 30 % la radiación infrarroja nocturna de L.D.O. larga emitida desde el suelo (J.V. Maroto, 1990).

Policarbonato

Polímero termoplástico cuya transmitancia a la radiación total es muy elevada, pudiendo alcanzar el 89 %.

Todos los materiales de recubrimiento, y en función de su forma y estructura interna, de la luz que reciben, van a reflejar una parte impidiendo su paso al interior, absorben otra y el resto es transmitido al interior.

COMPARACION DE LAS CARACTERISTICAS DE LOS
MATERIALES DE RECUBRIMIENTO

CUADRO 2.2

<i>materiales rígidos</i>	<i>cristal</i>	<i>poliester estratificada</i>	<i>polimetacrilato (doble pared)</i>	<i>policarbonato (doble pared)</i>	<i>polipropileno (doble pared)</i>
grosso más habitual	4 mm	1 mm	16 mm	6 mm	4 mm
peso por m ²	10 kg	1,5 kg	5 kg	1,2 kg	0,7 kg
resistencia mecánica	no muy buena	buena	media	muy buena	no muy buena
transmisión de la luz	88%	80-85%	83%	75-80%	60-65%
capacidad de mantener sus características físicas	buena (15-20 años)	media (10 años)	muy buena	buena	mediocre (2-3 años)
precios comparados (base 100)	100	250	700-800	280-300	70-80
<i>materiales flexibles</i>	<i>polietileno (larga duración)</i>	<i>polietileno (infrarrojo)</i>	<i>E.V.A. (doble lámina)</i>	<i>P.V.C. (doble lámina)</i>	<i>tereftalato de etileno</i>
densidad	0,92-0,93	0,95	0,94-0,95	—	1,4
peso (g:m ²) espesor	165 (180 μ)	170 (180 μ)	169-171 (180 μ)	275 (200 μ)	175 (125 μ)
resistencia a la tracción (kg:cm ² a 23°C)	165-180	—	> 230	250	600-800
transmisión luz visible	80-90%	70-80%	85%	60-70%	85-90%
permeabilidad al infra- rojo de onda larga	60-70%	15-30%	15-20%	—	<10%
duración aproximada	3-4 años	2-3 años	2-3 años	5 años	10-15 años
precios comparados (base 100)	100	103-105	140-145	450-480	615

Comité Internacional de Plásticos para Agricultura

Las cifras son, naturalmente, indicativas y sujetas a variaciones en función de marcas comerciales y las distintas circunstancias del mercado.

Se reflejaran en mayor proporción las ondas largas, infrarrojos, y menos las cortas dentro del espectro visible en el caso de materiales transparentes (Figura 3.6).

La sensibilidad de las plantas respecto a la fotosíntesis presenta sus máximos a 450 NM. 650 NM.,¹ azul y rojo respectivamente (Figura 2.6) (C. Bernat - J. Andrés - J. Martínez, 1990).

De los rayos infrarrojos existe una amplia gama de distinta longitud de onda, y para valorar la calidad de un material en cuanto a su efecto invernadero debemos conocer su transparencia y opacidad a los infrarrojos de onda larga. (C. Bernat - J. Andrés - J. Martínez, 1990).

2.2.3. SOMBREADO

Dentro de un invernadero, no solo se cuidan las bajas temperaturas sino también, las elevaciones de temperaturas a causa de la intensa radiación solar. (J.V. Maroto, 1990).

Para regular los excesos de temperatura en el invernadero y contrarrestar la radiación que pudiera ocasionar trastornos en las plántulas jóvenes, basta con el uso de mallas negras de plástico (agromallas) sobre las cubiertas del invernadero, en el mercado se encuentran de distintos porcentajes de sombreado según sean las necesidades (35%, 47%, 55%, 65%, 73% y 83%).

¹ 1 Nm (Nanómetro) = 10^{-9} m
1 μ (Micra) = 10^{-6} m

2.2.4. VENTILACION

Las plantas, suelo, aire, etc., que están dentro del invernadero se van a calentar o a elevar su temperatura. Por radiación se calienta el aire y disminuye su peso, con esto forman corrientes de convección, llegando a tener altas temperaturas, es necesario hacer aberturas para que entre aire frío y salga el caliente. La ventilación en un invernadero nos permitirá equilibrar la temperatura interior cuando la exterior es excesiva, así como cubrir deficiencias de CO₂ y humedad relativa.

Es recomendable que las ventanas en un invernadero ocupen entre un 18 y un 20 % de la superficie del suelo, si se dispone de ventilación lateral y cenital se estiman valores aconsejables, al 10 % de superficie de ventilación cenital y el 15 % de superficie lateral respecto al total de la cubierta (Fig. 2.7) (C. Bernat - J. Andrés - J. Martínez, 1990).

2.2.5. TIPOS DE INVERNADEROS

Existen muchos tipos de invernaderos, en función de caracteres diversos, como la forma de los mismos, los materiales de la estructura y la cobertura, equipamiento y automatización, etc.

Refiriéndonos a la forma del invernadero, tiene importancia primordial por dos conceptos; en primer lugar la luminosidad esta parcialmente condicionada por la forma (inclinación por las paredes y techo, formas redondeadas). Y en segundo lugar, la resistencia al viento depende también, en parte de la forma de las dimensiones (C. Bernat - J. Andrés - J. Martínez, 1990).

Así pues las distintas formas de invernaderos que podemos encontrar son fruto de las exigencias particulares de la producción concreta, o del clima y situación específicos de la localización y en muchos otros casos son fruto de la experiencia de quien maneja invernaderos.

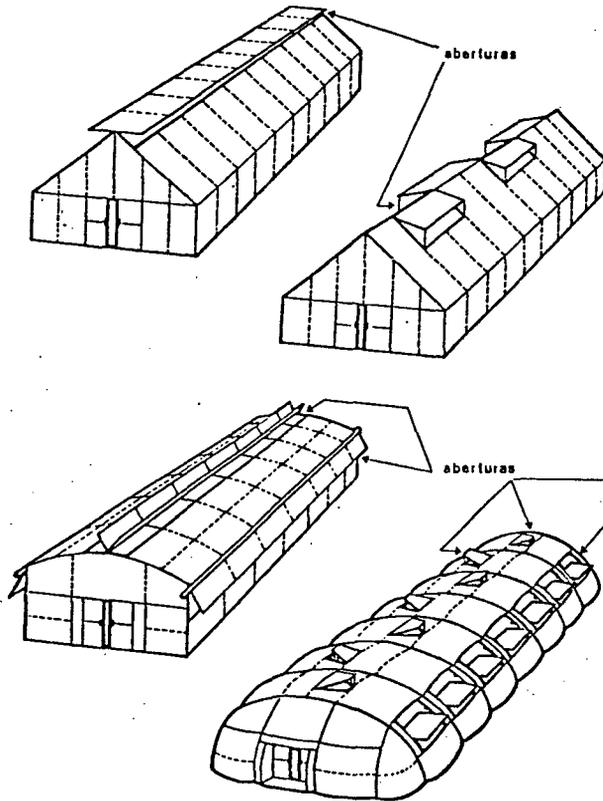


FIG. 2.7

En términos generales señalaremos las ventajas e inconvenientes de los principales tipos de cubiertas (Fig. 2.8) (J.V. Maroto, 1990).

* **Las cubiertas planas a dos vertientes asimétricas:**

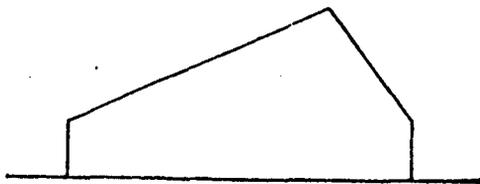
Presentan como ventajas el que proporcionen una buena iluminación y que la evacuación de la lluvia es sencilla. Como inconveniente hay que señalar que, como consecuencia de su asimetría, la altura de las armaduras es elevada, por lo que resultan costosas, y además en su vertiente dotada de mayor pendiente, ofrecen una mayor superficie de exposición al viento.

* **Las cubiertas planas a dos vertientes simétricas:**

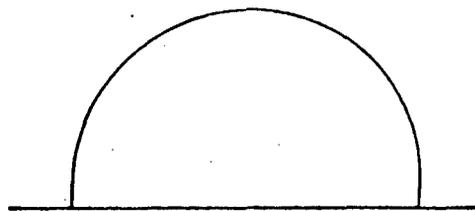
Presentan ventajas parecidas, aunque algo menores y resultan menos costosas que las anteriores.

* **Las coberturas semicirculares:**

Proporcionan una elevada iluminación al invernadero, permiten una elevada evacuación de la lluvia, suponen un costo bajo de instalación, no se ven excesivamente afectadas por los vientos y su empleo obliga generalmente a la utilización de estructuras metálicas.



