

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TEMUCO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y FORESTALES
ESCUELA DE AGRONOMÍA**



**EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL RIEGO TEMPERADO EN LA
PRODUCCIÓN DE PLANTINES DE TOMATE, EN LA LOCALIDAD
DE ANTILHUE, COMUNA DE LANCO; X REGIÓN.**

Tesis presentada a la Facultad
de Ciencias Agropecuarias y
Forestales como parte de los
requisitos para optar al título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

CARLOS TULIO GATICA SÁEZ

**TEMUCO – CHILE
2004**

DEDICATORIA

*A mi madre, por haber creído en mi,
entregando todo su amor y sacrificio para*

AGRADECIMIENTOS

Mis agradecimientos están dirigidos a todas aquellas personas que de alguna u otra manera hicieron posible llegar a esta instancia de mi carrera.

Agradezco a Dios, por darme la fuerza en los momentos difíciles y poder superar los problemas que se presentaron durante mi carrera

Agradezco a mis padres, especialmente a mi madre, por haber creído siempre en mi, entregando todo su amor y sacrificio para que yo pueda cumplir mi sueño, que aunque en estos momentos ya no está conmigo, yo sé que esta feliz en el cielo, con la dicha de haber cumplido su objetivo. El gran amor que siento por ella me dio la fuerza para terminar mi carrera.

A mi hermana Elba, que siempre me apoyó incondicionalmente en todos esos momentos difíciles.

No puedo dejar de mencionar a las familias Flores Sandoval, Osses Coñuepan y Osses Pino, que me acogieron durante mi estadía en Temuco, entregándome cariño incondicionalmente, haciendo más feliz mi vida de estudiante.

A mis amigos, Susana Coñuepan, Gianni Flores, Claudio Vega, Claudio Osses, Marcelo Nass, Elizabeth Baier, Hector Queupumil y Pamela Astorga, por los cuales doy gracias a Dios porque en ellos encontré la verdadera amistad.

Agradezco a mi profesor patrocinante Sr. Rodrigo Arias por todo el apoyo y paciencia que me brindó en el desarrollo de mi tesis.

Finalmente quiero agradecer al profesor Marcelo Toneatti y Paul Escobar a quienes conocí como personas y me entregaron valores que me servirán en mi vida como profesional.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDOS		PÁGINA
I	INTRODUCCIÓN	1
II	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
2.1	Antecedentes generales del cultivo de tomate	4
2.1.1	Táxonoma y botánica	4
2.1.1.1	Sistema radicular	5
2.1.1.2	Hábitos de crecimiento	5
2.1.2	Requerimientos climáticos del cultivo de tomate	6
2.1.3	Exigencias de suelo	6
2.2	Valor nutritivo del fruto	7
2.3	Cultivo de tomate en Chile	8
2.4	Germinación y características de las semillas de hortalizas	9
2.4.1	Germinación de la semilla	9
2.4.1.1	Patrones de germinación	10
2.4.2	Características de las semillas de hortalizas	12
2.4.2.1	Capacidad germinativa	12
2.4.2.2	Vigor	13
2.4.2.3	Homogeneidad	13
2.4.3	Tecnologías de las semillas	14
2.5	Características y fundamentos de la agricultura orgánica	15
2.5.1	Fertilización orgánica en horticultura	16
2.5.2	Sustratos	17
2.5.3	Compost	19
2.5.4	Beneficios de la utilización de estiércoles	19

2.6	Requerimientos ambientales de hortalizas	22
2.6.1	Condiciones ambientales recomendadas para el período de germinación	22
2.6.1.1	Rol de la temperatura	23
2.6.1.2	Rol de la humedad	24
2.6.1.3	Rol del oxígeno	25
2.6.2	Condiciones ambientales recomendadas para el período de crecimiento	26
2.6.2.1	Temperatura	26
2.6.2.2	Luz	27
2.7	Enfermedades y plagas más comunes en la producción de plantines de tomates	28
2.8	Viveros de hortalizas y cultivo bajo plástico	31
2.8.1	Funciones de la estructura de un vivero	31
2.8.2	Cultivo bajo plástico	32
2.8.3	Características de los cultivos bajo plástico	33
2.9	Producción de plantines	34
2.9.1	Sistema de producción de plantines	34
2.9.2.1	Producción de plantines a raíz cubierta	36
2.9.3	Clasificación de las hortalizas de acuerdo a su aptitud para el trasplante	37
2.9.4	Contenedores	37
2.9.4.1	Relación tamaño del contenedor versus calidad del plantín	38
III	MATERIAL Y MÉTODO	42
3.1	Ubicación del ensayo	42
3.2	Materiales	42
3.2.1	Materiales de laboratorio	42
3.2.2	Materiales de campo	42
3.3	Metodología	43

3.3.1	Preparación del sustrato	43
3.3.2	Riego	44
3.3.2.1	Determinación de la cantidad de agua a aplicar	44
3.3.2.2	Frecuencia de riego	45
3.3.3	Descripción del ensayo y diseño experimental	46
3.3.3.1	Diseño experimental	46
3.3.3.2	Manejo de los tratamientos	47
3.4	Evaluaciones	48
3.4.1	Evaluación del sustrato	48
3.4.2	Evaluación del desarrollo de los plantines	49
3.5	Análisis estadístico	50
IV	RESULTADO Y DISCUSIÓN	52
4.1	Resultados obtenidos del efecto producido por el riego temperado sobre la temperatura del sustrato	52
4.2	Resultados obtenidos sobre los días transcurridos desde siembra a emergencia y transplante en los plantines sometidos a riego temperado	55
4.3	Resultados obtenidos sobre el porcentaje de emergencia de los plantines sometidos a riego temperado	56
4.4	Resultados obtenidos con la aplicación de diferentes temperaturas de riego sobre las características físicas de los plantines al momento del transplante	58
4.4.1	Resultados obtenidos sobre la altura y largo radicular, al momento del transplante de los plantines sometidos a riego temperado	58
V	CONCLUSIONES	64
VI	RESUMEN - SUMMARY	66

VII	LITERATURA CITADA	68
VII	ANEXOS	76

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1	Resumen de los antecedentes generales del tomate	4
2	Requerimientos térmicos generales	6
3	Composición nutritiva del tomate	8
4	Composición química de estiércoles	22
5	Efecto de la humedad del suelo en la germinación de semillas hortícolas	25
6	Enfermedades más comunes en tomates manifestadas en viveros hortícolas	29
7	Principales plagas del tomate en viveros	30
8	Bandejas almacigueras de poliestireno expandido	40
9	Principales problemas en la producción de almácigos de hortalizas realizados en contenedores	41

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1	Evolución de la superficie plantada en el país	9
2	Efecto del riego temperado en la temperatura del sustrato	53
3	Valores medios de los días transcurridos desde siembra a emergencia y transplante en los plantines de tomate sometidos a riego temperado	55
4	Valores medios de los porcentajes de emergencia de plántulas sometidas a diferentes temperaturas de riego	57
5	Valores medios de la altura y largo radicular de los plantines sometidos a riego temperado al momento de ser transplantados	59
6	Valores medios de peso fresco y peso seco radicular de los plantines sometidos a riego temperado al momento de ser transplantados	60
7	Valores medios de peso fresco y peso seco de los plantines sometidos a riego temperado al momento de ser transplantados	61
8	Valores medios del área foliar de los plantines sometidos a riego temperado al momento de ser transplantados	62

I INTRODUCCIÓN

La actividad económica de la décima región es preferentemente silvoagropecuaria, donde productos como leche y carne, tienen gran relevancia en el mercado interno, aportando el 65% y 35% de la producción nacional, respectivamente.

La agricultura familiar campesina regional comprende 36.918 explotaciones, equivalentes al 67% del total de explotaciones de la región, donde la mayor superficie (518.299 hectáreas) es usada para praderas, de un total de 920.445 has., En tanto que para cultivos se destinan 50.777 has., donde destaca la superficie destinada al cultivo de papas (15.106 has). En relación a este cultivo el 72% de las explotaciones de la región que dedican superficie a este rubro pertenecen a la agricultura familiar campesina con una producción de 283.000 toneladas, equivalentes al 57,4% de la producción total regional.

Sin duda uno de los factores limitantes por lo que la agricultura familiar no a diversificado sus cultivos o intensificado es la falta de agua, porque contrariamente a lo que podría pensarse, la Región de Los Lagos presenta problemas de escasez del recurso hídrico tanto en forma superficial como subterránea, lo cual unido a variables de tipo legal conforman un panorama en el cual cobra gran relevancia la conservación y manejo del agua.

Sin embargo en las últimas décadas el estado ha propiciado la incorporación y tecnificación de riego en predios de pequeños agricultores a través de tres instrumentos como son: la construcción subsidiada de pequeñas obras de riego a través del bono de riego campesino y la construcción de obras de riego o

drenaje de tipo asociativo, ambos con financiamientos del INDAP, y la construcción y/o mejoramiento de obras financiadas a través de la ley de riego.

Un hecho importante destacable en la región y específicamente en la comuna de Lanco ha sido la construcción de obras de riego de tipo asociativo, que aprovechando la topografía montañosa y la presencia de afluentes de agua en estos cordones montañosos, se ha logrado implementar un sistema de riego de tipo gravitacional en donde se construyeron acumuladores de agua a gran altura, existiendo una diferencia de cota importante entre la toma de agua y los beneficiarios, que se encuentran en el valle. Esto le permite tener un sistema de riego por aspersión.

Sin duda que la implementación de riego predial ha tenido un impacto positivo en la pequeña economía, siendo posible ver hoy, por ejemplo empastadas que redundan en una mayor producción lechera.

En la localidad de Antilhue, perteneciente a la Comuna de Lanco; existe un grupo de agricultores que se dedican a la producción hortícola que actualmente cuenta con riego, por lo que han visto aumentadas sus producciones considerablemente, pero se han visto enfrentadas a un problema puntual, que es la producción de plantines de hortalizas porque aunque producen plantines a raíz cubierta o en contenedores, estos se tardan más de lo normal desde que se siembran hasta el momento de ser transplantados. Uno de los factores que puede estar influyendo en este retraso es la temperatura del agua de riego, que en el sector llega con un rango de 9,5 a 11 grados Celsius.

Sobre la base de estos antecedentes y considerando que la temperatura del agua de riego influye directamente en la temperatura del sustrato en donde se desarrollan los plantines, se ha planificado este estudio, cuyo objetivo es evaluar

el efecto del riego temperado en producción de plantines de tomate, en la localidad de Antilhue, Comuna de Lanco X Región.

II REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

2.1 Antecedentes generales del cultivo de tomate.

Según MAROTO (1995), el tomate es una planta de origen americano, al parecer de la zona norte 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.

2.1.1 Taxonomía y botánica.

A continuación se muestra en el cuadro 1 donde se presenta el resumen de los antecedentes generales del tomate.

CUADRO 1: Resumen de los antecedentes generales del tomate

Nombre en inglés	: Tomato
Familia	: Solanacea
Nombre científico	: <i>Lycopersicon esculentum</i>
Distribución en Chile	: En todo el país
País de origen	: América tropical
Duración del ciclo vegetativo	: 70 – 130 días
Rendimiento con alta tecnología	120 – 180 ton/ha

FUENTE: CIREN, 1995.

2.1.1.1 Sistema radicular. Según MAROTO (1995), la planta de tomate tiene un sistema radicular amplio, constituido por una raíz principal que puede alcanzar hasta 50-60 cm de profundidad, provista de una gran cantidad de ramificaciones secundarias y reforzado por la presencia de un gran número de raíces adventicias surgida desde la base de los tallos. Aunque el sistema radicular puede profundizar hasta 1,5 m, la mayor parte del mismo se sitúa en los primeros 50 cm.

2.1.1.2 Hábitos de crecimiento. El tallo del tomate es anguloso, recubierto en toda su longitud de pelos perfectamente visibles, muchos de los cuales, al ser de naturaleza glandular, le confieren a la planta un olor característico. En un principio el porte del tallo es erguido, hasta que llega un momento en que por simples razones de peso, rastrea sobre el suelo. El desarrollo del tallo es variable en función de los distintos cultivares, existiendo dos tipos fundamentales de crecimiento (MAROTO, 1995):

- Cultivares con tallos de desarrollo determinado o definido, en los que el crecimiento del tallo principal, una vez que ha producido lateralmente varios “pisos” de inflorescencias normalmente, entre cada una ó dos hojas, detiene su crecimiento como consecuencia de la formación de una inflorescencia terminal.
- Cultivares con tallos de desarrollo indeterminado o indefinido que tienen la particularidad de poseer siempre en su ápice un meristemo de crecimiento que produce un alargamiento continuado del tallo principal, originando inflorescencia solamente en posición lateral, normalmente cada tres hojas

2.1.2 Requerimientos climáticos del cultivo del tomate.

En el Cuadro 2 se presentan los requerimientos térmicos generales para el óptimo desarrollo del cultivo de tomate.

CUADRO 2: Requerimientos térmicos generales

Suma térmica ($T^{\circ} > 10^{\circ}\text{C}$) entre siembra y cosecha	: 650 – 750 días - grados
Requerimientos de vernalización	: No requiere
Requerimiento de fotoperíodo	: Independiente al fotoperíodo
Sensibilidad a heladas	: Sensible
Etapa o parte más sensible a heladas	: Todo el período
Temperatura crítica o mínima tolerada	: 0 °C

FUENTE: CIREN, 1995.

2.1.3 Exigencias de suelo

En lo referente a suelos, cabe decir que no tiene especiales exigencias, aunque vegeta mejor en suelos sueltos, profundos y bien drenados. Se cultiva sin excesivos problemas en terrenos con pH algo elevados y así mismo resiste condiciones de una cierta acidez, (MAROTO, 1995).