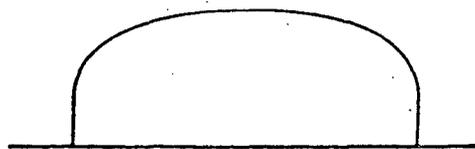
Cubierta plana asimétrica



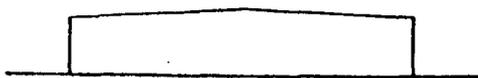
Cubierta semicircular



Cubierta plana simétrica



Cubierta elíptica



Cubierta plana o casi plana

FIG. 2.8

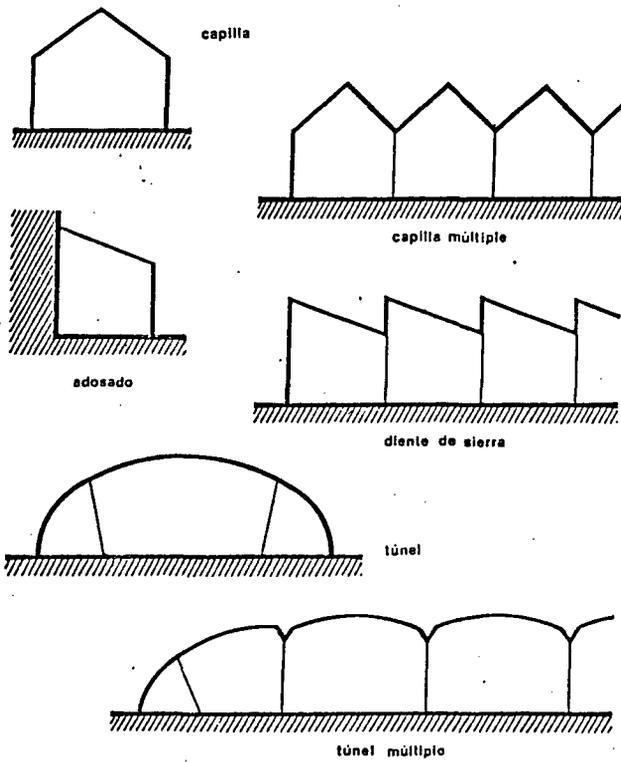


FIG. 2.9

2.3. EL RIEGO EN EL INVERNADERO

De vital importancia resulta el riego dentro del invernadero pues de su buen manejo y funcionamiento dependerá satisfacer las necesidades hídricas y nutricionales de las plántulas.

2.3.1. CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO

Algo muy importante que se debe mantener dentro de las prioridades en la producción de trasplantes de hortalizas, es la composición de un agua de riego a fin de determinar su calidad.

Existen diferentes métodos para conseguir una valoración adecuada del agua haciendo referencia a la salinidad de esta. El más importante y representativo es el valor de la conductividad eléctrica (C.E.) expresada en milimhos o micromhos/cm. a 25 ° C (J. V. Maroto, 1990).

Tipo C-1: Aguas poco salinas

C.E. entre 0 y 250 micromhos/cm.

Tipo C-2: Aguas moderadamente salinas

C.E. entre 250 y 750 micromhos/cm.

Tipo C-3: Aguas bastante salinas

C.E. entre 759 y 2,250 micromhos/cm.

Tipo C-4: Aguas muy salinas

C.E. mayor a 2,250 micromhos/cm.

- * A partir del Tipo C-3, ya resulta muy problemática la utilización de una determinada agua de riego y solo se podrá utilizar en sustratos muy permeables, y en especies muy tolerantes a la salinidad.

- * Para el riego en el invernadero solo se recomiendan los Tipos C-1 y C-2, los demás tipos son válidos para riegos en el suelo, más no en sustratos a base de turba en donde la concentración de exceso de sales en los cubículos de las charolas adicionadas en cada riego, causan efectos fitotóxicos (J. V. Maroto, 1990).

A modo de conocer una posible concentración en exceso de sales, existe una relación directa aproximada entre la C.E. de una determinada muestra de agua y su contenido en sales totales, expresada por la relación.

$$\text{Concentración de sales totales (MG/Lt.)} = 0.64 \times \text{C.E.}$$

El contenido en sodio (Na) es otro parámetro importante a considerar a la hora de evaluar desde el punto de vista de su salinidad una determinada agua de riego.

Existe un índice llamada RAS (Relación de Absorción del Sodio) que da una idea entre la proporción de sodio, calcio y magnesio, según la siguiente relación:

$$\text{RAS} = \frac{(\text{Na}^+)}{\sqrt{1/2 (\text{Ca}^{++}) + (\text{Mg}^{++})}}$$

En función de este índice y de forma muy general, las aguas se pueden clasificar en:

- S-1 Aguas con bajo contenido en Na
RAS menos a 10 Meq/Lt.
- S-2 Aguas con medio contenido en Na
RAS de 10 a 19 Meq/Lt.

- S-3 Aguas con alto contenido en Na
RAS de 19 a 26 Meq/Lt.
- S-4 Aguas con muy alto contenido en Na
RAS de más de 26 Meq/Lt.

A partir del Tipo S-3, pueden surgir problemas de uso (J.V. Maroto, 1990). Pero éstos índices de RAS absolutos no dan por sí solos una idea clara del peligro de alcalinización de una determinada agua, puesto que en este peligro juega un papel fundamental la concentración total de sales en el agua (J.V. Maroto, 1990).

El U.S. Soil Salinity Laboratory, aplica el diagrama que aparece en la Fig. 2.10 a través del cual toda agua de riego se puede caracterizar por una combinación de dos letras y diferentes subíndices de tipo CiSi.

El contenido de cloruros, puede ser otro índice para conocer la salinidad del agua de riego.

El agua con un contenido de cloruro de sodio de 50 ppm, o aún mayor, no es aconsejable para poder tener un desarrollo óptimo de las plántulas.

Otro índice que es necesario conocer en la calidad del agua de riego, es el Ph, cuyo valor idóneo es el débil ácido-neutro, o sea, entre 6.5 y 7.0 de no ser así, las oscilaciones hacia arriba o hacia abajo pudieran desequilibrar totalmente un cultivo (C. Bernat - J. Andrés - J. Martínez, 1990).

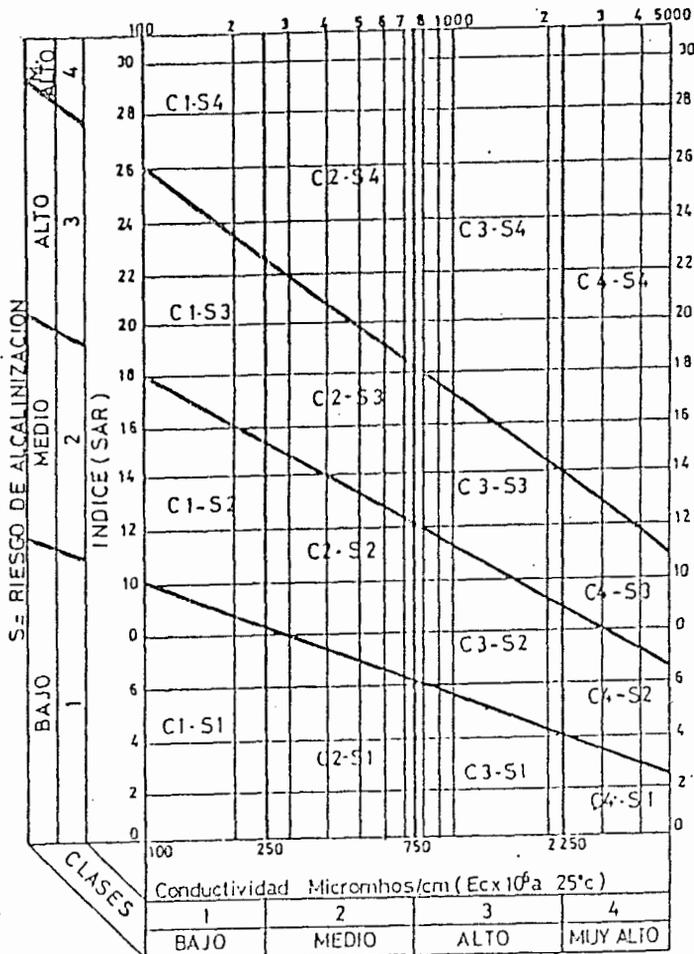


FIG. 2.10

2.3.2. RIEGO POR ASPERSION

El riego por aspersión consiste en la aplicación de lluvia artificial, es un sistema de riego especialmente indicado en cultivos extensivos, pero cuyo empleo también está indicado en los invernaderos, sobre todo como economizador de agua.

Con este sistema se le facilita al regante el control de distribuir el agua sobre la superficie a regar evitando condiciones hídricas extremas, tanto en saturación como en subsaturación.

Los elementos para que este sistema entre en funcionamiento son (C. Bernat - J. Andrés - J. Martínez, 1990): Un equipo de bombeo, un sistema de distribución y un carro regador.

El equipo de bombeo, está formado por una bomba y un equipo motriz (motor eléctrico) que permite el suministro de agua necesario para la plantación a una determinada presión. El sistema de distribución, consta de una tubería principal a la que se conecta una red de tuberías secundarias sobre las que se sitúan las correspondientes conexiones para el carro regador. El carro regador, utiliza barras aspersoras

laterales para distribuir el agua sobre los trasplantes; en estas barras se monta un número considerable de boquillas para lograr la uniformidad deseable del riego, se recomienda alrededor de 38 boquillas tipo TEE-JET 8004 por barra (aproximadamente 5.60 mts. de largo, para el caso específico del invernadero donde se realizó el trabajo).

2.4. LOS SUSTRATOS

Un sustrato es aquél medio sólido, natural o artificial en el que las plántulas encuentran, aparte de su anclaje, el suministro de agua, aire y los nutrientes necesarios para su normal desarrollo.

2.4.1. CARACTERISTICAS

Cualquier material susceptible de ser empleado como sustrato deberá reunir ciertas condiciones físicas y químicas que lo hagan apto para un favorable desarrollo radicular.

2.4.1.1. CARACTERISTICAS FISICAS

Un adecuado sustrato tiene unas cualidades físicas determinadas tales como: densidad aparente, densidad real, porosidad, capacidad hídrica, entre otras. Todos éstos factores están directamente ligados a la estructura física del sustrato y variarán cuando varíe su estructura.