Según CIREN (1995), el cultivo de tomate tolera un pH mínimo de 4,5, tomando un rango de pH óptimo de 5,5 - 7 y puede soportar hasta un 8,2 de pH como máximo tolerado.

2.2 Valor nutritivo del fruto.

Según KRARUP (1987), los productos hortícolas son componentes nutricionales claves de una dieta balanceada, porque proporcionan cantidades significativas de minerales y vitaminas esenciales con aporte mínimo de calorías. Argumentando esta información MAROTO (1995), señala que el fruto del tomate tiene un alto contenido en vitaminas, convirtiéndose en una hortaliza fundamental y de gran uso en la alimentación mundial actual, siendo su consumo en la mayor parte de los países europeos, cercano a lo 10 Kg. por persona al año, mientras que en España e Italia esta cifra se incrementa de forma notable.

Según MARTÍN (2002), se ha demostrado que los carotenoides que contienen licopenos inhiben el crecimiento de las células cancerosas prostáticas humanas en cultivos de tejidos (células cultivadas en el laboratorio). La fuente principal de licopenos es el tomate procesado en el jugo de tomate y la pasta de tomate. Sin embargo JOURNAL OF THE NATIONAL CANCER INSTITUTE, (2003), realizó un estudio en ratas dirigido por La Universidad de Ohio, en el que señala que es el tomate entero, y no el licopeno por si solo es el que previene el cáncer de próstata, donde se ha confirmado los beneficios del tomate en la prevención del cáncer de próstata frente a una dieta estándar u otra con licopeno puro, un carotenoide que proporciona el color rojo a la solanácea y cuyo consumo se había asociado a un menor riesgo de este tumor, lo que sugiere que este antioxidante no actúa solo en el papel preventivo

A continuación se muestra el Cuadro 3 donde se presenta la composición nutritiva del tomate

CUADRO 3: Composición nutritiva del tomate (por 100 g de producto comestible)

Agua	94	%	93,5	%
Hidratos de carbono	4	g.	4,7	g.
Grasas	–		0,2	g
Proteínas	1	g	1,1	g
Cenizas	0,3	g	0,5	g
Otros (ácidos, licopeno, etc.)	0,7	g		
Vitamina A	1.700	UI	900	UI
Vitamina B	0,10	mg	0,06	mg
Vitamina B	0,12	mg	0,04	mg
Niacina	0,60	mg	0,70	mg
Vitamina C	21	mg	23	mg
pH	4-4,5	mg		
Calcio	13	mg		
Fósforo	27	mg		
Hierro	0,5	mg		
Sodio	3	mg		
Potasio	244	mg		
Valor energético	22-24	Cal.		

FUENTE: MAROTO, 1995.

2.3 Cultivo de tomate en Chile

Según SAAVEDRA Y RIED (2003), en Chile se siembran anualmente alrededor de 120 mil hectáreas de hortalizas, lo que representa casi el 13,5% de la superficie total de cultivos anuales. El tomate alcanza cerca de 20 mil hectáreas, siendo la principal hortaliza con casi el 17% del total.

En la Figura 1 se grafica la evolución de la superficie plantada en el país expresada en hectáreas.

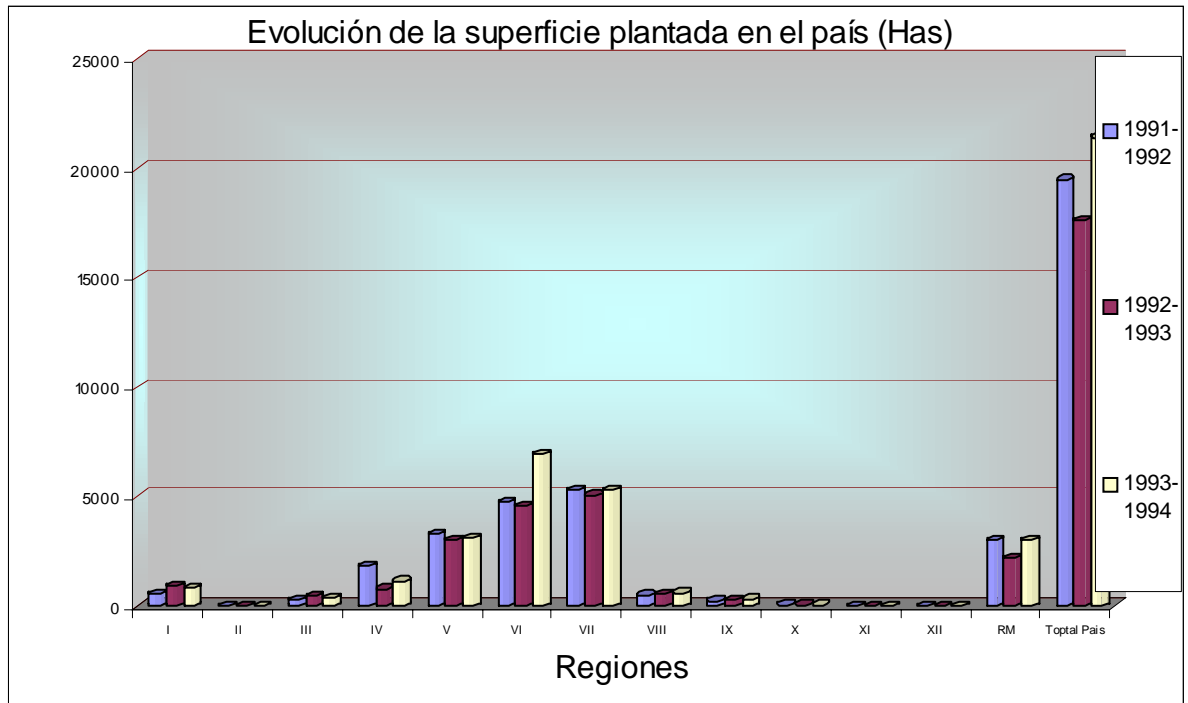


FIGURA 1. Evolución de la superficie plantada en el país (Has)

2.4 Germinación y características de las semillas de hortalizas

2.4.1 Germinación de la semilla

La germinación de la semilla es la reactivación del desarrollo del embrión, que culmina con la ruptura de la pared o testa y la emergencia de la radícula para establecer una nueva planta. Esta definición asume que la semilla estaba en una situación de latencia o dormancia después de su formación. Durante este período la semilla ha estado en una condición de relativa inactividad, expresada en una baja tasa metabólica (ALFARO, 1989).

La germinación de la semilla según HARTMANN (1989) es un proceso que involucra tres fases. imbibición, germinación y crecimiento. Estas tres etapas son dependientes en distinto grado de disponibilidad de agua en el medio, de la presión parcial de oxígeno, temperatura y en algunos casos luz.

Al aumentar la temperatura del sustrato se eleva la tasa respiratoria del embrión aumentando el requerimiento de oxígeno pero el gas se pierde más rápidamente desde el agua del sustrato al disminuir su solubilidad por efecto del aumento de temperatura (DEVLIN, 1982).

2.4.1.1 Patrones de germinación

Según ALFARO (1989), Los pasos más importantes en el proceso de germinación de la semilla son:

a) Imbibición del agua: El agua es absorbida por medio de apertura naturales de la testa y se difunde a través de los tejidos de la semilla. Las células se vuelven túrgidas y la semilla completa aumenta de volumen. La testa se hace más permeable al intercambio de oxígeno y anhídrido carbónico. En la medida que se va produciendo el inchamiento de la semilla, la testa se rompe facilitando el intercambio de gases como la entrada del agua a los puntos de crecimientos, donde ya comienza una absorción activa.

b) Activación enzimática: La absorción de agua activa varios sistemas enzimáticos que colaboran en:

1. Quebrar o desdoblar tejidos de reserva, liberando energía.
2. Ayudar en la transferencia de nutrientes de áreas de almacenamiento (cotiledones o endosperma), a los puntos de crecimientos.
3. “Gatillar” reacciones químicas que desdoblan productos para la síntesis de nuevos materiales.

c) Inicio del desarrollo embrionario: A continuación de la actividad enzimática, nuevos materiales comienzan a ser sintetizados, lo cual se refleja en un aumento del tamaño de los meristemas radicales y foliares (epicotilo, hipocotilo, radícula).

Dependiendo de la especie, el crecimiento inicial puede ocurrir por división celular o por elongación. Este crecimiento se produce a expensas de los tejidos de reserva y gradualmente va decreciendo, a medida que los nutrientes se agotan. En ese momento, la plántula emergida es capaz de sintetizar sus propios nutrientes (autotrófica).

En esta actividad embrionaria, además de ocurrir una serie de reacciones de desdoblamiento de carbohidratos y proteínas, existen evidencias de la aparición de niveles mayores de algunas sustancias promotoras del proceso germinativo: giberelinas, auxinas (AIA), citoquininas y compuestos fenólicos. Paralelamente al aumento de estos compuestos, se produce a una disminución de las concentraciones de inhibidores germinativos durante este activo metabolismo. Así, se tienen referencias de algunas sustancias como etileno, amonios, cianidas, alcaloides (cafeiana), ácido abscísico, etc.

Fundamentalmente, las giberelinas aparecen en el control de la actividad enzimática, que es básica en el desdoblamiento de las sustancias de reserva (amilasas, proteasa, nucleasas).

Cumplido el proceso de absorción de agua, las giberelinas deben ser sintetizadas o liberadas desde el embrión, para difundirse hacia la capa aleurona donde tiene lugar la síntesis de enzimas hidrolíticas. La difusión de éstas hacia el endosperma provoca la formación de azúcares simples, aminoácidos y nucleótidos, los cuales son absorbidos y utilizados por el embrión. La mayor diferencia entre semillas dormantes y no dormantes es la capacidad de sus embriones para producir o liberar sustancias de este tipo.

d) Ruptura de la testa y emergencia de la plántula: Durante el estado de inhibición, el inchamiento de la semilla puede romper la testa. La ruptura normalmente es producto de presiones internas que provienen del crecimiento de la radícula y epicotilo o plúmula. En las dicotiledóneas, la presión también puede ser ejercida por los cotiledones en la acción propia de separarse.

Normalmente la radícula es la primera estructura en emerger, dando la posibilidad a la plántula de establecer rápidamente su raíz en contacto con la humedad del suelo.

El establecimiento de la plántula nueva se produce cuando comienza la absorción de agua por la raíz y hay fotosíntesis, lo cual marca cierta independencia de las sustancias de reserva, haciéndose la planta un organismo autotrófico, lo cual marca el término del proceso de germinación.

2.4.2 Características de las semillas de hortalizas

Según SAN MARTÍN (2002), el éxito de una siembra depende de la “calidad” de la semilla y de las condiciones a las cuales es sometida durante el proceso productivo. El mismo autor agrega que una semilla de calidad debe presentar las siguientes características: longevidad, pureza botánica, pureza genética, capacidad germinativa, vigor, homogeneidad (referida a peso, tamaño de la semilla del lote), calidad fitosanitaria y almacenaje óptimo.

2.4.2.1 Capacidad germinativa. La capacidad germinativa, expresa el porcentaje de semillas que bajo condiciones favorables de germinación son capaces de producir plántulas. Indica el potencial máximo del lote como consecuencia de

realizar la siembra en condiciones óptimas de temperatura y humedad (SAN MARTÍN 2002).

Según MAROTO (1995), en las semillas de tomate la capacidad de germinativa dura cuatro o cinco años.

SAN MARTÍN (2002), señala que según la especie hortícola a propagar no debiera estar bajo 85%. En el caso de los híbridos de tomates se considera adecuado una germinación de un 90% (la ley de semilla establece para el tomate un 75%)

2.4.2.2 Vigor. Pretende dar información acerca de la respuesta y de la homogeneidad que cabe esperar de un lote de semillas cuando se siembra en condiciones que no son completamente favorables para la germinación y emergencia de plántulas. Los problemas de vigor se manifiestan principalmente durante la época invernal, donde las condiciones ambientales son adversas. Esto genera que no todas las semillas germinen y emerjan al mismo tiempo, sino que se produce en un rango muy amplio, generando plántulas en diferentes estados de desarrollo (SAN MARTÍN, 2002).

2.4.2.3 Homogeneidad. medida de uniformidad de todos los componentes del lote que responden a las mismas características, preferentemente morfológicas (peso, forma, tamaño, color, etc.). La falta de homogeneidad de un lote genera problemas de siembra, principalmente si esta es de tipo mecanizada (sembradoras neumáticas), dando como resultado la presencia de celdas dobles, triples y celdas vacías (SAN MARTÍN, 2002).

2.4.3 Tecnologías de semillas

El objetivo de la tecnología de semillas es que a partir de cada semilla se pueda obtener una planta comercial, que reporte la producción esperada. La tecnología de semillas pretende (SAN MARTÍN, 2002):

- Facilitar la expresión del potencial genético bajo condiciones subóptimas.
- Individualización de la semilla, cambio del concepto de kg/ha a unidades de semilla por unidad de superficie.
- Aumentar la eficiencia de producción, tanto manual como mecanizada.
- Generar beneficios al productor.

Según SAN MARTÍN (2002), existen dos tipos de tecnologías aplicadas a la semillas de hortalizas:

- Fuera de la semilla: Filmcoating, Peletizado e incrustación.
- Dentro de la semilla: Priming.

Según SAN MARTÍN (2002), Filmcoating o semilla sellada: consiste en el cubrimiento de la semilla con una capa delgada de un polímero inerte, de modo de incorporar fungicida, insecticida y colorante (azul, naranja, amarillo, verde), alrededor de toda la superficie sin cambiar su forma ni tamaño, con un leve incremento del peso.