Así pues, lo primero que debemos pedirle a u sustrato es su estabilidad estructural durante el tiempo que se este utilizando como sustrato de un cultivo.

EXAMINEMOS AHORA LOS PRINCIPALES PARAMETROS:

Densidad real (D.R.).- Es la densidad del material sólido que lo compone, y será igual a la masa sólida partido por el volumen que ocupa.

El valor de la D.R. no tiene demasiada importancia para calificar un sustrato, ya que su incidencia sería solo a efectos de facilitar o dificultar transporte o colocación y por ello es más útil contemplar la densidad aparente.

Densidad aparente (D.A.).- Es el resultado de dividir la masa real del elemento por el volumen total que ocupa el sustrato, esto es el volumen ocupado por la parte sólida más el volumen libre (huecos y poros).

Es conveniente que la D.A. sea lo más baja posible, no solo por la facilidad de manejo, sino también porque ello significa en general más espacios libres que son ocupados por soluciones nutritivas y aire, los cuáles son primordiales para el desarrollo radicular.

Porosidad.- Es la parte del volumen aparente que no esta ocupada por la materia sólida. Forma un conjunto de huecos, canales capilares, etc., que de una forma natural están ocupados por un fluido, gas o líquido, de la distribución, tamaño y características de éstos poros depende, en gran medida, el comportamiento físico del sustrato.

Puesto que lo que se busca en el sustrato es el equilibrio entre agua y aire idóneo para la raíz, no solo la porosidad, sino también el tipo de poros existentes son de suma importancia. Mientras las partículas sólidas sean mayores y más regulares, los espacios libres entre partículas serán mayores, y éstos macroporos tenderán a estar ocupados por aire, al retener el agua con poca fuerza (capilaridad gruesa). Lo contrario sucederá en el caso de partículas pequeñas.

Capacidad de retención de agua.- La retención de humedad por el sustrato en cantidades adecuadas y en forma homogénea, determina la posibilidad a la plántula de utilizar el agua en sus funciones metabólicas. La retención del agua va en función de la granulometría y porosidad del sustrato.

Es muy útil conocer la capacidad de retención de agua máxima y de la capacidad de campo, es decir, la cantidad total de agua que el sustrato puede contener y la cantidad que retiene después de que el líquido ha sido drenado.

2.4.1.2. CARACTERISTICAS QUIMICAS

La propiedad indispensable para que un material pueda ser utilizado como sustrato es que sea "químicamente inerte". Deberá poseer una capacidad de cambio iónico escasa o nula, es decir, no absorber ni suministrar ningún elemento mineral a la solución que bien pudiera ser perjudicial por su toxicidad o por su excesiva concentración.

Los sustratos, por su actividad química se clasifican en sustratos inertes y sustratos activos. Los sustratos inertes, están constituidos por materiales muy estables químicamente, tal es el caso de algunos sustratos artificiales (lana de roca, perlita, foram, etc.). Los sustratos activos, son la mayoría de los sustratos naturales (turba, corteza de pino, arena, etc.). Estos sustratos influyen en mayor o menor proporción en el equilibrio de la solución nutritiva, alterándola y variando el Ph.

En forma general un buen sustrato deberá presentar las siguientes características (J.V. Maroto, 1990):

- 1) Ser químicamente inerte
- 2) Ser biológicamente inerte
- 3) Poseer una buena granulometría
- 4) Ser estable físicamente
- 5) Poseer buena capacidad de retención hídrica

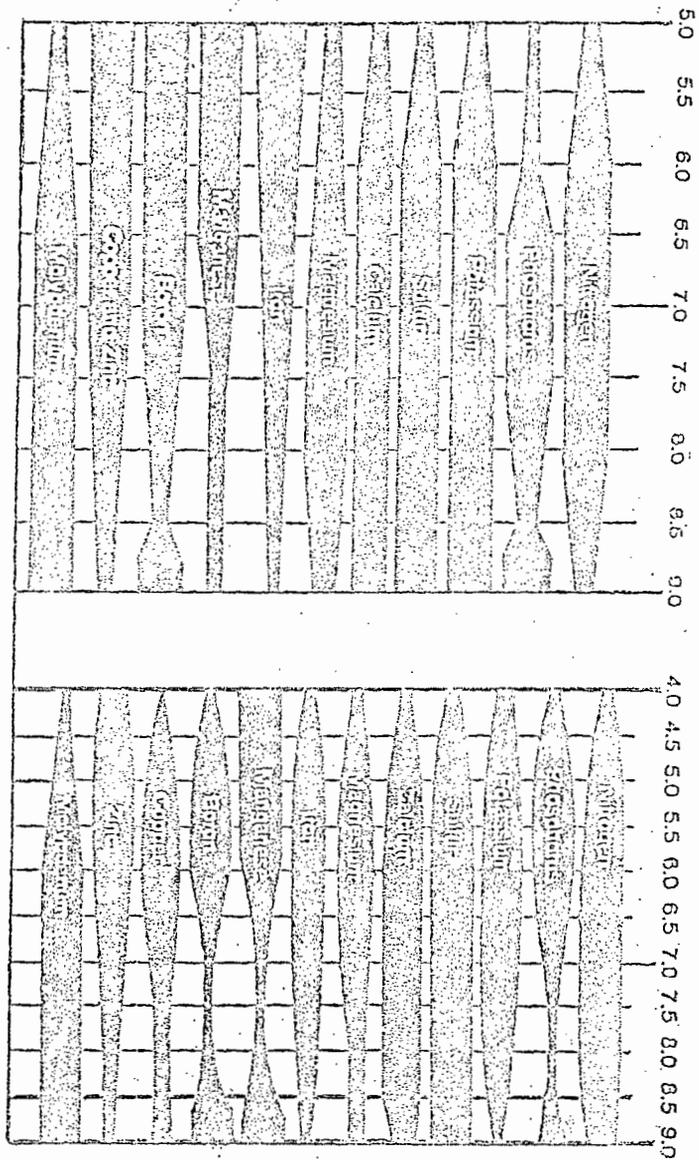


FIG. 2.11.

2.4.2. CLASIFICACION

Los sustratos utilizados en horticultura pueden ser clasificados en:

- a) **Sustratos naturales.**- Son todos aquellos sustratos que se utilizan en su estado primitivo, o bien sometidos a ligeros tratamientos, como podrían ser limpieza, cribado, envasado, etc.
- b) **Sustratos artificiales.**- Son sustratos compuestos por materiales químicos sintéticos y los materiales naturales que han sido sometidos a procesos de fabricación que modifican sus propiedades físicas.

Dentro de los sustratos naturales el más utilizado son las turbas, y de los artificiales la perlita y la vermiculita.

2.4.2.1. TURBAS

Las turbas son restos de materia orgánica vegetal parcialmente descompuesta procedente de la antigua vegetación de áreas pantanosas como consecuencia de una fermentación anaerobia (J.V. Maroto, 1990).

Existen tres tipos de turbas: Las turbas rubias o blancas formadas en turberas altas en zonas frías y lluviosas sobre terrenos ácidos, pobres en elementos minerales, y están compuestas de restos vegetales de plantas briofitas como sphagnum, eriphorum y otros musgos. Las turbas negras se forman en los estratos más profundos de las turberas altas, tienen un índice de descomposición más avanzado que las turbas blancas. Las turbas marrones presentan propiedades intermedias a los dos tipos anteriores.

2.4.2.2. PERLITA

Es un silicato aluminico-magnesico que se extrae de yacimientos de origen volcánico. Es completamente estéril, después de un tratamiento a una temperatura de 900-1000° C, con la que se evapora bruscamente el agua contenida en las partículas aumentando su volumen y su capacidad de retención hídrica.

En horticultura, el tamaño de partícula más utilizado es de 1/16 a 1/18 de pulgada. La perlita absorbe de tres a cuatro veces su peso de agua; es muy útil para incrementar la aereación de las mezclas (C. Bernat, - J. Andrés - J. Martínez, 1990).

2.4.2.3. VERMICULITA

Se obtiene de forma análoga a la perlita, el material de partida es una mica (silicato de aluminio, magnesio y potasio en hojas) que calentada a 1,100° C, se produce una brusca evaporación del agua intrafoliar, ocasionando un inflamamiento de las láminas que aumentan de diez a doce veces su espesor inicial.

Tiene un gran poder de retención de agua, debido a que su volumen de poros es de 95 %, cuenta con una capacidad de intercambio catiónico relativamente alta. Físicamente es un producto muy frágil al someterla a presión, con lo que su poder de aereación tiene a disminuir con su degradación física (C. Bernat - J. Andrés - J. Martínez, 1990).

2.4.3. SUSTRATOS COMERCIALES

No siempre un sustrato reúne todas las características deseables, por lo que, las mezclas de sustratos son una alternativa para complementar dichas características.

Existen en el mercado gran cantidad de turbas enriquecidas con distintos niveles de fertilización y algún tipo de sustrato que ayude a mejorar sus propiedades físicas:

2.4.3.1. SUNSHINE No 6

Es una mezcla avanzada para plántulas que contiene Sphagnum peat moss canadiense, perlita fina, carbonatos de dolomita para ajustar el Ph, agente humectante, y una carga baja de fertilizante para proteger la plántula joven y tierna. Diseñada para promover un mejor desarrollo de la raíz en ornamentales y trasplantes de hortalizas. Es recomendada para uso cuando mayor capacidad de aire y drenado es necesaria, tales como los meses del invierno, con plantas altamente susceptibles a excesos de agua, para propagación en general y cuando precipitación frecuente es deseada; ejemplo, cuando se están usando aguas con concentraciones altas de sal.

2.4.3.2. SUNSHINE PEAT MOSS

El peat moss sunshine está especialmente procesado para la mayoría de los cultivos debido a su alta capacidad de retención de agua y aereación.

Un vigoroso control de calidad y sistemas de empaque aseguran que el peat moss, tenga la uniformidad y características adecuadas para el desarrollo de plantas. Es un excelente ingrediente en la preparación de mezclas para plantas de alta calidad.

2.4.3.3. FAFARD 1-V

Mezcla para germinación, para situaciones donde se requiere buena retención de humedad. Contiene turba de sphagnum canadiense de grano fino, vermiculita, carga de fertilizantes (con elementos mayores y oligoelementos), agente humectante y carbonatos de dolomita para ajustar el Ph entre 5.0 y 5.5 éstas mezclas se recomiendan para germinación de semillas y producción de trasplantes en charolas de 200 cavidades.

2.4.3.4. GERMINAZA

Es un subproducto del coco texturizado y libre de patógenos. Se obtiene mediante el proceso de desfibrar la copra del coco y su posterior paso por el molino, hasta dejar partículas de textura muy finas.

La esterilidad se logra con altas temperaturas a las que es sometido el producto texturizado. No contiene ningún tipo de agente humectante y tampoco se le adicionan nutrientes.

2.4.4. MANEJO DE SUSTRATOS DE TURBA

Los sustratos a base de turbas (como los descritos anteriormente), son empacados a presión en bolsas de polietileno, con un volumen de 4 pies cúbicos (0.11 m³) comprimidos. Estas mezclas al desempacarse rinden un promedio de 7.5 pies cúbicos (0.21 m³), suficiente como para llenar 53 charolas speedling de 200 cavidades.

Una vez desempacada la mezcla, se recomienda humedecerla uniformemente antes de ser utilizada para llenar las charolas. La cantidad de humedad que se recomienda varía entre 20 y 30 litros por paca. Para llenar las charolas se debe tener precaución de no compactar mucho la mezcla, asegurando de esta manera una aereación óptima para la raíz.

Se recomiendan varios riegos ligeros en vez de uno pesado, pues así se evitará una compactación y falta de aire en la mezcla.

La mayoría de las mezclas contienen una dosis balanceada de fertilizante iniciador que dependiendo de la frecuencia de riegos durará entre 7 a 14 días, por lo que es necesario implementar un programa de fertirriegos no sin antes haber estudiado la calidad del agua y fertilizante agregado para que no se vea tan afectado el Ph de la mezcla (Boletín Técnico - Agroplásticos).

2.5. FERTILIZANTES ALTAMENTE SOLUBLES

Los fertilizantes altamente solubles en agua son la nueva generación de fertilizantes en los programas de fertilización en la producción de trasplantes en invernadero.

La solubilidad de un fertilizante se mide de acuerdo a la medida de la concentración de sales que permanecen en solución cuando disolvemos este en agua (H. M. Resh, 1992).

Para lograr una alta solubilidad a la hora de elaborar los fertilizantes, todos los materiales son secados y posteriormente pasados por molinos de martillos con el fin de asegurar una partícula pequeña y uniforme en todos los ingredientes del fertilizante. Además se le agrega un agente humectante para acelerar el proceso de solubilidad (Boletín Técnico - Technigro).

De manera práctica es necesario conocer que las sales de los fertilizantes se disuelven en una reacción endotérmica, esto es, que absorben el calor de su alrededor durante ese proceso. Por esto es que agua caliente (68° C) funciona mejor cuando se están disolviendo altas concentraciones de sales (Boletín Técnico - Technigro).

2.5.1. 20-20-20 PETERS

General Purpose

La fórmula más versátil de Peters para la mezcla en sustratos. Puede utilizarse como nutrición foliar, con un sistema de aspersión.

No debe utilizarse cuando el tiempo es excesivamente frío o nublado.

Garantía de Composición:

Nitrógeno total -----	20
P2O5 -----	20
K2O -----	20

2.5.2. 20-9-20 Technigro

Este producto es ideal para el uso de mezclas de sustratos que contienen Peat Moss y provee de una nutrición balanceada bajo una variedad de condiciones culturales.

El grado de acidez es moderado y ayuda a controlar y reducir el Ph debido a agua alcalina.

Garantía de composición:

Nitrógeno total -----	20 %
Nitrógeno amoniacal -----	8.45 %
Nitrato -----	11.55 %
P2O5 -----	9
K2O -----	20
S -----	1.39
B -----	0.02
Fe -----	0.1.
	0.1. % Quelato de Fe
Mn -----	0.05
	0.05 % Quelato de Mn

Mo -----	0.015
Cu -----	0.02
Zn -----	0.03

2.5.3. 9-45-15 Peters

El fertilizante Peters, es usado por viveristas profesionales para obtener los mejores resultados. Este fertilizante es completamente soluble en agua y contiene elementos menores en forma de quelatos que permiten una gran asimilación de este para las plantas.

Es fabricado completamente con materiales que eliminan el problema de exceso de sales solubles.

Tiene un grado de seguridad muy alto que evita quemaduras de follaje. Se le agrega un tinte azul para identificarlo cuando está siendo aplicado en sistemas de inyección automática.

El alto contenido en fosforo permite estimular el enraizamiento de las plántulas.

2.5.4. 20-10-20 PL Peters

Peat-Lite Special

Ideal para medios de suelos empobrecidos. Es de una naturaleza moderadamente ácida, lo cual frecuentemente contrarresta la alcalinidad del agua.

Garantía de composición:

Nitrógeno total -----	20
P ₂ O -----	10
K ₂ O -----	20

2.5.5. 12-12-17-2 Nitrophoska

Este fertilizante es principalmente para desarrollo de frutos ya que viene acondicionado con magnesio que es un componente esencial de la clorofila, es necesario para la formación de azúcar, ayuda a regular co-asimilación de otros nutrientes, actúa como transportador de fósforo en la planta, promueve la formación de aceites y grasas, en determinadas condiciones corrige la acidez del suelo.

2.5.6. 9-45-11 Raizal 400

Raizal 400 es una formulación desarrollada primordialmente para proveer de nutrientes y estimular el crecimiento de raíces provenientes ya sea de trasplantes ó siembra directa.

La acción conjunta de su balance N-P-K-Mg, y su complejo hormonal constituyen un suplemento muy adecuado a los principales requerimientos nutricionales de plantas jóvenes logrando un mejor brote de raíces y un crecimiento más rápido y vigoroso.

Garantía de composición:

	% en peso
Nitrógeno total -----	9.0
P ₂ O ₅ -----	45.0.
K ₂ O -----	11.0
Mg -----	0.6
S -----	0.8.

Fitohormonas 400 PPM.

Dosis: Como auxiliar en la fertilización aplíquese en fertirrigación antes de la siembra ó antes de la emergencia de razón de 0.5 a 0.75 Ks. por cada 1000 m².

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. DESCRIPCION DE LA ZONA

3.1.1. LOCALIZACION

Los invernaderos Mojarro's Serres se encuentran a 2 Km. hacia el noreste de Yurécuaro, Michoacán, instalaciones en las cuáles se desarrolló el presente trabajo de investigación.

Por otra parte, Yurécuaro, Michoacán. Está situada a 20° 17' latitud norte y entre los meridianos 102° 17' - 102° 30' de longitud oeste del meridiano de Greenwich. Tiene una altura S.N.M. de 1540 mts.

Sus colindancias son:

Al norte con Jalisco

Al sur con Zamora

Al este con Vista Hermosa

Al oeste con La Piedad

3.1.2. CLIMATOLOGIA

De acuerdo con el sistema de Thornthwaite, en la zona de Yurécuaro, Mich. El clima se clasifica en cuanto a la humedad semi-seco; y al hablar de temperatura decimos que es templado a semicálido.

En cuanto a precipitación anual, la zona recibe en un período de lluvias comprendió en 4 meses, de junio a septiembre igual a como se observa en el Cuadro siguiente:

ESTADO DE MICHOACAN

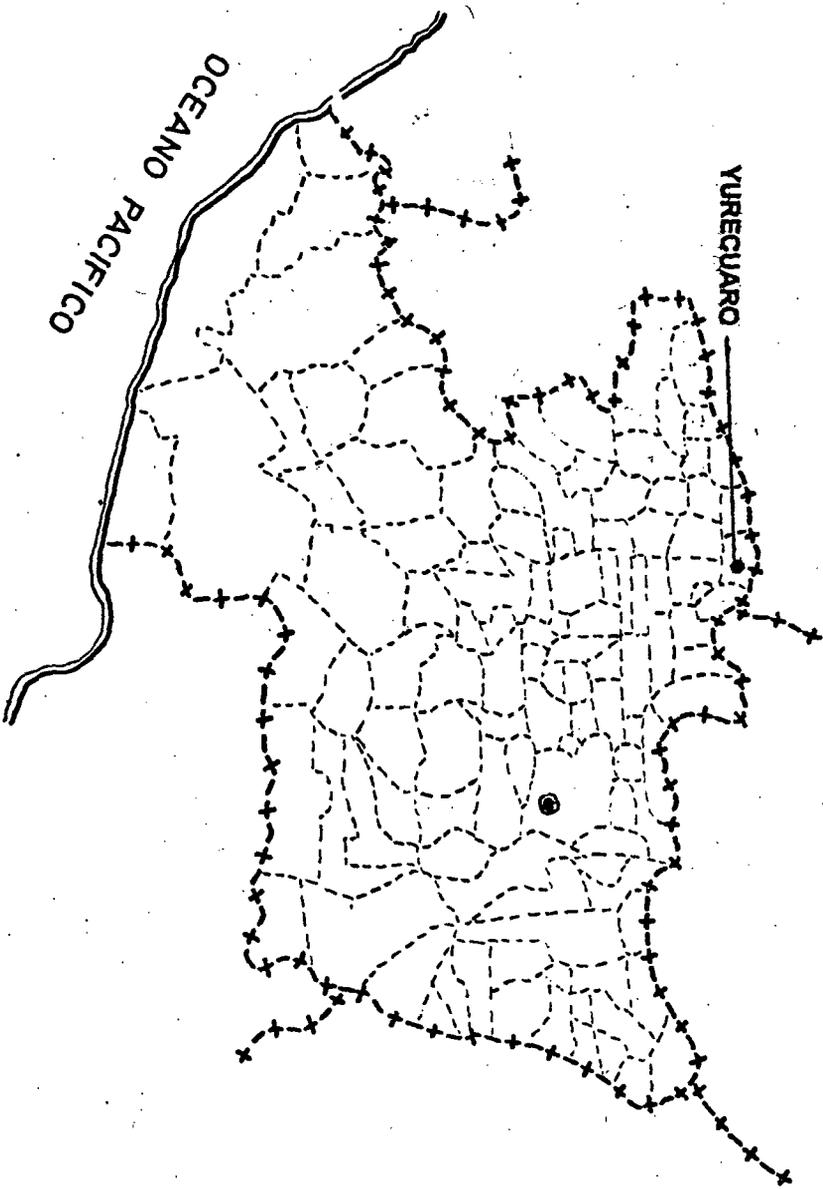


FIG. 3.1

CUADRO 3.1
PRECIPITACION Y TEMPERATURAS DE LA ZONA
DE YURECUARO, MICHOACAN

PRECIPITACION ANUAL (CM)	TEMPERATURA ANUAL		
	MEDIA	MAXIMA	MINIMA
77.15	20.4° C	28.1° C	12.4° C

3.2. MATERIAL UTILIZADO

Todo el equipo y materiales utilizados en el desarrollo del trabajo, son parte de las instalaciones del Ing. Agrónomo Benjamín Mojarro Víctor.

- a) Invernadero (a dos aguas)
- b) Charolas de poliestireno de 200 cavidades
- c) Sustratos: Sunshine No 6, Sunshine Peat Most, Fafard 1-V y Germinaza
- d) Fertilizantes altamente solubles: Peter's 20-20-20, Technigro 20-9-20, Peter's 9-45-15, Peter's 20-10-20, Nitrophoska 12-12-17 y Raizal 400 9-45-11
- e) Desinfectantes: Cloro, jabón y detergente
- f) Prensa marcadora de profundidad de siembra
- g) Semilla de jitomate, variedad Rio Grande (Saladette)
- h) Aplicador de tinte (Biberón para fertirrigar)
- i) Galones de plástico
- j) Acido fosforico
- k) Conductimetro y potenciómetro
- l) Vernier

3.3. DISEÑO EXPERIMENTAL

El experimento se planteo como un bloque al azar con un arreglo de tratamientos factorial 8 X 6 con tres repeticiones en el que las variables a medir fueron:

- AP Altura de planta
- CC Consistencia de cono
- DF Desarrollo de foliolos
- GT Grosor de tallo

Los tratamientos analizados fueron para el factor sustrato:

- 1.- Sunshine No 6
- 2.- Sunshine Peat Most
- 3.- Fafard 1-V
- 4.- Germinaza
- 5.- Sunshine No 6 y Germinaza
- 6.- Germinaza y Fafard 1-V
- 7.- Fafard 1-V y Sunshine Peat Most
- 8.- Germinaza y Sunshine Peat Most

Los tratamientos analizados para el factor fertilizante fueron:

- 1.- 20-20-20
- 2.- 20- 9-20
- 3.- 9-45-15
- 4.- 20-10-20
- 5.- 12-12-17
- 6.- Raizal 400 (9-45-11)

Las dosis de fertilizantes fueron de 100 ppm en cada aplicación y en total se realizaron ocho.

La disposición de los tratamientos en las charolas se realizó de la siguiente forma:

Se utilizaron tres charolas por cada tratamiento de sustrato, es decir, una por repetición, cada charola se dividió en ocho partes, siete de ellas de 36 cubículos y en cada división se aplicó un tratamiento de fertilizante; la octava parte de 24 cubículos la ocupó un testigo (Fig. 3.2).

Cabe mencionar que la técnica de aplicación de los tratamientos de fertilizantes (Biberón) fue clave para la obtención de buenos resultados, pues en un espacio tan reducido, solo la aplicación dirigida podría asegurar el éxito.

FIGURA 3.2
EJEMPLO DEL ACOMODO DE LOS SEIS TRATAMIENTOS DE
FERTILIZANTES Y UN TESTIGO EN UNA CHAROLA REPRESENTANDO
UNO DE LOS TRATAMIENTOS DE SUSTRATOS

20	20	20							T									
			20	9	20				E									
						9	45	15	S	20	10	20						
									T				12	12	17			
									I								RAIZAL	400
									G									
									O									

3.4. METODOS

3.4.1. DESINFECCION DE CHAROLAS

Las charolas se sumergieron en un primer tambo de 200 lts. con una solución de agua (200 lts.) más detergente (250 gr.) más cloro (500 ml.) y una barra de jabón amarillo, después se sumergieron en agua contenida en un segundo tambo para lavar los excesos de detergente y cloro en las charolas.

Con esta sencilla práctica de desinfección, prevenimos a las plántulas de un posible ataque de algún patógeno en su primera etapa de desarrollo.

3.4.2. MANEJO Y ACONDICIONAMIENTO DE SUSTRATOS

Entendemos por acondicionamiento del sustrato a la práctica de agregar agua al sustrato y manejarlo con las manos para homogenizarlo tanto en humedad como en la estructura del mismo ya que en el empaque a presión que es sometido el sustrato se compacta un poco.

Con esta práctica nos quedo un sustrato homogéneo y fácil para lograr el llenado de charolas.

3.4.3 MEZCLA DE SUSTRATOS

Para poder mezclar los sustratos, primeramente se utilizaron los originales, se manejaron y acondicionaron por separado, posteriormente se realizó la mezcla a una proporción 1:1 de acuerdo al volumen del sustrato acondicionado.

Aproximadamente cada charola se lleno con seis botes de un litro (tres botes de un sustrato y tres de otro).

Las mezclas obtenidas fueron cuatro:

Sunshine No 6	+	Germinaza
Germinaza	+	Fafard 1-V
Fafard 1-V	+	Sunshine Peat Most
Germinaza	+	Sunshine Peat Most

A excepción de la mezcla Fafard 1-V + Sunshine Peat Most, las tres restantes fueron mezclas entre un material de turba (enriquecido con una dosis baja de fertilizante y un agente humectante) y un material no enriquecido como lo es la germinaza.

3.4.4. LLENADO DE CHAROLAS

Esta práctica se realiza manualmente con el sustrato ya acondicionado, se van llenando las cavidades de las charolas poniendo el sustrato encima de ellas y con la palma de la mano hacemos una ligera presión uniforme para no compactar el sustrato dentro de las cavidades y privar de oxígeno a las raicillas.

3.4.5. MARCACION DE PROFUNDIDAD DE SIEMBRA

Esta práctica se llevó a cabo con una "prensa marcadora de profundidad de siembra"

La prensa es una placa rectangular de aluminio con 200 marcas (o más) montada en un armazón de fierro, que accionada por un pedal baja hasta la altura de la charola con sustrato soportada en una base metálica y de esta forma marcar la profundidad de siembra en cada una de las 200 cavidades (aproximadamente a 5 cms. de profundidad). Con la presión ejercida por la prensa drenamos el exceso de agua en el sustrato por los orificios ubicados en la base de las charolas.

3.4.6. SIEMBRA Y TAPA

Una vez pasadas las charolas por la prensa marcadora de profundidad de siembra, se realizó manualmente la siembra depositando de 2 a 3 semillas de jitomate en el fondo de cada marca (5 cms.). Enseguida se cubrieron las marcas con turba humedecida utilizando las palmas de las manos sin ejercer presión.

Se seleccionó Fafard 1-V para utilizarlo como tapa en todas las charolas por considerarlo de fácil manejo en dicha operación, pero también es muy común el utilizar la vermiculita como tapa.

3.4.7 ESTIBAMIENTO DE CHAROLAS

Esta práctica consiste en encimar las charolas una sobre otra formando bloques compactos protegidos en la parte superior con charolas vacías, se aconseja estibar no más de 20 charolas.

Los bloques de charolas se envolvieron con una película plástica de tal manera que no hubo entrada de aire manteniendo humedad y temperaturas más altas que al aire libre, provocando una germinación temprana.

3.4.8 GERMINACION

Cabe señalar la importancia de conocer la capacidad de germinación del material con el que se va a trabajar, se deben realizar pruebas de porcentaje de germinación previas a practicar una siembra masiva pues a gran escala resultaría muy costoso si el genotipo en cuestión llegara a fallar, sobre todo si la semilla no es certificada.

La germinación la entendemos como el desarrollo del embrión hasta romper sus envolturas (Pericarpio) para que la radícula y talluelo broten. En la práctica, cuando descubrimos la germinación al 5° día después de la siembra pasamos las charolas a las mesas del invernadero para continuar su desarrollo normal.