Peletizado: Según SAN MARTÍN (2002), y GIACONI (1998), la semilla es recubierta con una sustancia inerte. Con el objeto de aumentar su tamaño o darle forma esférica, de manera que su siembra resulte mucho más fácil y eficiente, en especial si se opera con una sembradora neumática o de precisión.

Priming o acondicionamiento osmótico: Según ALFARO (1989), esta técnica proporciona importantes ventajas tales como: reducir los períodos transcurridos entre la siembra y la germinación y entre germinación y emergencia,

aumentar la uniformidad de las plántulas al establecerse, particularmente a temperaturas subóptimas (temperaturas mayores o menores que las óptimas). Para realizar este acondicionamiento se utilizan soluciones de sales, las que se preparan con productos químicos como cloruro de sodio, sulfato de magnesio y polietilenglicol, entre otros. El rol de estos productos es mantener una presión osmótica determinada en la solución a la que se expone la semilla, de tal manera que esta se inhibe y absorbe agua iniciando el proceso germinativo.

2.5 Característica y fundamentos de la agricultura orgánica

La agricultura orgánica reconoce los fundamentos que propone la Agroecología, la cual entrega las bases ecológicas para realizar una explotación eficiente y sostenida de los recursos naturales (CRISTI, 1985).

Según NAREA y VALDIVIESO (2002), la agricultura orgánica, es un conjunto de prácticas agronómicas, basadas en la agroecología, que tiene por objetivo la producción de alimentos sin utilizar agroquímicos. Estas prácticas se basan en potenciar los mecanismos que usa la naturaleza para autorregularse y lograr su estabilidad

El suelo genera y regenera su propia fertilidad; por ello es necesario alimentar por sobre todo al suelo más que a la planta. Esto significa que de la vitalidad y equilibrio de la biología del suelo dependen en términos fundamentales la eficiencia, una eficaz nutrición, protección al crecimiento y productividad de las plantas y animales del agroecosistema (CRISTI, 1991).

2.5.1 Fertilización orgánica en horticultura

La clave para la mantención de la fertilidad del suelo en un sistema orgánico es la eficiencia del flujo de nutrientes a partir de la parte orgánica a la solicitud del suelo (ALTIERI 1983).

Según NAREA Y VALDIVIESO (2002), la fertilización orgánica se basa en la aplicación de fertilizantes naturales producidos por la descomposición de los desechos vegetales y animales. Además de su origen natural, estos fertilizantes se caracterizan por su baja solubilidad, entregando más lentamente los nutrientes a las plantas, pero su efecto es de mayor duración.

Según DONAHUE *et al* (1988), La materia orgánica es capaz de modificar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Además según GROSS (1986) la materia orgánica mejora la labranza, fertilidad y productividad del suelo.

Según GUERRERO (1993) y MIRANDA (1997) citados por CORONADO (2000) la incorporación de materia orgánica en el suelo, produce varios efectos favorables en las propiedades químicas, físicas y biológicas, tales como:

- Aporta nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas tales como nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, boro, cobre, fierro, magnesio, etc., durante el proceso de su transformación.
- Activa biológicamente al suelo, al incorporar ácidos orgánicos y alcoholes, durante su descomposición que sirven de fuente de carbono a los microorganismos de vida libre y fijadores de nitrógeno, estos últimos producen sustancias de crecimiento, como triptófano y ácido – indol - acético.

- Alimenta a los microorganismos activos de la descomposición, que producen antibióticos que protegen las plantas de enfermedades, contribuyendo así a la sanidad vegetal.
- Incorpora sustancias intermediarias producidas en su descomposición que pueden ser absorbidos por las plantas, aumentando su crecimiento, pero cuando la materia orgánica es humificada trae más beneficios.
- Incorpora sustancias segregantes que favorecen la estructura del suelo, de esta manera se mejora el movimiento del agua y del aire, disminuyendo la compactación, favoreciendo el desarrollo de las raíces de las plantas y la labranza del suelo.
- Aumenta el poder tampón, es decir la resistencia contra la modificación brusca del pH.
- Proporciona sustancias como fenoles, que contribuyen a la respiración de la planta, a una mayor absorción de fósforo y también a la sanidad vegetal.
- La materia orgánica incrementa la capacidad de retención de humedad en el suelo.

2.5.2 Sustratos

Según ABAD (1991), indica que el término sustrato se aplica en horticultura a todo material sólido distinto del suelo, natural o sintético, mineral u orgánico, que colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radical, desempeñando por lo tanto, un papel de soporte para la planta.

Según SAN MARTÍN (2002), desde el punto de vista hortícola, la finalidad de cualquier sustrato de cultivo es producir una “plántula de calidad” en el más corto tiempo, y con los más bajos costos de producción.

Según SENIZ (1994), el éxito en el establecimiento y producción de muchos cultivos, depende en gran medida de una buena formación de raíces, y la mejor manera de obtener un buen crecimiento y desarrollo de un cultivo, es partir estimulando un desarrollo vigoroso del sistema radical, lo cual se logra propagando los plantines en un medio adecuado desde la siembra hasta el trasplante.

Según SAN MARTIN (2002), para obtener buenos resultados durante la germinación de las semillas, el enraizamiento y crecimiento de las plántulas, se requiere de las siguientes características:

Propiedades físicas:

- Elevada capacidad de retención de agua disponible (*)
- Suficiente capacidad de aireación (*)
- Textura fina
- Baja densidad aparente
- Elevada porosidad total
- Fácil de humectar y facultad para mantener constante la humedad
- Estructura estable (que impida la contracción del sustrato).

Propiedades químicas:

- pH ligeramente ácido (*)
- Salinidad reducida (*)
- Moderada a elevada capacidad de intercambio catiónico

¹ (*) Estas propiedades son las más limitantes de la germinación de semillas y del crecimiento de plántulas.

- Mínima velocidad de descomposición (*)

Otras propiedades:

- Libre de semillas de maleza, nematodos, hongos, otros patógenos y de sustancias fototóxicas
- Fácil disponibilidad del producto
- Fácil de preparar y de manejar (llenado de bandejas)
- Resistencia a cambios extremos físicos, químicos y ambientales.

2.5.3 Compost

GUERRERO (1993), señala que el compost es una enmienda orgánica que resulta de la transformación de la mezcla de residuos vegetales y animales que se descomponen aeróbicamente producto de la interacción de organismos del suelo, convirtiéndose en humus, también conocido como “mantillo” o “tierra vegetal”. Por lo tanto según FAO (1991), la materia orgánica sufre una descomposición en que la relación carbono - nitrógeno es un factor determinante ya que para lograr que los microorganismos la energía encerrada en forma de carbono en los tejidos a descomponer, requieren de un nivel de nitrógeno que les permita fabricar su propias proteínas y formar su citoplasma.

Según BUCHANAN (1983), la aplicación de compost o humus produce cambios físicos, químicos y microbiológicos en el suelo e incrementa el nivel de materia orgánica.

2.5.4 Beneficios de la utilización de estiércoles

Según GIACONI (1998), la utilización del estiércol es de uso universal y muy antiguo. Es conveniente en toda explotación hortícola bien organizada. El

horticultor, posesionado de su importancia, procura mantener siempre una reserva de estiércol; para lograrlo, recurre a diversas fuentes de abastecimiento.

Según SIMPSON (1986), los estiércoles son de naturaleza orgánica. Cuando se incorporan al suelo, su materia orgánica es descompuesta y transformada por los microorganismos. Gran parte de su carbono es convertido en dióxido de carbono y de aquí que no contribuya a aumentar de forma duradera el contenido de materia orgánica del suelo. Otras fracciones de la materia orgánica son convertidas en humus, materia orgánica muy compleja y de color coloidal que queda en el suelo.

El humus es un componente muy valioso del suelo que aumenta la capacidad de retención del agua disponible y, gracias a que su capacidad de intercambio muy elevada, reduce el lavado de nutrientes. (SIMPSON, 1986).

Según GIACONI (1998), el estiércol descompuesto o maduro ofrece algunas ventajas sobre el fresco:

- Si no está exento, contiene en todo caso menos cantidad de semillas viables de malezas, pues la fermentación en el estiercolero, con desarrollo de calor, acelera la salida de los gérmenes y los quema en su totalidad, a excepción de semillas demasiado duras cuya destrucción suele ser solo parcial.
- La fermentación provoca la descomposición de la paja contenida en el estiércol. Es conveniente que ello ocurra en la estiercolera, porque si se deja que se descomponga en el suelo, el proceso se verifica a expensa del Nitrógeno contenido en este y actúa, durante un lapso, como esterilizante del suelo.

- El estiércol descompuesto es susceptible de aplicarse con menos anticipación que el fresco y ello no deja de tener importancia en la horticultura, en que la sucesión de cultivos nos permite, normalmente, dejar el suelo desocupado durante lapsos largos.

- En el estiercolero se verifica un doble proceso de concentración:
 - a) el volumen se reduce desde un 20 a un 40% en la descomposición corriente y hasta un 50% en pudriciones más acabadas,
 - b) el estiércol maduro queda con una concentración de sus elementos nutritivos equivalentes a más del doble que la del fresco.

- El estiércol acumulado en el estiercolero constituye una reserva de valioso material que puede ser aplicado en el momento oportuno, en cantidades apreciables, concentrándolo en un paño más o menos extenso de terreno, sin depender, así, de abastecimientos que a veces son eventuales.

Según OLBRICH (1995), el guano de oveja es un gran acumulador de humus y ha sido reconocido así en varios congresos sobre la materia. En Europa el guano de oveja es considerado un guardián de la fertilidad de los suelos. Este abono orgánico es producido por un animal que aprovecha los talajes pobres, por lo que resulta aun más interesante para la agricultura.

A continuación en el Cuadro 4 se muestra, la variación de la composición química de los principales estiércoles

CUADRO 4: Composición química de estiércoles.

Abonos	Humedad (%)	Nitrógeno (%)	Fósforo (%)	Potasio (%)
Vaca	83,2	1,67	1,08	0,56
Caballo	74,0	2,31	1,15	1,30
Oveja	64,0	3,81	1,63	1,25
Llama	62,0	3,93	1,32	1,34
Vicuña	65,0	3,62	2,00	1,31
Alpaca	63,0	3,60	1,12	1,29
Cerdo	80,0	3,73	4,52	2,89
Gallina	53,0	6,11	5,21	3,20

FUENTE: GUERRERO, 1993

2.6 Requerimientos ambientales de hortalizas

2.6.1 Condiciones ambientales recomendadas para el período de germinación

Según ALFARO (1989), para que se produzca la germinación es necesario considerar dos factores. La madurez de la semilla y los factores ambientales:

Madurez de la semilla: Algunas especies son capaces de germinar bastante tiempo antes de haber completado su desarrollo; otras, sin embargo, sólo lo pueden hacer después de un período largo de haber madurado (dormancia).

Factores ambientales: Agua, temperatura y oxígeno son básicamente los tres factores fundamentales que deben encontrarse, en la oportunidad y cantidades precisas, promover el inicio del proceso germinativo. Algunas especies requieren, además, de ciertas condiciones de luz para este proceso.

2.6.1.1 Rol de la temperatura Según ALFARO (1989), de los tres factores ambientales; temperatura, humedad y oxígeno, que influyen en la germinación de semillas hortícolas, la temperatura ha sido objeto de la mayor atención:

- **Temperaturas mínimas de germinación.** pueden ser empleadas como indicativos de cuando sembrar temprano en primavera. Cuando la temperatura del suelo ha subido a la mínima requerida para la germinación. La siembra de una especie determinada antes de ser sembrada con la esperanza de que la temperatura del suelo continúe subiendo y acelere la germinación. La siembra de una especie determinada antes de que el suelo haya llegado a la temperatura mínima para su germinación, no produce una cosecha más temprana y puede dar por resultado un establecimiento muy reducido.
- **Temperaturas máximas.** los límites más elevados de temperatura del suelo para que sobrevivan las semillas hortícolas varían entre 30° y 40° C. Muchas semillas a 45° C mueren en 24 horas. Estos límites se refieren a semillas en suelo húmedo bajo buenas condiciones de germinación, excepto de temperatura. Durante tiempo caluroso, la temperatura del suelo cerca de la superficie a menudo supera estos niveles críticos durante el día

y en algunos casos podría ser la causa de pobres establecimientos. Las temperaturas excesivamente altas del suelo son aun más riesgosas durante el período de emergencia de las plántulas (ALFARO 1989).

2.6.1.2 Rol de la humedad Según DURÁN y PÉREZ (1984), el sustrato debe estar lo más cerca de capacidad de campo, es decir, con suficiente humedad pero evitando excesos que son perjudiciales para la germinación.

HARRINGTON y MINGES (1975), demostraron el efecto de la humedad del suelo sobre la germinación de la semilla. Se hicieron pruebas de germinación en el mismo suelo con diferentes contenidos de humedad, desde seco a húmedo. Los datos indican que las plantas hortícolas pueden ser divididas en cuatro grupos:

- 1) Las que germinan en suelos con humedad desde porcentaje de marchitez permanente, o poco más, a contenido de humedad superior a la capacidad de campo;
- 2) Las que germinan en suelos desde contenido intermedio de humedad hasta superior a capacidad de campo;
- 3) Las que solamente germinan en suelos con humedad próxima a la capacidad de campo; y
- 4) Las que germinan bien en contenidos de humedad más bajos, pero muestran una germinación reducida cerca de la “capacidad de campo”.

El Cuadro 5 muestra el efecto de la humedad del suelo en la germinación de semillas hortícolas.

CUADRO 5. Efecto de la humedad del suelo en la germinación de semillas hortícolas.

Grupo 1	Germinan bien en todo rango de humedad suelo (desde porcentaje de marchitez permanente hasta capacidad de campo).				
	Repollo	Maíz	Melón	Pimiento	
	Nabo	Zapallo	Pepino	Cebolla	
	Rábano	Sandía	Tomate	Zanahoria	
Grupo 2	Germinan mejor en condiciones de humedad media a alta.				
	Fréjoles	Arveja	Endivia	Betarraga	Lechuga
Grupo 3	Germinan solamente cuando la humedad del suelo esta cerca o sobre la capacidad de campo				
	Apio				
Grupo 4	Germinan mejor en condiciones de humedad baja a media (hasta los dos tercios de la capacidad de campo).				
	Espinaca				

FUENTE: HARRINGTON y MINGES (1975),

El ritmo de germinación fue más rápido y en las semillas con un suelo con mayor contenido de humedad, aunque fue sólo ligeramente más rápido en suelos en condición de capacidad de campo que en condiciones de humedad intermedia.

2.6.1.3 Rol del oxígeno El oxígeno está, por lo general, limitado sólo cuando el espacio de los poros del suelo al rededor de la semilla está saturado de agua. Si la inundación persiste durante un tiempo considerable, se estará provocando un

daño, o incluso la muerte de la semilla. Algunas semillas son más sensibles que otras a la escasez de oxígeno, particularmente las curcubitáceas, como melón, sandía y pepino. Por otro lado, la semilla de apio puede germinar sumergida en agua y, al parecer, el oxígeno disuelto en el agua es suficiente para su germinación (ALFARO, 1989).

2.6.2 Condiciones ambientales recomendadas para el período de crecimiento

La humedad: relativa del aire tiene gran interés, sobre todo durante la dehiscencia polínica y la consiguiente polinización, siendo quizás la más adecuada entre un 55 y 60 por 100 (MAROTO, 1995).

2.6.2.1 Temperatura El período que transcurre entre la emergencia y la condición óptima para transplante depende principalmente de la temperatura del ambiente que rodea a la planta; por tanto los procesos de respiración y fotosíntesis que determinan el crecimiento y desarrollo de la planta, son altamente dependientes de la temperatura (DEVLIN, 1982).

El tomate es un cultivo que se ve bastante afectado por el frío y temperaturas inferiores a 0°C destruyen totalmente la planta. En caso de heladas ligeras hemos podido observar que, aunque la masa aérea queda dañada, la planta rebrota tras una poda y un aporcado y puede incluso alcanzar una producción normal en cuantía aunque, como es lógico, retrasada, como cifras medias, el tomate, para cubrir su ciclo, requiere unos valores de la integral térmica comprendidos entre 3.000 y 4.000°C (MAROTO, 1995).

El proceso de fotosíntesis se encuentra limitado dentro de unos extremos de temperatura que corresponden aproximadamente a los tolerados por los compuestos proteicos, los cuales suelen ser activados a temperaturas superiores

a 0 °C e inferiores a 60°C, las temperatura iguales o superiores a 60°C, dependiendo de su magnitud, pueden causar la muerte inmediata de la planta. Aunque la muerte térmica ocurre normalmente en la mayor parte de las hojas a 55 o 60°C, la inhibición térmica de la fotosíntesis tiene lugar a temperaturas apreciablemente más bajas (DEVLIN, 1982).

Según VESCHAMBRE y ZUANG (1979), citados por MAROTO (1995), las temperaturas óptimas para que se produzca la fecundación y cuajado del tomate, pueden cifrarse en 23-25°C durante el día, siendo la humedad relativa del orden del 70 por 100. Hay que resaltar, por otra parte, la gran importancia que tiene en estos procesos el valor de la temperatura nocturna. Temperaturas nocturnas excesivamente bajas (Temp. \geq 30°C) pueden ser las responsables de la aparición de malformaciones en las anteras.

Las reacciones bioquímicas de la respiración, ocurren dentro de un estrecho rango de temperaturas, a temperaturas cercanas a 0°C la intensidad de la respiración es muy baja; a medida que aumenta la temperatura la intensidad crece, pero al sobrepasar los 30 °C comienza a disminuir nuevamente (DEVIIN, 1982).

SAITO *et al.* (1971), citado MAROTO (1995), constataron la formación de flores fasciadas y frutos deformes, como consecuencia de la concurrencia de temperaturas bajas, junto con la abundancia en la disponibilidad de elementos nutritivos por parte de la planta.

2.6.2.2 Luz Es bien conocida la función fundamental que cumple la luz en el crecimiento de las plantas. Así la intensidad lumínica se relaciona positivamente con la intensidad fotosintética cuando se presenta a baja intensidad de luz. No obstante, a alta intensidad lumínica, y a concentraciones normales de CO₂ Y O₂,

se alcanza rápidamente el punto de saturación, manteniéndose estacionaria la fotosíntesis (DEVLIN, 1982).

Según WENT (1957), citado por MAROTO (1995), constató que aunque el tomate es una planta indiferente al fotoperíodo en lo que concierne a su floración, la longitud del día tiene bastante importancia en su crecimiento vegetativo.

Trabajos realizados por AUNG (1976), KINET (1977), PAPADOPOULOS y TIESSEN (1983); citados por MAROTO (1995), han demostrado que el desarrollo vegetativo es estimulado tanto por el incremento de la integral luminosa como por el de la integral térmica, habiéndose señalado que el tomate es una planta sensible al fotoperíodo.

Cuando la intensidad lumínica sobrepasa la intensidad de saturación, las células fotosintetizadoras se hacen vulnerables a la fotoinhibición, la cual está relacionada con la inhibición momentánea o permanente del aparato fotosintético, como producto de la destrucción de proteínas, a nivel de la cadena de transporte de electrones. El nivel del daño, dependerá de las condiciones ambientales y de la especie involucrada (BAKER y BOWYER, 1994).

2.7 Enfermedades y plagas más comunes en la producción de plantines de tomates

Según SAN MARTÍN (2002), durante la germinación, la emergencia y el desarrollo inicial, las plántulas son especialmente susceptibles a la infección por los patógenos. Además, la alta densidad de plántulas y condiciones ambientales en el vivero (temperatura, humedad y luminosidad), en muchos casos son subóptimas (época invernal).

Según GIACONI (1998), la caída de almácigo es causada por un complejo fungoso formado por *Phytium spp.*, *Phytophthora spp.* y *Rhizoctonia solani* principalmente.

En el Cuadro 6 se presentan las enfermedades más comunes en tomates manifestadas en viveros hortícolas.

CUADRO 6: Enfermedades más comunes en tomates manifestadas en viveros hortícolas.

enfermedad	Agente causal	Importancia relativa
Caída de plántulas	<i>Fusarium spp.</i> , <i>Phytophthora</i> , <i>Rizoctonia solani</i> ; <i>Pytium spp.</i>	Eventual
Moho gris	<i>Botrytis cinerea</i>	primaria
Tizón temprano	<i>Alternaria solani</i>	secundaria
Pudrición de raíces por Phytophthora	<i>Phytophthora parasitica</i>	eventual
Peca Bacteriana	<i>Pseudomonas syringae</i>	localizada
Cancro bacteriano	<i>Clavibacter michiganensis</i>	Eventual
Mancha Bacteriana	<i>Xantomona campestris</i>	Localizado
Cancro del tallo	<i>Alternaria altemata</i>	Primaria
Tizón tardío del tomate	<i>Phytophthora infestans</i>	eventual

FUENTE: SAN MARTÍN, 2002.

A continuación en el Cuadro 7 se muestran las principales plagas del tomate presentes en el país; el daño mas característico que provoca en el cultivo y el control empleado.

CUADRO 7: Principales plagas del tomate en vivero.

Plaga	Daño	Control
minadores	Minúsculas puntuaciones amarillentas (picaduras nutricionales) y numerosas galerías sinuosas en los folíolos y cotiledones, estos se desecan posteriormente.	- Vertimec: 50 cc/100 L
Trips	Importante como vectores de virus.	- i.a. Metamidofos - Vertimec: 80 cc/100 L - Succes: 15-20 cc/100 L - Sunfire: 30 cc/100 L - Lannate: 70-80 g/100 L
Pulgones	Detención del crecimiento, deformación, abarquillamiento de folíolos. Importante vectores de virus.	- Confidor: 20 cc/100 L
Polilla del tomate	Daños de hojas, brotes y frutos. La tendencia a perforar el fruto y a introducirse en él daña de mayores repercusiones.	- Vertimec: 50-80 cc/100 L - Succes: 15-20 cc/100 L - Cascade: 50-100 cc/100 L - Sunfire: 30 cc/100 L - Lannate: 70-80 g/100 L - Trampas de polilla de luz y feromona

FUENTE: SAN MARTÍN, 2002.

2.8 Viveros de hortalizas y cultivo bajo plástico

2.8.1 Funciones de la estructura de un vivero

Un vivero de hortalizas es un lugar destinado a la producción concentrada de plántulas de calidad al trasplante en terreno definitivo, donde es posible proporcionarles fácilmente la humedad y temperatura necesarias, junto a la protección frente al viento, enfermedades y plagas (SAN MARTÍN, 2002).

Según SAN MARTÍN (2002), la estructura de un vivero debe proporcionar las siguientes funciones:

- a. Mejora en las condiciones ambientales y del sustrato, para favorecer la germinación de manera que el sustrato seleccionado y su grado de humedad se mantenga constante.
- b. Protección de agentes climatológicos adversos tales como: viento, lluvia, exceso de radiación, considerando la forma y materiales constructivos.
- c. Protección fitosanitaria, en un momento que las plantas son especialmente sensibles por no haber desarrollado aún mecanismos de defensa. En relación a la estructura las medidas adoptadas son sobre todo de tipo preventivo.
- d. Soporte de mecanismos de control, aprovechar los factores favorables básicamente la energía solar y suplir los deficitarios e incluso a veces los ausentes. Así, numerosos viveros optan por instalación de calefacción, enfriadores evaporativos, pantallas radiactivas, ventilación forzada, iluminación supletoria, o la automatización de procesos como fertirrigación.

2.8.2 Cultivo bajo plástico

La producción forzada de hortalizas, se ha constituido en una actividad productiva de relevancia económica y tecnológica en diversas áreas geográficas (PAILLÁN, 1998)

Según RAÑILEO (1995), el interés por producir hortalizas bajo plástico radica en el potencial de producción y en el mayor precio del producto cosechado. Además el producto se obtiene en épocas del año en que la demanda no se satisface por estar fuera de las habituales zonas de producción y por producirse en lugares con limitaciones climáticas, o por evitar tener que traerlas de zonas productoras, ya que el traslado deteriora la calidad del producto.

Un invernadero es una construcción que consta de una estructura de soporte y una cubierta. La cubierta tiene la propiedad, en distinto grado de acuerdo al tipo de material, de dejar pasar a través de ella sólo una parte de la radiación incidente. Esto, además, varía de acuerdo a la longitud de onda de la radiación (ALJARO, 1997).

En nuestro país el material más utilizado para cubrir los diferentes tipos de invernaderos es de polietileno, éste detiene muy poco el paso de la radiación hacia el exterior pero forma una película de agua con la cual disminuye la pérdida de energía. Además produce una serie de condiciones que crean un microclima típico como aumento de la temperatura del aire y suelo favoreciendo (SOTO, 1989).

Según ALJARO (1997), de la luz solar recibida por un invernadero, parte de ella es reflejada por el material de la cubierta, sin embargo, la mayoría penetra al interior, alcanzando al suelo y a las plantas. Esto produce que suba la temperatura y emita constantemente radiaciones caloríficas, las que son atrapadas parcialmente en el interior. Es lo que se conoce como “efecto

invernadero”. El cual permite almacenar la energía térmica recibida durante el día, manteniendo encerrado un volumen de aire que demora en enfriarse durante el período nocturno, de pérdida de energía.

2.8.3 Características de los cultivos bajo plástico

El desarrollo de los cultivos en invernaderos, radica en la modificación de la productividad de diversas especies, pues se saca partido no solo de la superficie del terreno si no también del volumen encerrado sobre el suelo. Esto significa aprovechar gran parte del ambiente por medio de diversos sistemas de conducción y sustentación de las plantas. Así se incrementa el rendimiento de los cultivos (ALJARO, 1997)

De acuerdo a PAILLÁN (1998), los cultivos bajo invernadero se pueden caracterizar de la siguiente forma:

- Son cultivos destinados a obtener producciones fuera de temporada, que en las condiciones climáticas del lugar sería imposible de lograr adecuadamente.
- Aumentar los rendimientos por unidad de superficie.
- Mejorar la calidad comercial de las hortalizas cosechadas.
- Aumentar la productividad por unidad de superficie.
- Empleo intensivo de mano de obra.
- Requerimiento de alta inversión en infraestructura y tecnología
- Fomenta la especialización técnico productivo de productor y de la mano de obra.
- Contribuir al abastecimiento permanente de hortalizas en el mercado.

MATALLANA y MONTERO (1989) señalan que la eficiencia y funcionalidad son dos características principales que deben tener los invernaderos. Por eficiencia se entiende la idoneidad para condicionar algunos de

los principales elementos del clima, no de una manera estática o incontrolable, sino entre límites bien determinados de acuerdo con las exigencias del cultivo. La funcionalidad es el conjunto de requisitos que permite la mejor utilización del invernadero, tanto desde el punto de vista técnico como económico. En cuanto al grado de utilización del invernadero se puede definir por el cociente entre la superficie útil ocupada por el cultivo y la superficie total cubierta por el invernadero.

2.9 Producción de plantines

2.9.1 Características que debe reunir los plantines de buena calidad

Según CLIFFE (1993), las plantas producidas deben tener las siguientes características:

- 1) Resistir el estrés físico de la manipulación y trasplante.
- 2) Sobrevivir al estrés de traslado desde el medio de crecimiento a las condiciones ambientales del campo.
- 3) Tener un buen establecimiento y recobrar un activo crecimiento después del transplante.
- 4) Producir rendimientos aceptables.