A partir del 3er. día después de la siembra debemos observar si se ha iniciado la brotación y de ser así mover las charolas para evitar un excesivo crecimiento de los hipocotilos y con esto la rotura de las plántulas.

3.4.9 RIEGOS Y FERTIRRIEGOS

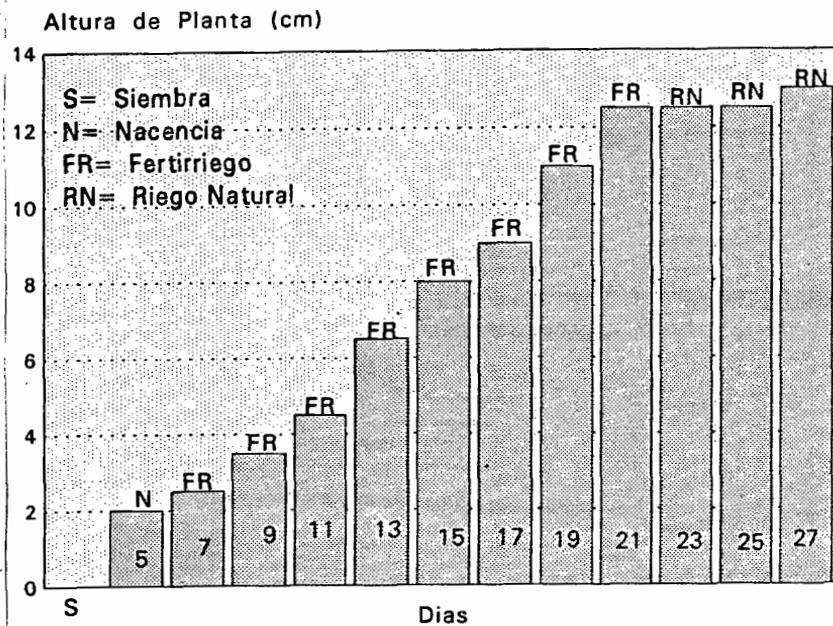
Como se menciona en párrafos anteriores, las características de las plántulas como el raigambre, tallo y follaje está estrechamente vinculado su desarrollo en los riegos y fertirriegos que la plántula va a recibir durante su estancia dentro del invernadero.

Podemos hablar de un " Calendario Tipo " de riegos y fertirriegos sin llegar a ser exactos. Esto es debido a que dichas características descritas anteriormente se ven influenciadas positiva o negativamente por los factores climáticos como la temperatura y nubosidad que prevalecen durante la formación de la plántula, así como de los fertilizantes aplicados y sus dosis.

El calendario que presentamos es el sugerido en el cultivo de trasplantes de tomate en invernadero y es el que seguimos en el desarrollo de este trabajo (Fig. 4.3). Iniciamos con un riego natural antes de la siembra y otro al 6° día de la siembra cuando las charolas se acomodaron sobre las mesas presentando la total germinación en sus cavidades; al 7° día de la siembra dirigimos el primero de 7 fertirriegos en cada uno de los tratamientos de sustrato con una concentración de 100 ppm. decimos que el fertirriego fue dirigido a la base del tallo utilizando un aplicador de tinte (Biberón) para lograr la eficacia de la aplicación en cada tratamiento.

El intervalo entre cada fertirriego fue de 2 días mientras que para los riegos naturales no hubo un intervalo constante, y sólo hubo necesidad de utilizarlos en los últimos días de la estancia de las plántulas en el invernadero (Ver Fig. 3.3).

FIGURA 3.3
FENOLOGIA, CALENDARIZACION DE FERTIRRIEGOS
DE PLANTULA DE TOMATE EN CHAROLA DE POLIESTIRENO
BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO



4. RESULTADOS

4.1. NIVELES DE SIGNIFICANCIA (0.05)

Los niveles de significancia obtenidos para las variables analizadas así como de los factores se indican en el Cuadro siguiente:

CUADRO 4.1
NIVELES DE SIGNIFICANCIA TANTO DE LAS
VARIABLES COMO DE LOS FACTORES

VARIABLE	FACTOR		
	SUSTRATO	FERTILIZANTE	SUST. X FERT.
ALTURA DE PLANTA	0.0001	0.0001	0.0001
CONSISTENCIA DE CONO	0.0002	0.0001	0.0001
DESARROLLO DE FOLIOLOS	0.0001	0.3065	0.0031
GROSOR DE TALLO	0.0002	0.0001	0.0196

En este cuadro se observa que tanto el factor sustrato como la interacción sustrato X fertilizante influyen sustancialmente en el comportamiento de las variables analizadas, sin embargo el factor fertilizante influye tanto en la altura de planta, en la consistencia de cono y en el grosor del tallo, más no tiene influencia en el desarrollo de foliolos.

4.2. PARAMETROS ANALIZADOS

Fue necesario observar y medir una serie de características morfológicas de cada una de las repeticiones de nuestro trabajo de investigación como la altura de planta (AP), consistencia de cono (CC), desarrollo de folíolos (DF) y grosor de tallo (GT), con el fin de evaluar la calidad de los trasplantes obtenidos. A cada observación se le asignó un valor de acuerdo a la variable en estudio y del factor analizado.

Los criterios que se siguieron para la interpretación de los resultados, a continuación los describimos.

4.2.1. ALTURA DE PLANTA (AP)

Este parámetro es de vital importancia, sobre todo debemos de cuidar de no exceder la longitud del tallo postcotiledóneo. Esto para evitar que el follaje sostenido en dicho tallo, debido al excesivo peso, se doble o quiebre una vez trasplantado el cultivo, la longitud de la plántula se mide desde el cono hasta el último foliolo. (Fig. 2.4).

VALOR	INTERPRETACION
4	Mayor de 15 cms.
3	Entre 13 y 15 cms.
2	Entre 11 y 13 cms.
1	Menor de 11 cms.

4.2.2. CONSISTENCIA DE CONO (CC)

Para la evaluación de este parámetro, se dejó caer la plántula de una altura igual a un metro, procurando que ésta fuera acostada y observar el estado final del cono después de la caída.

VALOR	INTERPRETACION
4	No pierde su forma
3	Se malformo sólo de la cara golpeada
2	Se malformo pero no se desmorono
1	El cono se desmorono

4.2.3. DESARROLLO DE FOLIOLOS (DF)

Mencionaremos en este parámetro el crecimiento racional de los foliolos necesarios para que una planta se adapte rápidamente al lugar de trasplante, debiendo estar completamente desarrollados con 4 a 5 hojas cada foliolo y éstos en número de 3 a 4.

VALOR	INTERPRETACION
4	Más de 4 foliolos desarrollados
3	4 foliolos desarrollados
2	3 foliolos desarrollados
1	2 foliolos desarrollados

4.2.4. GROSOR DE TALLO (GT)

Esto se refiere al diámetro del tallo cotiledóneo a partir del cuello hasta el primer par de hojas cotiledóneas. Para tal medición nos auxiliamos de un pie de rey o vernier.

VALOR	INTERPRETACION
4	Mayor a 4 mm.
3	Entre 3 y 4 mm.
2	Entre 2 y 3 mm.
1	Menor de 2 mm.

4.3. MEDIAS DE TUKEY

Las medias obtenidas en el análisis estadístico para las variables en estudio así como para los factores analizados se muestran en las siguientes Gráficas y Tablas:

TABLA 4.2
MEDIAS DE TUKEY PARA EL FACTOR SUSTRATO

SUSTRATO	MEDIAS DE TUKEY			
	AP	CC	DF	GT
1. Sunshine No 6	3.444a	3.667a	3.167b	3.611a
2. Sunshine Peat Most	2.889b	3.000b	3.333b	3.056bc
3. Fafard 1-V	2.722bc	3.611a	3.000b	3.167abc
4. Germinaza	2.556bc	3.500a	4.000a	3.444ab
5. Sunshine No 6 + Germinaza	2.889b	3.556a	3.111b	3.333abc
6. Germinaza + Fafard 1-V	2.333c	3.444a	2.833b	2.889c
7. Fafard 1-V + Sunshine P.T.	2.944b	3.556a	3.000b	3.000bc
8. Germinaza + Sunshine P.T.	2.722bc	3.667a	3.000b	2.944bc

TABLA 4.3

MEDIAS DE TUKEY PARA EL FACTOR FERTILIZANTE

FERTILIZANTE	MEDIAS DE TUKEY			
	AP	CC	DF	GT
1. 20-20-20	2.625c	3.500bc	3.333a	3.250bc
2. 20- 9-20	2.708c	3.792ab	3.125a	3.500b
3. 9-45-15	2.958bc	3.333c	3.250a	3.000c
4. 20-10-20	3.458a	3.917a	3.250a	4.000a
5. 12-12-17	3.167ab	4.000a	3.125a	3.333a
6. Raizal 400	1.958d	2.458d	3.000a	2.000d

a,b,c Grupos de Tukey. Medias con la misma letra, estadísticamente muestran similitud