2.9.2 Sistema de producción de plantines

El proceso productivo de hortalizas involucra, en algunas especies, el establecimiento por siembra directa y en otras, la realización de un almácigo y posterior trasplante al lugar definitivo (VOLOSKY, 1974; GIACONI y ESCAFF, 1993).

La producción de plantas mediante almácigo y trasplante, es un sistema que requiere de una serie de detalles productivos, Hoy en día y en especial en la producción de hortalizas bajo invernadero, frecuentemente se utiliza este sistema, mostrando entre otras las siguientes ventajas: adelanta la etapa de producción, se establecen plantas uniformes y se ahorra semilla (ESCAFF, 1993b)

En la producción de plantines es posible distinguir dos métodos: uno tradicional que según Salas (1993), es la obtención de plantines en almacigueras realizadas en el suelo, que se trasladan a raíz desnuda una vez que alcanzan el tamaño adecuado para su plantación en el lugar definitivo. El otro método de uso más reciente, consiste en llevar a cabo el almácigo en diversos tipos de contenedores, donde se realiza la siembra sobre un sustrato adecuado, obteniendo así, plantines que se sacan del contenedor con el cubo de sustrato incluido, lo que es denominando a raíz cubierta (ESCAFF, 1993a).

La labor de trasplante, en el sistema tradicional, consiste en sacar los plantines del almácigo, y llevarlos al lugar definitivo. La gran desventaja que presenta esta técnica, es la pérdida de raíces producto del movimiento del plantín de un lugar a otro, provocando un retraso en el crecimiento de la planta en el campo (TAPIA y DOUSSOLIN, 1983; BALL, 1989), además de una baja población de plantas del cultivo (ODELL *et al*, 1992).

Al usar un sistema más tecnificado, como lo es el uso de contenedores, los plantines alcanzan mayor altura y se sacan con su sistema radical completo que conforma un pan compacto, el cual resiste perfectamente el trasplante (ESCAFF, 1993a), y una vez que éste se coloca en su sitio definitivo, se produce una rápida expansión radical, con el correspondiente desarrollo vegetativo y una pérdida insignificante de plantas (GIACONI y ESCAFF, 1993; HARTZ, 1994).

2.9.2.1 Producción de plántines a raíz cubierta. Según ESCAFF (1993a), las ventajas de producir plántines a raíz cubierta son:

- a) Al usar contenedores y realizar el trasplante con el sustrato adherido a las raíces no se produce daño en éstas, hay menor ataque de hongos y como resultado no se produce una detención del crecimiento de la planta
- b) Al establecer el cultivo en las condiciones anteriores, se produce un desarrollo más temprano del cultivo y por lo tanto, la cosecha se inicia antes que los cultivos establecidos por siembra directa o por trasplante a raíz desnuda (BALL, 1989). Esta situación se demostró en plantas de pimiento que tuvieron producciones más tempranas que plantas establecidas a raíz desnuda (WESTON, 1988).
- c) Es posible obtener cultivos más uniformes, como producto del establecimiento de plantas que presentan un estado de desarrollo similar (ESCAFF, 1993a).
- d) Es posible obtener las plantas aptas para el trasplante en menor tiempo, con respecto a un almácigo realizado en el suelo (BALL, 1989).
- e) El uso de contenedores como las bandejas, independiente del material de fabricación, permiten mecanizar la labor de trasplante (BALL, 1989).

Sin embargo, la realización de almácigos en contenedores sólo se justifica si los rendimientos aumentan, se obtienen mayores precios en el mercado o se disminuyen los costos de producción. Si estas condiciones no se cumplen, entonces es la siembra directa el primer método seleccionado para iniciar el cultivo (THOMAS, 1993).

Las especies que requieren de bajas poblaciones por hectárea o tienen altos retornos por planta como tomate para consumo fresco, sandía y pimiento se producen en bandejas con alvéolos de mayor volumen que aquellas con bajo retorno por planta, como apio, repollo, brócoli y cebolla (THOMAS, 1993).

2.9.3 Clasificación de las hortalizas de acuerdo a su aptitud para el trasplante.

El cultivo a través del sistema de almácigo y trasplante está supeditado, entre otras variables, a la tolerancia que presenta cada especie para sobrevivir después de realizado el trasplante. Según (STEPHENS, 1975); (SPLITTSTOSSER, 1979) y (LORENZ y MAYNARD, 1988), es posible clasificar las hortalizas en tres categorías, de acuerdo a su aptitud para el trasplante:

- 1) Aquellas que sobreviven fácilmente al trasplante, como brócoli, repollito de bruselas, repollo, coliflor, tomate y lechuga.
- 2) Aquellas que sobreviven bien pero que requieren cuidado, como apio y berenjena.
- 3) Aquellas que requieren de mucho cuidado para sobrevivir al trasplante, para las cuales se recomienda el uso de contenedores, como pepino, melón, sandía y zapallo italiano.

2.9.4 Contenedores

El uso de contenedores para la producción de plantines de hortalizas ha crecido significativamente en los últimos años. Este incremento se debe principalmente a factores económicos, reducción de problemas fitosanitarios, producciones más tempranas y el mejor uso del espacio (MARSH y PAUL, 1988).

Uno de los tipos de contenedores de mayor uso, es el sistema de bandejas de poliestireno expandido, también conocido por el nombre de una de las marcas más difundidas "Speedling (Sun City, Fla.)", las cuales presentan distinto número de celdillas en su interior, manteniendo la misma dimensión exterior. Los plantines provenientes de estos contenedores con un manejo adecuado son normalmente de alta calidad (WESTON y ZANDASTRA, 1986).

Según GIACONI y ESCAFF (1993), los contenedores más empleados son: bandejas de poliestireno expandido, bolsa y vasos de polietileno, cubos de turba seca prensada y celdillas de papel. ESCAFF (1993a), agrega además, macetas de papel, de plástico y pastillas de turba deshidratada. Por su parte DUFAULT y WATERS (1984), indican otro tipo de contenedores como los conos de plástico, las bandejas rectangulares de plástico y macetas de turba en mezcla con fibra de madera, a razón de 7:3 respectivamente.

Respecto del contenedor a utilizar, los principales factores que inciden en la elección de uno u otro tipo, son: costo, vida útil, eficiencia en el uso del espacio, facilidad de manipulación, que posibilite la mecanización de la labor de trasplante y de la especie que se desea producir (ALVARADO y ROJAS, 1996).

Según SAN MARTÍN (2002), los sistemas de producción de plántulas hortícolas en viveros están basados actualmente en la bandejas de alvéolos o almacigueras (diseñadas para ubicar una semilla por celda). En el mercado se disponen principalmente de poliestireno expandido (la mas utilizada a nivel de viveros) y de poliestileno.

2.9.4.1 Relación tamaño del contenedor versus calidad del plantín. HALL (1989), señala que volúmenes pequeños de celda, presentan la ventaja de que reducen los costos de producción y permiten un mejor manejo de los contenedores para transporte y trasplante.

Según CANTLIFFE (1993), los plantines desarrollados en bandejas con tamaño de celda más grande son generalmente más altos, de mayor área foliar y mayor peso seco, que los provenientes de celdas más pequeñas. WESTON y ZANDASTRA (1986), encontraron que plantines de tomate y pimentón, creciendo en celdas de 39,5cc sufrieron menos el estrés del trasplante al compararlos con

plantines provenientes de celdas de 5,6cc y 18,8cc. Por otro lado HALL (1989), encontró efectos similares para sandía al comparar volúmenes de 18,8cc y 39,5cc.

KEMBLE *et al* (1994), estudiando los efectos del volumen de celda sobre la precocidad en dos líneas de tomate, concluyó que el número de días desde siembra a antesis, disminuía a medida que el volumen de celda aumentaba, obteniéndose diferencias de 15 a 16 días entre los volúmenes de celda más pequeño (3,3 cc) y más grande (80 cc) usados en ese ensayo. Similares efectos sobre la precocidad obtuvieron JONES *et al*, (1991), trabajando sobre brocolí y coliflor.

DEXTER (1987); LIPTAY y EDWARDS (1994), afirman que además del volumen, la forma y textura interna de la celda estarían afectando el crecimiento y desarrollo radical del plantín.

Son muchas las investigaciones realizadas sobre distintas especies hortícolas, que buscan el volumen óptimo para obtener un plantín de calidad a un costo razonable, y en general la mayoría de los estudios concluye que los plantines más vigorosos, de mayor desarrollo radical y más precoces, se obtienen en las celdas de mayor volumen (MARSH y PAUL, 1988).

MILKS *et al* (1989), indican que el aumento en el desarrollo de las raíces con el incremento del volumen de la celda, puede ser explicado por el aumento de aireación y volumen de agua disponible.

En el Cuadro 8 se muestra algunas especificaciones de las bandejas de poliestireno expandido, indicando tipo de cultivo para la cual esta diseñada.

CUADRO 8: Bandejas almacigueras de poliestireno expandido.

Nº celdas Bandejas	Densidad Kg/m ³	(LxA) cm.	Altura cm.	Volumen Celda c.c.	Especies
135	50	84x39	6	43	<u>Melón</u> , <u>sandía</u> , <u>pepino</u> , <u>tomates</u> , pimentón; crucíferas para producción de semilla: (repollo brócoli y coliflor)
240	50	64x39	6	24	<u>Tomates</u> ; <u>pimentón</u> ; pepinos; flores (salvia, statices, etc.)
240	35	64x39	6	24	
240	28	64x39	6	24	
286	50	64x39	6	19	<u>Tomates</u> , pimentón, repollo, brócoli, coliflor, lechuga, apio, curcubitáceas (melón, sandía, pepino)
286	50	64x39	4,2	10	
286	35	64x39	6	19	
286	35	64x39	4,2	10	
286	28	64x39	6	19	
286	28	64x39	4,2	10	
375	50	64x39	4,2	11	
432	50	64x39	5	10	Lechugas, crucíferas (repollo, coliflor, brócoli)
432	35	64x39	5	10	

REFERENCIA: MODELO AISLAPOL (POLIESTIRENO).

A continuación en el Cuadro 9 se presentan los principales problemas en la producción de almácigos de hortalizas realizados en contenedores en el país.

CUADRO 9: Principales problemas en la producción de almácigos de hortalizas realizados en contenedores.

Problema	Causa posible
Celdas dobles o triples Celdas vacías	Regulación de sembradora Semilla descalibrada
Plántulas descalzadas	Regulación de profundidad de siembra
Problemas de germinación	Lote de semilla con germinación baja Temperatura de cámara Profundidad de siembra Humedad de celda
Desuniformidad en emergencia de plántulas	Temperatura de cámara Vigor del lote de semilla
Plántulas emergidas etioladas	Tiempo de cámara de germinación inadecuado
Crecimiento desuniforme	Desuniformidad en el riego Compactación de sustrato Desuniformidad en profundidad de siembra
Plántulas etioladas	Fertilización Luminosidad Despacho de plantas (tiempo en almaciguera)
Fitotoxicidades	Productos químicos (dosis, bajas temperaturas)
Plantas ciegas	Productos químicos Causas en estudio.
Entrega retrasada.	Planificación de siembra, capacidad de vivero, condiciones ambientales.

FUENTE: SAN MARTÍN, 2002.

III MATERIAL Y MÉTODO

3.1 Ubicación del ensayo

El ensayo se realizó en la localidad de Antilhue, Comuna de Lanco X Región

3.2 Materiales

3.2.1 Materiales de laboratorio.

- Balanza analítica (ver Anexo 1).
- Horno eléctrico con sistema de aire forzado, marca MEMMERT para determinar materia seca (ver Anexo 2).

3.2.2 Materiales de campo

- Especie hortícola: tomate variedad San José, (Crecimiento indeterminado)
- Fungicida - Bactericida orgánico. (Phyton-27)
- Olla de aluminio de 5 litros
- Estufa a leña
- Fuente de plástico de 4 litros
- Invernadero tipo capilla de 70m².
- Veinte contenedores (speelding), de 104 cavidades cada uno.

- Un metro cúbico de sustrato a partir de abono de corral (ganado ovino),
- 0,33 metros cúbicos de tierra
- Carretilla
- Palas
- Harnero con malla de 3 mm de diámetro
- Tambor con doble cámara para esterilizar compost con vapor de agua (ver anexo 3).
- Termómetro (temperatura ambiental)
- Termómetro de pinchar (temperatura suelo)
- Termómetro para medir temperatura del agua.
- Regla de medir.

3.3 Metodología

Este ensayo se inició el día 2 de diciembre, con la elección de un sustrato orgánico.

3.3.1 Preparación del sustrato

Como sustrato se utilizó abono de corral, producido principalmente por ganado ovino, el cual se preparó de la siguiente manera:

- 1) Se seleccionó separando las partículas demasiado grandes con un harnero de un mallaje de 3 mm de diámetro.
- 2) Posteriormente se esterilizó con vapor de agua, para el cual se utilizó un tambor de 200 litros con doble fondo, al que se agregó 1/3 de agua (hasta donde se encontraba la tapa del doble fondo la cual es perforada), con el fin de que pueda ascender el vapor, posteriormente se llenaron los 2/3

restantes con el sustrato y se tapó en la parte superior con una tapa metálica (ver Anexo 3)

- 3) Luego se encendió fuego en la parte inferior y se dejó hervir por 3 horas para posteriormente reposar hasta que se enfrió.
- 4) El sustrato frío se depositó en cajones de madera, una vez que el sustrato perdió bastante humedad, quedando cercano a capacidad de campo, se vació a los contenedores y se agregó agua, donde se pudo observar un comportamiento hidrofóbico, por lo que se adicionó un 1/3 de tierra que fue previamente seleccionada y esterilizada con el mismo sistema del sustrato anterior, por lo que se produjo un sustrato compuesto por 2/3 de abono de corral y 1/3 de tierra.

3.3.2 Riego

3.3.2.1 Determinación de la cantidad de agua a aplicar. Para determinar la cantidad de agua aplicada a cada cavidad de los contenedores, se aplicó el siguiente procedimiento de la capacidad de campo, para lo cual se llenó un contenedor con el sustrato, posteriormente se regó hasta que se produjo anegamiento en cada una de las cavidades, luego se dejó reposar durante 72 horas, para luego sacar 5 cubos de sustrato del contenedor, los que habían adoptado la forma de la cavidad del contenedor, por lo que se logró retirarlos sin romperlos. Cada cubo de sustrato se pesó en una balanza analítica, arrojando valores de: 39,5; 37,6; 38; 38,6 y 37 gr., con un promedio de 38,14 gr., por lo que se tomó el cubo de sustrato que peso 38 gr y se llevó al horno de secado por aire forzado a 105 grados Celsius durante 48 horas, dando como resultado un peso de suelo seco de 28,5 gr.

La diferencia de peso entre ambos eventos indica la cantidad de agua que contiene el sustrato:

- Peso de la muestra suelo húmedo = 38 gr
- Peso de la muestra de suelo seco = 28,5 gr
- Cantidad de agua del suelo = 38 gr – 28,5 gr = 9,5 gr
- Porcentaje de humedad base suelo seco = $\frac{9,5 \text{ gr}}{28,5} \times 100 = 33,33 \%$
- Se agregó agua hasta llegar a un 55 % de humedad base suelo seco, como ya se tiene 33,3 % de humedad, equivalente a 9,5 gr. Se agregó un 21,7 % de humedad, correspondiente 6,2 gr \approx 6 gr \approx 6 cc de agua, con lo cual se llegó a un 55 % humedad base suelo seco (BSS).

3.3.2.2 Frecuencia de riego. La frecuencia de riego se estableció, aplicando un criterio de riego de un 20 %, es decir se dejó que se pierda un 20 % de humedad base suelo seco (BSS), para volver a regar:

- El suelo húmedo de cada cavidad pesó 38 gr, con un 33,33 % de humedad, base suelo seco (BSS).
- Peso del contenedor de 104 cavidades vacío = 305 gr
- Se agregó 6 gr ó 6 cc de agua a cada cavidad, para llegar a un 55 % de humedad (BSS), lo que dió como resultado, un peso total del contenedor (104 cavidades), de 4.881 gr.
- Se volvió a regar cuando se perdió un 20 % del agua regada es decir cuando el contenedor con el suelo peso = 4.306,5 gr.
- El primer riego se realizó a las 08:30 am, en donde se agregó 6 cc de agua a cada cavidad del contenedor, quedando con un peso de 4.881 gr aproximados, se midió el peso cada una hora para ver la pérdida de humedad. Después de transcurridas 10 horas y 30 minutos aproximados se

perdió el 20 % de humedad (BSS), quedando con un peso de 4.306 gr, esto ocurrió a las 07:00 pm. En donde se volvió añadir 6 cc de agua por cavidad.

- Por lo tanto la frecuencia de riego para el día fue de 10 horas y treinta minutos (08:30 am – 07:00 pm), y de 13 horas con 30 minutos para el transcurso de las 07:00 pm a las 08.30 am, en donde se observó la misma pérdida de humedad.
- Esta frecuencia de riego se mantuvo en todos los contenedores hasta el momento de la siembra.

3.3.3 Descripción del ensayo y diseño experimental

3.3.3.1 Diseño experimental. Para este experimento se utilizó un diseño completamente al azar, con seis tratamientos y tres repeticiones. En el ensayo se usaron 18 contenedores o speedling, los que fueron llenados con el sustrato basado en abono de corral que fue esterilizado previamente con vapor de agua. La unidad experimental estuvo formada por un contenedor de 104 cavidades y de un volumen por cavidad de 50 centímetros cúbicos, sembrado con semillas de tomate.

Se aplicaron seis tratamientos y tres repeticiones para cada uno, que consistieron en la aplicación de agua de riego a diferentes temperaturas:

- Tratamiento 1: agua a 20 °C.
- Tratamiento 2: agua a 25 °C.
- Tratamiento 3: agua a 30 °C.
- Tratamiento 4: agua a 35 °C.
- Tratamiento 5: agua a 40 °C.
- Tratamiento 6: testigo (agua sin temperar)

Al tercer día de iniciado el experimento, antes de realizar el riego de la mañana, se realizó la siembra de las semillas en cada uno de los 18 contenedores de los contenedores, la cual se realizó manualmente depositando una semilla de tomate por celda a un centímetro de profundidad, para lo cual se utilizó un medidor de profundidad (ver Anexo 4).

Una vez que concluyó la siembra, se separaron 3 contenedores por tratamiento, los que fueron rotulados donde se indicó el tratamiento o la temperatura de agua de riego a la cual fueron sometidos: 20, 24, 30, 35, 30 °C y el testigo (agua sin temperar).

Los tratamientos se comenzaron aplicar al tercer día, media hora después que se sembraron las semillas y se separaron 3 contenedores por tratamiento, donde se reemplazó el riego de la mañana de agua sin temperar, por la aplicación del riego temperado correspondiente a los tratamientos.

Se conservó la misma frecuencia de riego, quedando el primer riego a 08.30 de la mañana y el segundo riego a las 07:00 de la tarde y una dosis en cada riego de 6 cc de agua por cavidad.

3.3.3.2 Manejo de los tratamientos. Para adicionar la misma cantidad de agua a cada una de las cavidades de los contenedores, se fabricó un instrumento compuesto por 8 tubos de vidrio que se ajustaron a un volumen de 6 cc cada uno, de esta manera se pudo regar de a ocho cavidades de una sola vez y con una misma dosificación de agua, para todos los tratamientos (ver Anexo 5).

Para calentar el agua se utilizó una estufa a leña y una olla de aluminio de 8 litros, que se llenó de agua y se calentó hasta alcanzar una temperatura de 50

°C. Luego se retira y se lleva al invernadero en donde están ubicados los contenedores.

Se sacan 1,5 litros de agua caliente en una fuente de plástico y se agrega agua fría hasta marcar 40 °C, con la cual se riega el tratamiento N° 5: (riego a 40 °C) aplicando 6 cc por cavidad, lo mismo se hizo para regar los tratamientos 4, 3, 2 y 1, en donde se igualó la temperatura de riego agregado agua fría hasta llegar a 35, 30, 25 y 20 °C respectivamente.

Para el caso del testigo o tratamiento N° 6, se aplicó riego sin temperar, por lo que se utilizó agua de la llave en una fuente de plástico para luego regar.

Los tratamientos se aplicaron desde el momento de la siembra hasta que los plantines tuvieron 3 hojas verdaderas en cada uno de los tratamientos.

3.4 Evaluaciones

Las evaluaciones del ensayo se realizaron separando dos componentes que son el sustrato y el desarrollo de los plantines. Estos componentes fueron evaluados de acuerdo a su respuesta frente a la aplicación de los distintos tratamientos:

3.4.1 Evaluación del sustrato

Temperatura del sustrato previo al riego y temperatura del sustrato una vez que se aplicó el riego en cada uno de los tratamientos, para lo cual se eligieron 4 cavidades aleatoriamente por tratamiento y repetición.

Tiempo en el cual se estabilizó la temperatura del sustrato después que se aplicó el riego el riego temperado en cada uno de los tratamientos, para lo cual se eligieron 4 cavidades aleatoriamente por tratamiento y repetición, en los cuales se midió la temperatura cada 5 minutos con un termómetro de pinchar, hasta que la temperatura del sustrato dejó de descender.

3.4.2 Evaluación del desarrollo de los plantines

Esta evaluación se separó en 2 etapas: emergencia y cuando la planta alcanzó 3 hojas verdaderas:

- 1) Desde el momento de la siembra hasta el inicio de la emergencia se evaluó:
 - Días desde siembra a emergencia: en cada uno de los tratamientos y repetición.
 - Porcentaje de emergencia: en cada uno de los tratamientos y repetición.

- 2) Cuando los plantines de cada tratamiento alcanzaron 3 hojas verdaderas, se sacaron 5 plantines por tratamiento y repetición, esto se realizó en diferentes fechas por la diferencia de días entre tratamientos, (ver Anexo 6). En esta etapa se midió:
 - Altura del plantín: donde se midió desde la base del suelo hasta la estructura más opuesta o ápice, (ver anexo 7).
 - Longitud radicular: donde se midió desde el inicio de la raíz a la altura del cuello hasta la estructura radicular más extrema, (ver anexo 8).
 - Peso fresco: Se registró el peso fresco de 5 muestras de cada tratamiento y repetición en donde se separó la parte aérea de la raíz

cortadas a nivel del suelo y se pesaron por separado, utilizando una balanza electrónica con precisión al décimo de gramo.

- Área foliar: en los seis tratamientos, luego de registrado el peso fresco, se midieron las mismas cinco plantas por tratamiento y repetición para determinar su área folia.
- Peso seco: Una vez que se registró el peso fresco y área foliar de las 5 muestras de cada tratamiento y repetición, se separaron las raíces de la parte aérea y se colocaron en bolsas de papel debidamente identificadas y se llevaron a una estufa de secado a 140 °C, por 48 horas, hasta obtener un peso constante.
- Lapso siembra emergencia: se registró los días transcurridos desde el momento de la siembra hasta que ocurrió el mayor porcentaje de emergencia.

Lapso siembra trasplante: se registro los días transcurridos desde el momento de la siembra hasta que los plantines de cada uno de los tratamientos alcanzaron las tres hojas verdaderas.

3.5 Análisis estadístico

Una vez que se registraron todos los datos se agruparon por tratamiento, se analizaron utilizando los siguientes estadígrafos:

- Análisis descriptivo
 1. Medidas de tendencia central:
 - Media.
 - Moda.

- Mediana.

2. Medidas de dispersión:

- Desviación estándar
- Coeficiente de variación.

Análisis estadístico: ANOVA de una vía.

IV RESULTADO Y DISCUSIÓN

En el presente capítulo serán sometidos a análisis y discutidos los resultados obtenidos de cada una de las evaluaciones realizadas durante el ensayo.

4.1 Resultados obtenidos del efecto producido por el riego temperado sobre la temperatura del sustrato.

Para saber si existe un cambio en la temperatura del sustrato con la aplicación de riego temperado, así como el tiempo del mismo, para lo cual se evaluó la temperatura antes y después del riego, en cada uno de los tratamientos del ensayo

En la Figura 2 se presentan graficados, los resultados de la temperatura del sustrato antes y después del riego temperado

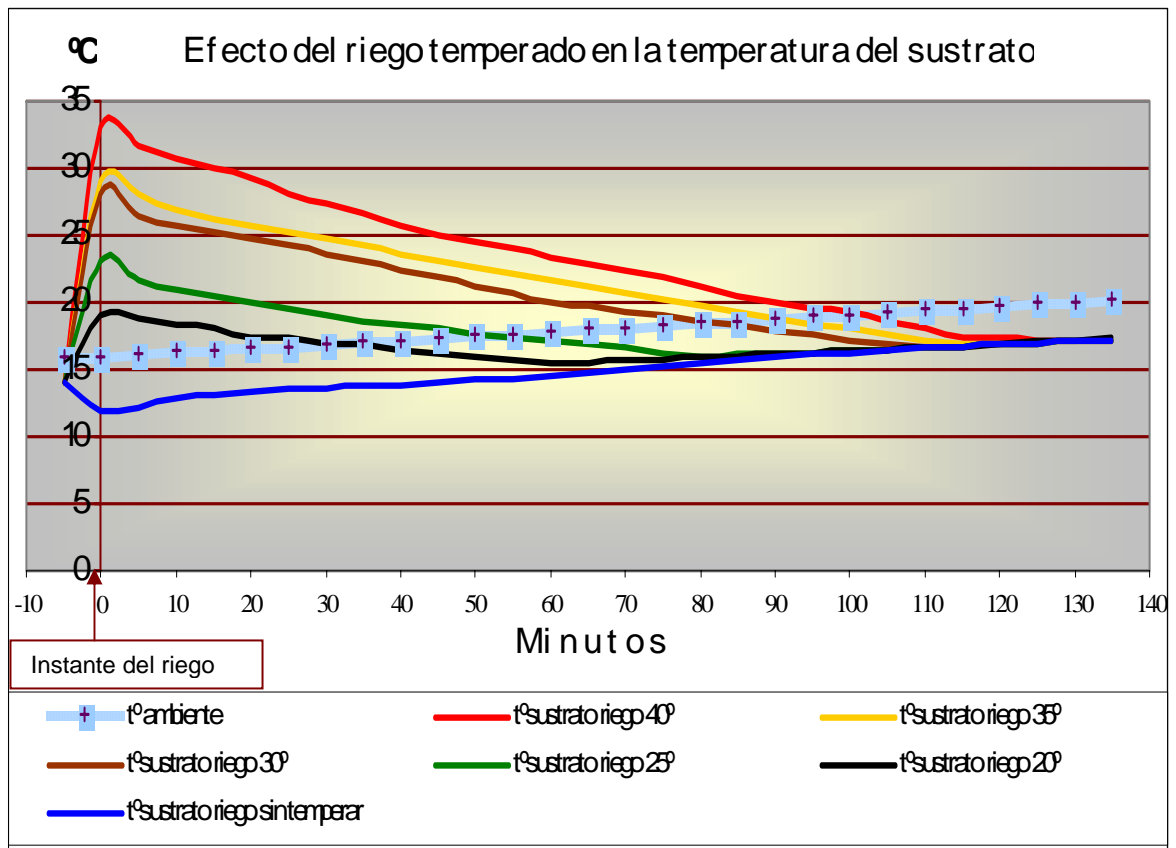


FIGURA 2. Efecto del riego temperado en la temperatura del sustrato.