CUADRO 4.4

MEDIAS DE TUKEY PARA LAS MEJORES
INTERACCIONES ENTRE FACTORES

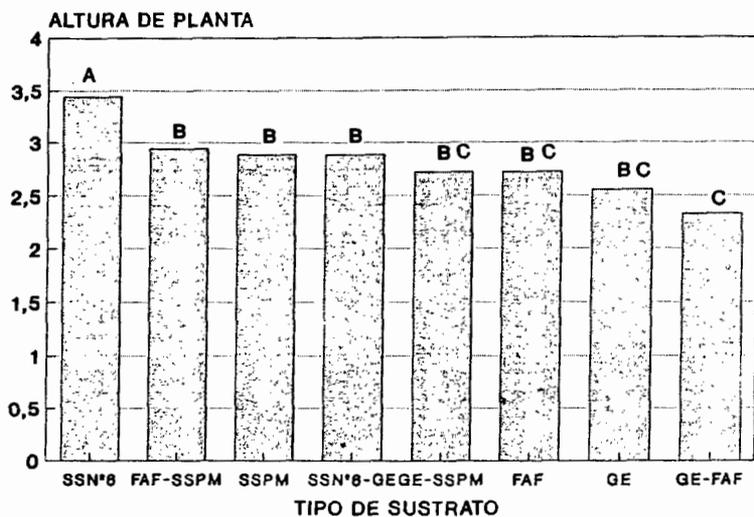
INTERACCIONES			MEDIAS DE TUKEY			
S	X	F	AP	CC	DF	GT
Sunshine No 6	X	20-20-20	4.000	4.000	3.000	4.000
Sunshine P.M.	X	20-10-20	3.000	4.000	4.000	4.000
Fafard 1-V	X	20-10-20	4.000	4.000	3.000	4.000
Germinaza	X	20-10-20	3.333	4.000	4.000	4.000
Germinaza	X	12-12-17	3.000	4.000	4.000	4.000

En este cuadro se contemplan las cinco mejores interacciones entre el Factor Sustrato y el Factor Fertilizante que de acuerdo a la Media influyeron sustancialmente en el comportamiento de las cuatro variables analizadas.

S = sustrato

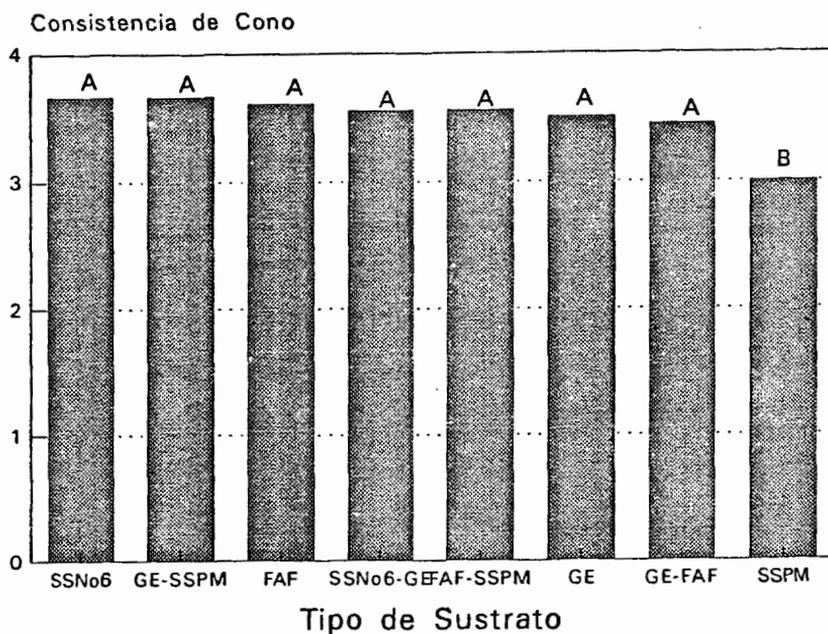
F = fertilizante

4.3.1. ALTURA DE PLANTA Y SUSTRATO



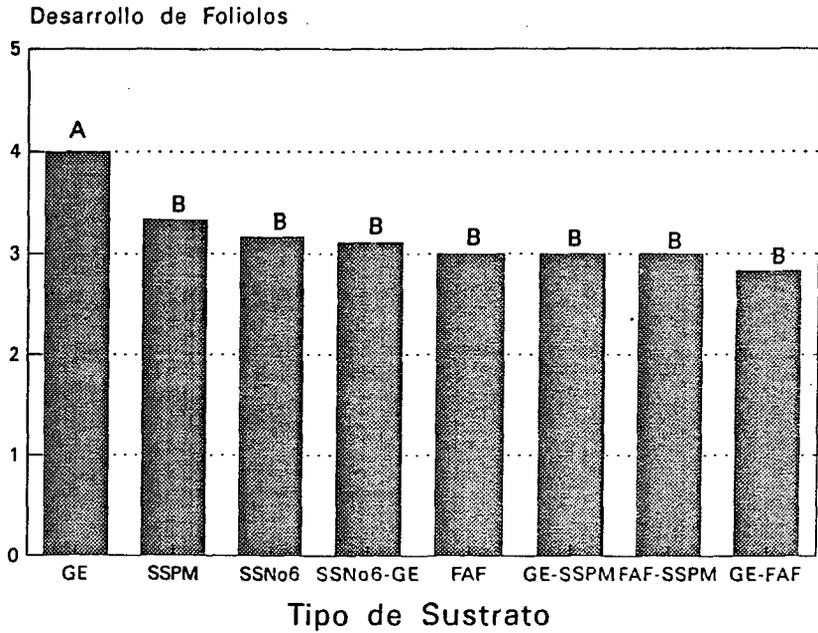
Como se puede observar el sustrato Sunshine No 6, fue el que manifestó mayor influencia en la altura de planta, y de acuerdo a los valores asignados a cada parámetro, corresponde a una altura de planta mayor a 15 cms.

4.3.2. CONSISTENCIA DE CONO POR EFECTO DE SUSTRATO



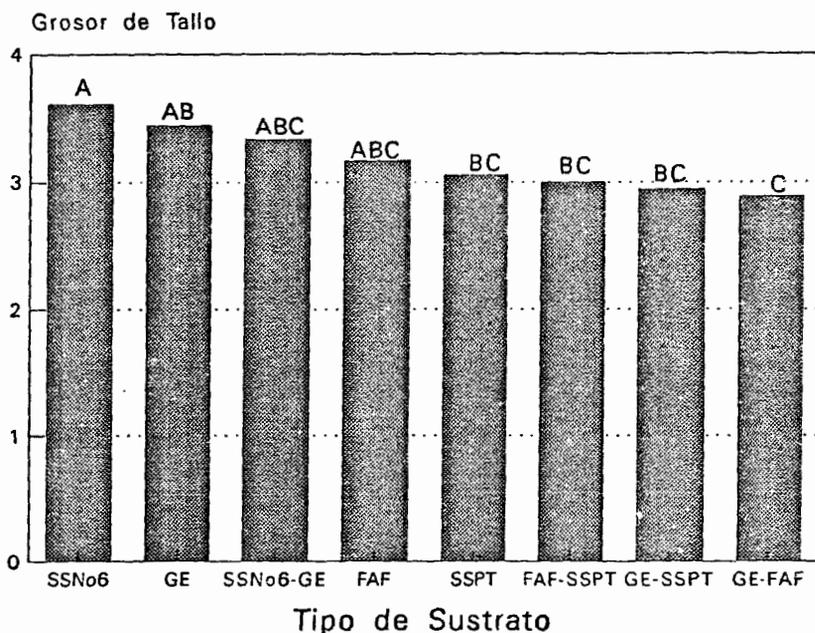
En esta Gráfica se observa que todos los sustratos presentan respuesta para la consistencia de cono, aunque el Sunshine Peat Most estadísticamente no sea el mejor, presenta una leve diferencia con el resto de los sustratos.

4.3.3. DESARROLLO DE FOLIOLOS POR EFECTO DE SUSTRATO



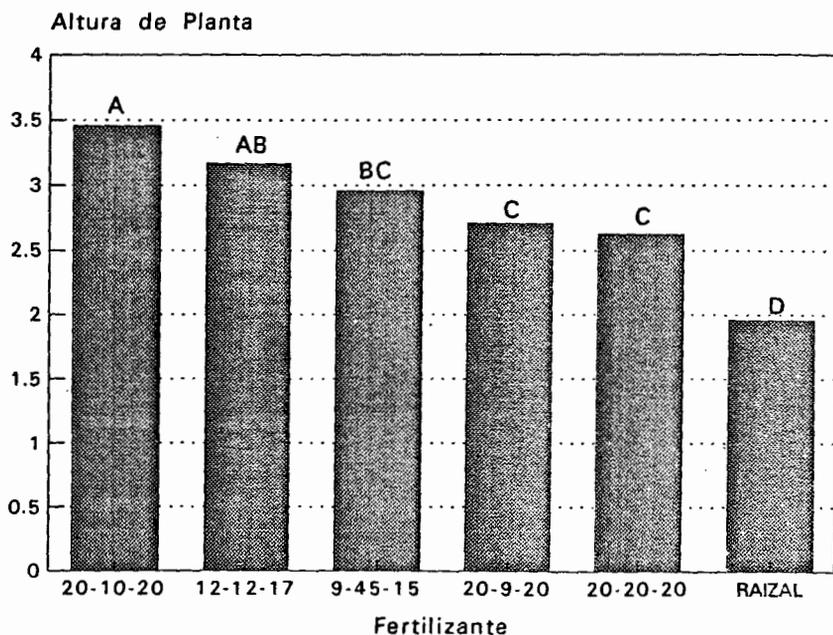
Aquí se observa como la germinaza influyo notoriamente en el desarrollo de foliolos logrando más de 4 foliolos por plántula, mientras que el resto de los sustratos presentan un comportamiento similar entre ellos.