Al observar el gráfico de la Figura 2 se establece que existe cambio en la temperatura del sustrato con la aplicación del riego temperado, además se puede establecer que el incremento o disminución de la temperatura esta directamente relacionada con la temperatura del agua de riego.

Todos los sustratos sometidos a riego temperado elevaron su temperatura, en donde la máxima observada fue de 33°C. en el sustrato sometido a una temperatura de riego de 40°C. La excepción ocurrió en el sustrato regado con agua sin temperar que disminuyó su temperatura de 14 a 12°C. Esto se debió a que el agua de riego tenia una temperatura inferior a la del sustrato (10°C). Si bien la temperatura del sustrato aumento con la aplicación del riego temperado, esta fue decayendo en todos los tratamientos, a medida que transcurrieron los minutos,

en donde se pudo establecer que mientras mayor la temperatura de riego, el descenso fue menor y a menor temperatura de riego, ocurrió un mayor descenso en la temperatura del sustrato; donde se observó un descenso máximo de 15,5°C. en 60 minutos y el tratamiento de riego a 20°C. y fue en el tratamiento regado a 40°C donde la temperatura del sustrato tuvo un menor descenso, llegando hasta los 17°C en 125 minutos. En general el máximo descenso en los tratamientos con riego temperado fluctuó entre 15 - 17°C., para luego comenzar un lento ascenso paralelo a la temperatura ambiente.

Al respecto ODELL *et al*, (1992); ELTEZ *et al*, (1994), señalan que la temperatura óptima; considerada como favorable para un sustrato oscila entre 17 °C y 27 °C para la gran mayoría de los cultivos.

DEVLIN, (1982). Señala que al aumentar la temperatura del sustrato se eleva la tasa respiratoria del embrión aumentando el requerimiento de oxígeno pero el gas se pierde más rápidamente desde el agua del sustrato al disminuir su solubilidad por efecto del aumento de temperatura

Por su parte ALFARO (1989), realizando evaluaciones con semillas de hortalizas observó que los límites más elevados de temperatura del suelo para que sobrevivan las semillas hortícolas varían entre 30° y 40° C. Muchas semillas a 45° C mueren en 24 horas. Estos límites se refieren a semillas en suelo húmedo bajo buenas condiciones de germinación, excepto de temperatura. Las temperaturas excesivamente altas del suelo son aun más riesgosas durante el período de emergencia de las plántulas

4.2 Resultados obtenidos sobre los días transcurridos desde siembra a emergencia y transplante, en los plantines sometidos a riego temperado.

En la Figura 3 se presentan los resultados de las evaluaciones sobre los días transcurridos desde la siembra a emergencia y transplante, en las plántulas sometidas a los diferentes tratamientos de riego temperado.

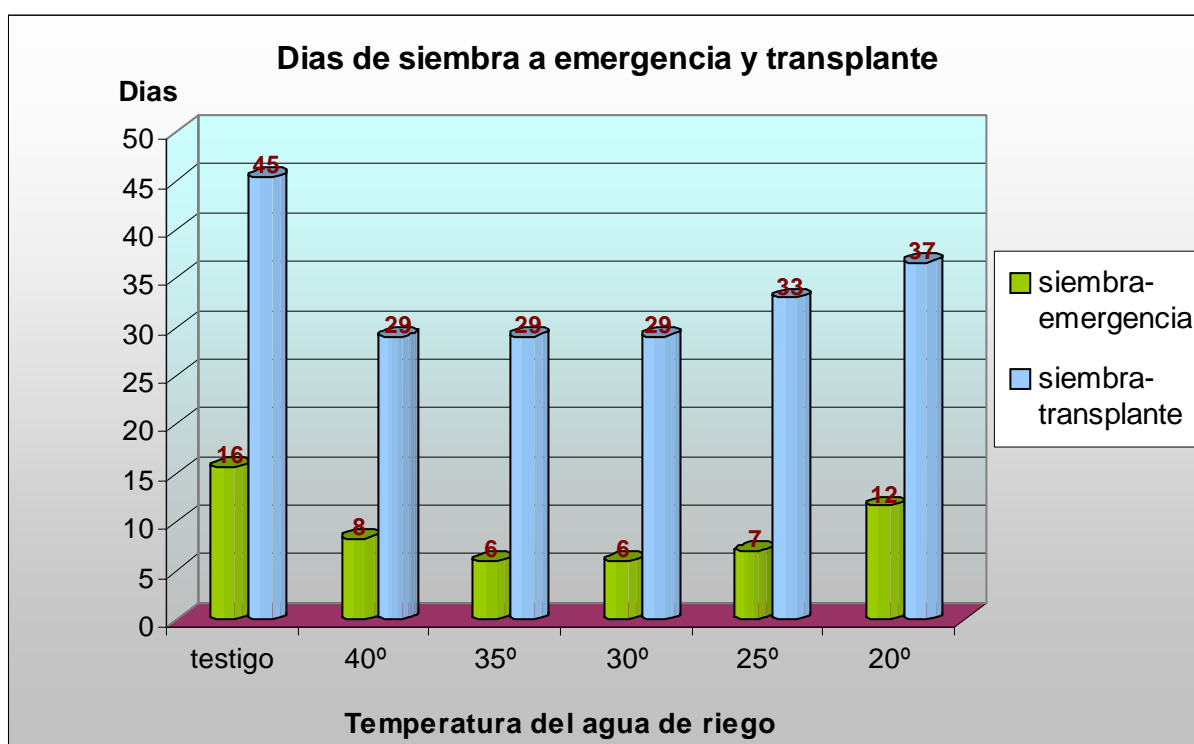


FIGURA 3. Valores medios de los días transcurridos desde siembra a emergencia y transplante en los plantines de tomates sometidos a riego temperado

Del gráfico de la Figura 3 se observan diferencias significativas, ($p > 0,05$, ver Anexo 9), con la aplicación de riego temperado en donde se puede ver que con la aplicación de agua de riego a 35, 30°C, aceleró el período de emergencia, completándose esta etapa en 6 días, seguidos por los tratamientos con riego temperado de 25, 40 y 20°C., con un período de emergencia de 7, 8 y 12 días

respectivamente, mientras que el testigo o riego sin temperar alargó este período de emergencia en 16 días.

El período de siembra a transplante, se observa que los tratamientos con riego a 30, 35 y 40°C, se obtuvo un menor tiempo en esta etapa de 29 días, seguidos por los tratamientos con riego a 25 y 20°C con un período siembra-transplante de 33 y 37 días respectivamente, el testigo o agua sin temperar (10°C) en donde se obtuvo mayor período de 45 días.

Al respecto ALFARO (1989), realizando trabajos sobre emergencia con semillas de hortalizas a diferentes temperaturas de sustrato observó que con temperatura de sustrato de 20, 25 y 30°C, los tomates emergieron en 8, 6 y 6 días respectivamente.

De acuerdo con los días entre siembra y transplante los tratamientos con agua a 40, 35 y 30°C, coinciden con ensayos realizados por AILLAPAN (1997), quién con cámara de germinación y crecimiento bajo plástico consiguió plantines listos para el transplante entre los 28 y 30 días.

4.3 Resultados obtenidos sobre el porcentaje de emergencia de los plantines de tomate sometidos a riego temperado.

En la Figura 4 se presentan los resultados obtenidos sobre el porcentaje de emergencia de los plantines sometidos a riego temperado.

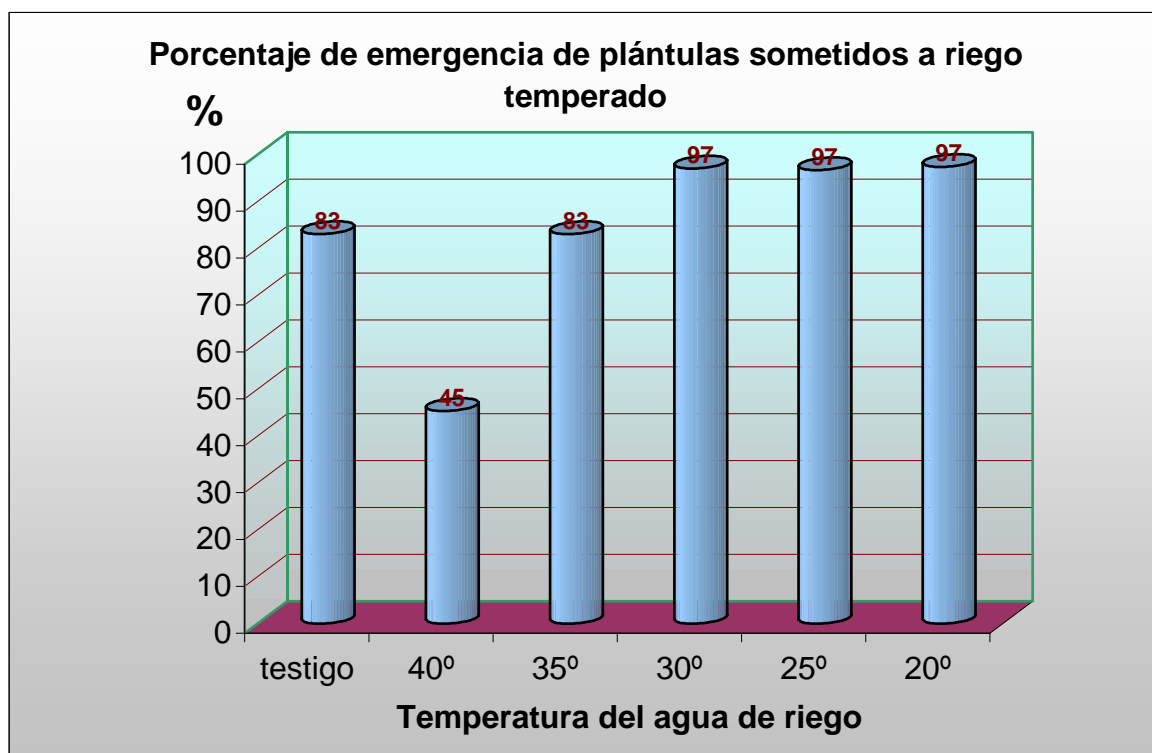


FIGURA 4. Valores medios de los porcentajes de emergencia de plántulas sometidas a diferentes temperaturas de riego.

En la figura 4 se observa que con la aplicación de agua de riego a 20, 25 y 30°C., se logró el mayor porcentaje de emergencia, siendo de un 97%, presentando diferencias significativas del resto ($p > 0,05$, ver anexo 10), seguido por los tratamientos con riego a 35°C y agua sin temperar, con un 83% de emergencia, siendo el tratamiento con agua de riego a 40°C con el cual se obtuvo el menor porcentaje de emergencia que fue de un 45%.

HARTMAN (1989), añade al respecto que en esta etapa de germinación se debe considerar que el medio que rodea directamente a la semilla es el sustrato, y por lo tanto, la mantención de las condiciones ambientales deseadas para la germinación de la semilla, pasa necesariamente por la regulación de los factores ambientales como temperatura y humedad del sustrato.

Al respecto DEVLIN (1982), señala que la mayoría de las especies presentan una germinación con la máxima eficiencia, con temperaturas cercanas a los 20 °C.

SAN MARTÍN (2002), señala que según las especies hortícolas a propagar no debieran estar bajo 85%. En el caso de los híbridos de tomates se considera adecuado una germinación de un 90% (la ley de semilla establece para el tomate un 75%)

ALFARO (1989), realizando trabajos sobre porcentajes de emergencia de plántulas normales de hortalizas producidas con diferentes temperaturas de sustrato observó que ocurría el mayor porcentaje de emergencia en tomates con temperatura de sustrato de 10, 15, 20, 25 y 30°C, con un porcentaje de emergencia de 82, 98, 98, 97 y 83% respectivamente, valores similares a los obtenidos en la presente investigación.

4.4 Resultados obtenidos con la aplicación de diferentes temperaturas de riego sobre las características físicas de los plantines al momento del trasplante.

Las mediciones de los plantines se realizaron en distintas fechas, esto ocurrió por la diferencia de días de siembra a trasplante que hubo entre los distintos tratamientos.

4.4.1 Resultados obtenidos sobre la altura y largo radicular, al momento del trasplante, de los plantines sometidos a riego temperado.

En la Figura 5 se presentan los resultados de las mediciones de altura y largo radical de los plantines, al momento del transplante, que fueron sometidos a riego temperado.