4.3.4. GROSOR DE TALLO POR EFECTO DE SUSTRATO



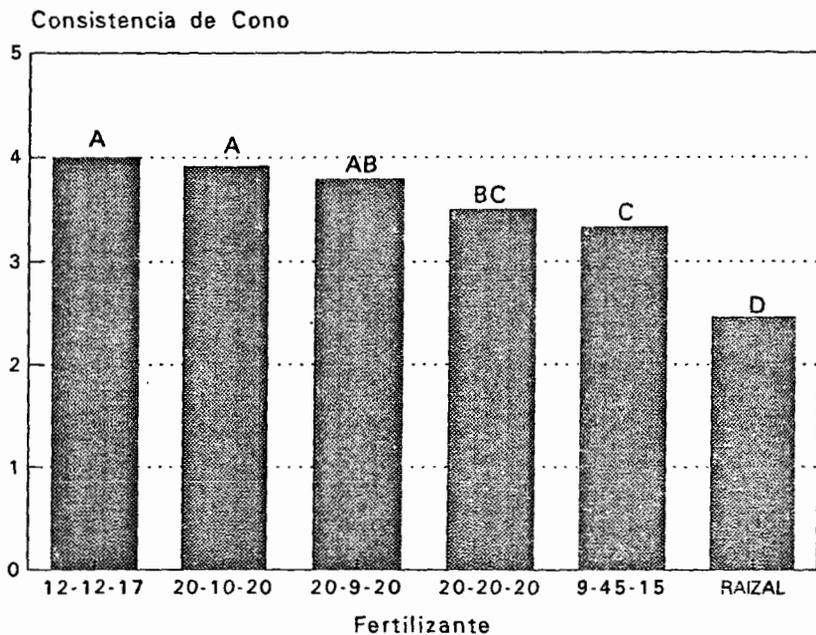
En esta Gráfica podemos observar un primer grupo de sustratos que estadísticamente influyeron de forma similar sobre el grosor de tallo conformado por Germinaza, Sunshine No 6, Germinaza y por Fafard 1-V. Un segundo grupo identificado con la letra "b" y un tercer grupo identificado con la letra "c", engloban a siete de los sustratos en uno o en otro grupo, por lo que resulta fácil identificar la similitud del comportamiento de los 8 sustratos. Sin embargo podemos afirmar que el Sunshine No 6 es el sustrato que más influye en el grosor de tallo.

4.3.5. ALTURA DE PLANTA POR EFECTO DE FERTILIZANTE



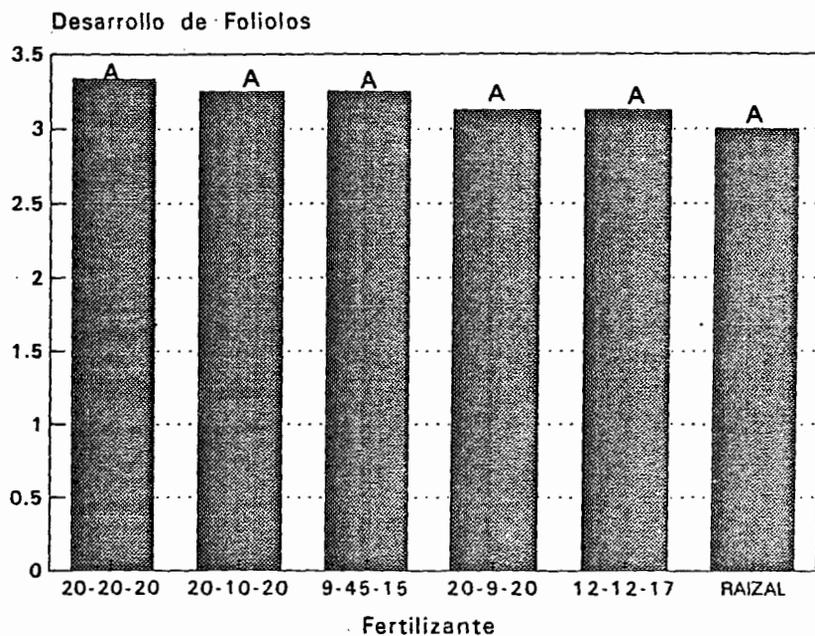
En esta Gráfica observamos que los fertilizantes 20-10-20- y 12-12-17 se comportaron como los mejores para lograr mayor altura de planta, aunque el 9-45-15 de acuerdo a las medias muestra similitud en su comportamiento con el 12-12-17. Cabe hacer notar el rezago mostrado por el Raizal 400. Es conveniente señalar que el fertilizante 20-10-20 es el que tiene mayor influencia en la altura de planta.

4.3.6. CONSISTENCIA DE CONO POR EFECTO DE FERTILIZANTE



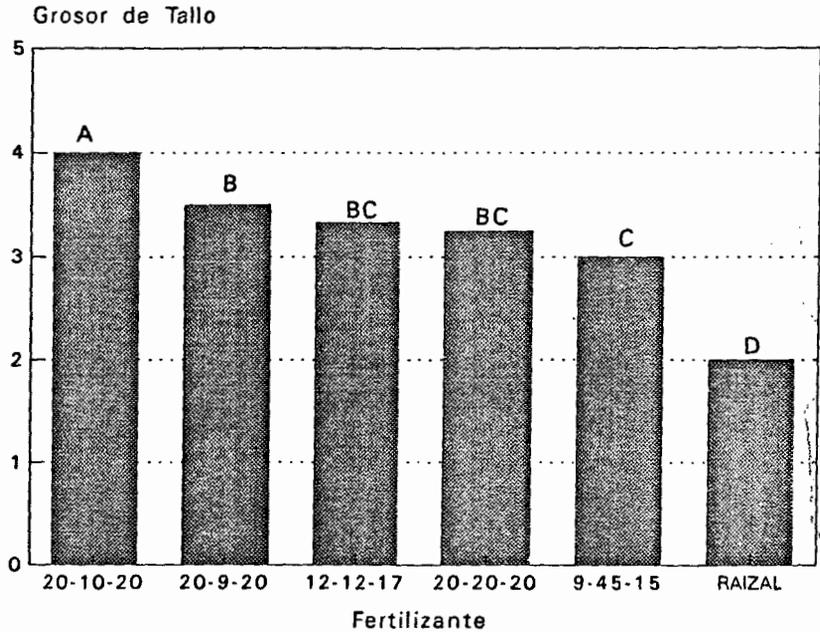
Aquí podemos identificar a tres fertilizantes con un comportamiento similar para lograr una buena consistencia de cono, éstos fertilizantes son el 12-12-17, el 20-10-20 y el 20-9-20. Nuevamente se aprecia un rezago por parte del Raizal 400. Del mismo modo se puede observar que el fertilizante 12-12-17 y el 20-40-20 presentan la mejor respuesta.

4.3.7. DESARROLLO DE FOLIOLOS POR EFECTO DE FERTILIZANTE



Para el desarrollo de foliolos los 6 fertilizantes mostraron un comportamiento bastante similar logrando obtener 4 foliolos por planta de acuerdo a la interpretación de las Medias de Tukey.

4.3.8. GROSOR DE TALLO POR EFECTO DE FERTILIZANTE



Aquí se aprecia claramente como el fertilizante 20-10-20 fue el mejor para lograr un mayor grosor de tallo (más de 4 milímetros). Y de nueva cuenta el Raizal 400 muestra un valor muy por abajo de los demás fertilizantes (entre 2 y 3 milímetros).

5. CONCLUSIONES

En forma general se observó que con el empleo del Sunshine N° 6 se obtuvieron buenos resultados por ser el que mayor influencia tuvo en las variables altura de planta, consistencia de cono y grosor de tallo por lo que se sugiere el uso de este sustrato para estimular cualquiera de dichas variables. En cambio cuando nuestro objetivo primordial es el de desarrollar foliolos, entonces se sugiere el empleo de Germinaza que resultó ser un buen sustrato para estimular esta característica tan importante.

De las formulaciones de fertilizantes el 20-10-20 de Peter's, fue el único que destacó al influir notoriamente en el desarrollo de las 4 variables estudiadas. Aunque para el desarrollo de foliolos los 6 fertilizantes utilizados presentaron resultados similares como se vio en el capítulo anterior.

Por otro lado se observó que el Raizal 400 fue el que menor influencia presentó a la respuesta de las variables analizadas por lo que se sugiere evaluar los resultados que pudiera arrojar siguiendo otro calendario de fertirriegos (por ejemplo iniciar aplicaciones después del 10° día de emergida la plántula). Y de forma general para todos los fertilizantes aplicarlos distintas concentraciones, para observar posibles variaciones en los resultados aquí obtenidos.

Cuando el objetivo principal es obtener plántulas de buena calidad morfológica, se sugiere el empleo de cualquiera de las interacciones mostradas en el Cuadro 4.4, puesto que resultaron ser las que influyeron positivamente en las variables aquí analizadas.

6. BIBLIOGRAFIA

- BERNAT JUANOS, C., 1990. "Invernaderos, Construcción, Manejo, Rentabilidad. AEDOS.
- MAROTO BORREGO, J.V., 1989. "Horticultura Herbácea Especial". Mundi Prensa.
- MAROTO BORREGO, J.V., 1990. "Elementos de Horticultura General". Mundi Prensa.
- MINERO AMADOR, A., 1990. "Producción de Plántulas de Tomate con Sustratos a base de Turba y en contenedores Multicélulares". FAFARD (Boletín Técnico # 069202).
- "PRODUCTORES DE HORTALIZAS" Oct., Nov. y Dic. 1993.
- RESH, H.M., 1992. "Cultivos Hidropónicos" Mundi Prensa.
- RODRIGUEZ DIAZ, E., 1993. "Manejo de Invernaderos". Manual de Curso U de G.
- WATTERSON, J.C., 1988. "Enfermedades del Tomate" Petoseed Co., Inc.