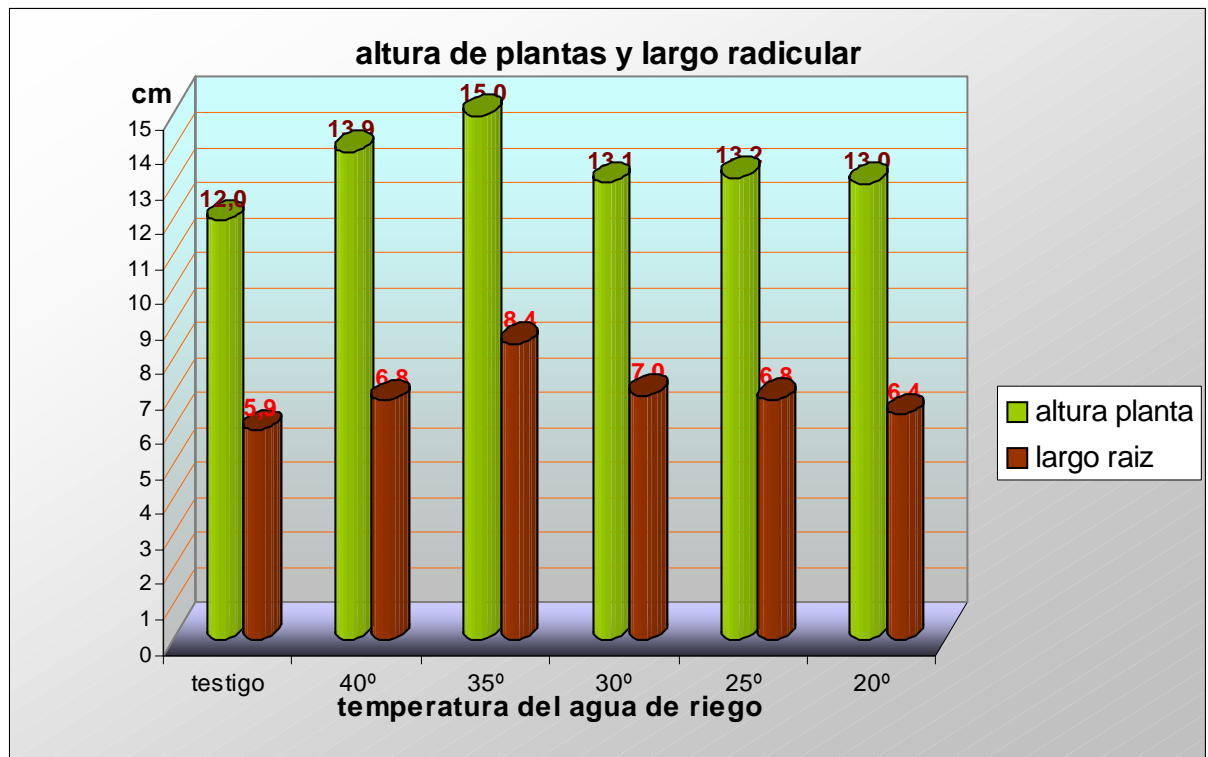


FIGURA 5. Valores medios de la altura y largo radicular de los plantines sometidos a riego temperado al momento de ser transplantados.

En la Figura 4 se observa que diferencias significativas ($p > 0,05$, ver anexo 11), entre los tratamientos donde con el tratamiento de riego temperado a 35°C., se obtuvo una raíz de mayor longitud, con un promedio de 8,4 centímetros, coincidiendo también con la mayor altura del plantín, que en promedio alcanzó 15 centímetros, desde la base hasta el ápice. Los demás tratamientos con riego temperado alcanzaron en promedio un rango de 6,4 – 7 centímetros de longitud radicular y de 13 – 13,9 centímetros de altura de los plantines. Fue el tratamiento con agua sin temperar en donde se obtuvo el menor crecimiento radicular con un

promedio de 5,9 cm, coincidiendo con menor crecimiento del plantín, con una altura de 12 centímetros.

Al respecto MAROTO (1995), señala que el tomate tiene un sistema radicular amplio, y desarrolla un mayor crecimiento cuando la temperatura del suelo se eleva sobre el mínimo requerido.

CLIFFE (1993), señala que los plantines necesitan de medios porosos, no solo que concedan buen drenaje, reduciendo el riesgo de enfermedades en la raíces, sino que además retengan suficiente cantidad de agua y calor sin que estos factores afecten el nivel de oxígeno disponible en las raíces.

En la Figura 5 se muestran los resultados, del peso fresco y peso seco de las raíces, al momento del transplante, de todos los plantines que fueron sometidos a riego temperado.

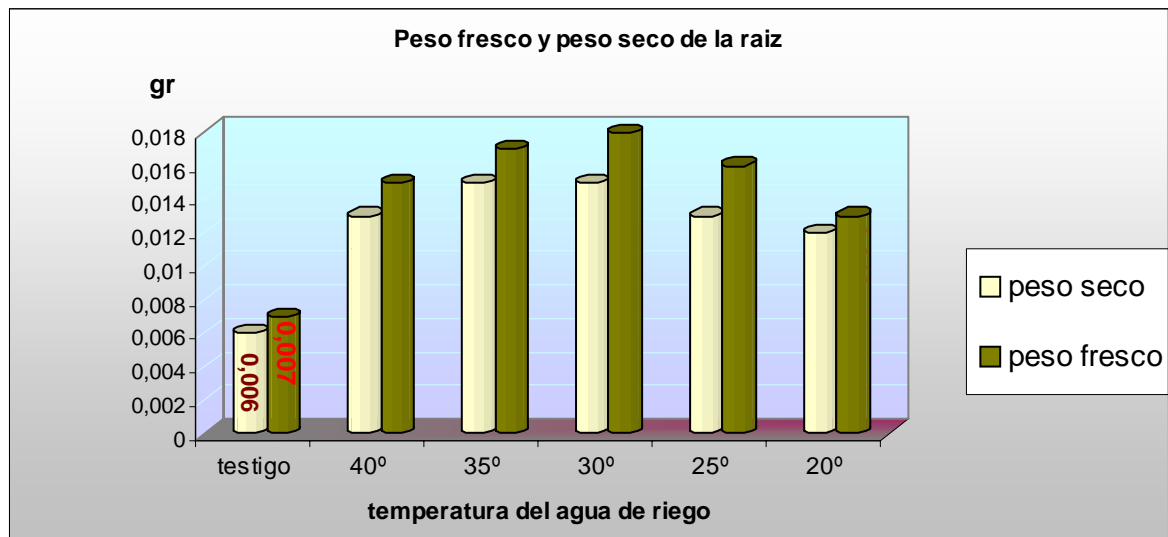


FIGURA 6. Valores medios de peso fresco y peso seco radicular de los plantines sometidos a riego temperado al momento de ser transplantados

Del gráfico de la Figura 5 se establece que los plantines regados con riego temperado tuvieron un mayor peso, tanto fresco como seco, en comparación con

el testigo o riego sin temperar, donde se observó diferencias significativas ($p > 0,05$, ver Anexo 12), con riego a 35 y 30°C. que favorecieron en gran medida en mayor aumento en el peso radicular.

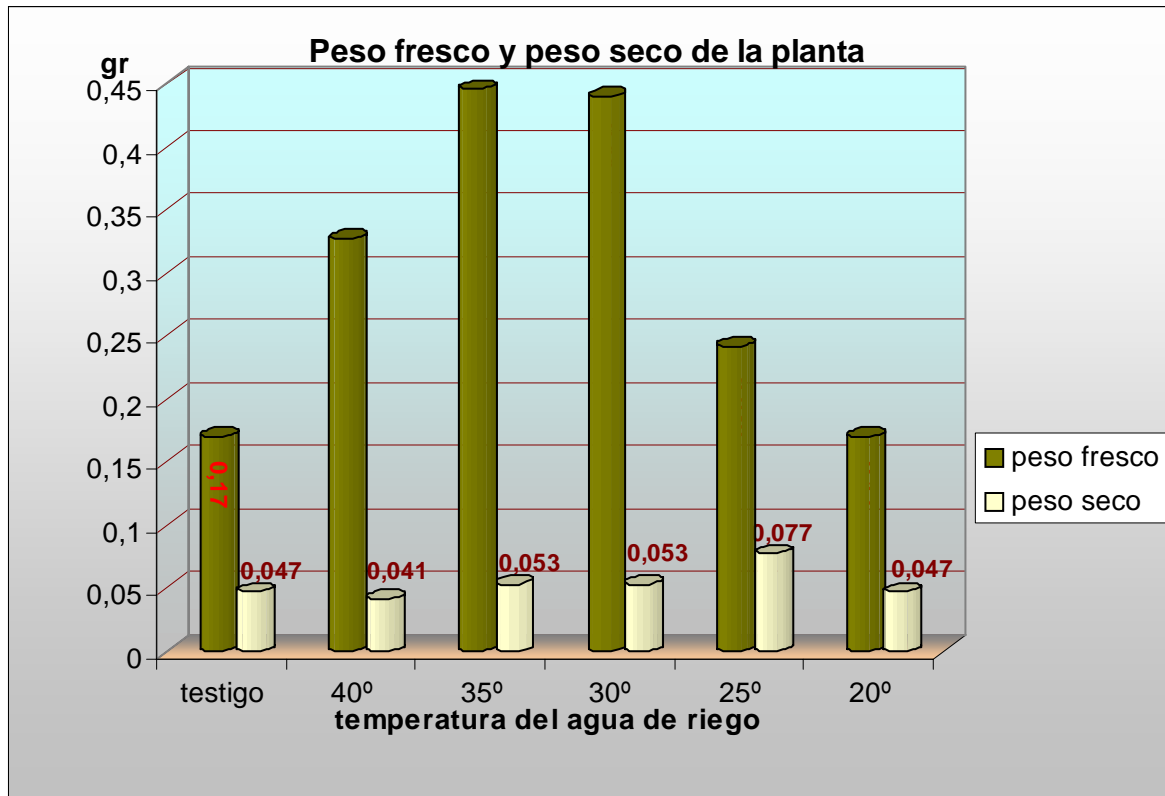


FIGURA 7. Valores medios de peso fresco y peso seco de los plantines sometidos a riego temperado al momento de ser transplantados

En el gráfico de la Figura 6, se observa que hubo un mayor peso fresco de la parte aérea de los plantines que fueron sometidos a riego temperado de 30 y 35°C.,. en donde se observan muy por encima del resto de los tratamientos, con diferencias significativas ($p > 0,05$, ver Anexo 13), sin embargo al evaluar el peso seco entre los tratamientos estos no presentan mayores diferencias entre ellos.

Si consideramos la relación peso fresco v/s peso seco de la parte aérea de la planta, nos encontramos que los tratamientos con mayor temperatura de riego solo incrementaron su peso fresco no así su peso seco.

A continuación en la Figura 7 se presentan los resultados del área foliar de los plantines que fueron sometidos a riego temperado desde la siembra hasta el transplante.

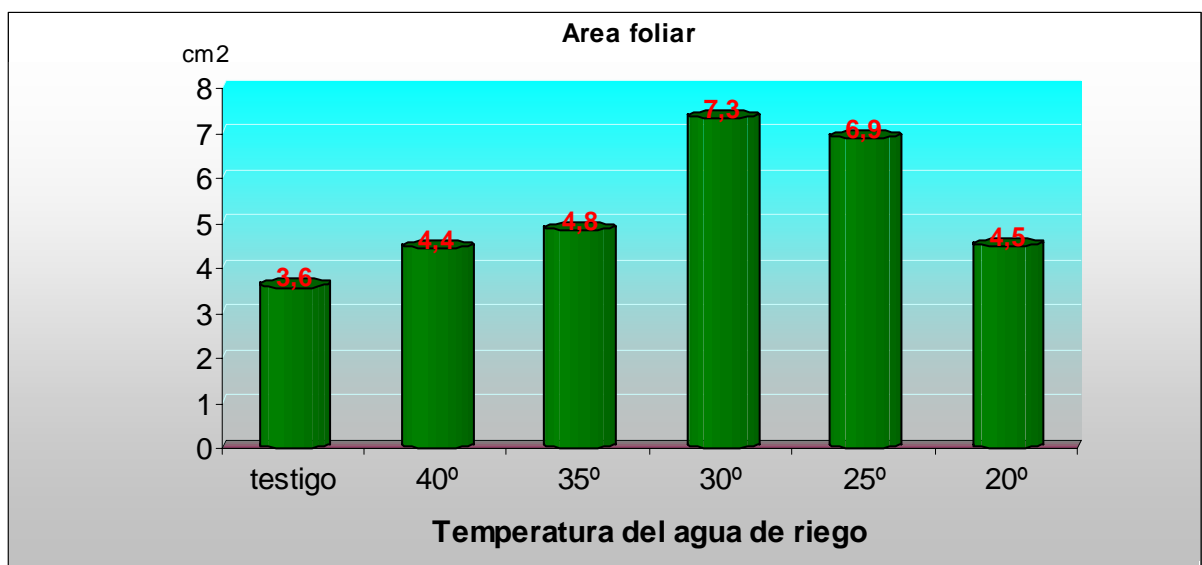


FIGURA 8. Valores medios del área foliar de los plantines sometidos a riego temperado al momento de ser transplantados.

De la grafica de la Figura 7 se desprende que los plantines regados con riego a 30 y 25°C, tuvieron un mayor desarrollo foliar, registrando diferencias significativas ($p > 0,05$, ver anexo 14) , siendo el tratamiento testigo o agua sin temperar en donde se obtuvo el menor desarrollo de área foliar.

De acuerdo con todos estos resultados de peso y área foliar, obtenidos en la presente investigación, representados en las figuras 5, 6 y 7. SENIZ (1994), añade que el éxito en el establecimiento y producción de muchos cultivos,

depende en gran medida de una buena formación de raíces, y la mejor manera de obtener un buen crecimiento y desarrollo de un cultivo, es partir estimulando un desarrollo vigoroso del sistema radical, lo cual se logra propagando los plantines en un medio adecuado desde la siembra hasta el trasplante.

Coincidiendo con esta investigación DEVLIN (1982), añade que el período que transcurre entre la emergencia y la condición óptima para trasplante depende principalmente de la temperatura del ambiente que rodea a la planta tanto su porción aérea como radicular ; por tanto los procesos de respiración y fotosíntesis que determinan el crecimiento y desarrollo de la planta, son altamente dependientes de la temperatura.

DEVLIN (1982), añade que después de la emergencia el proceso de fotosíntesis se encuentra limitado dentro de unos extremos de temperatura que corresponden aproximadamente a los tolerados por los compuestos proteicos, los cuales suelen ser activados a temperaturas superiores a 0 °C e inferiores a 60°C

V CONCLUSIONES

Luego de finalizado el presente ensayo y bajo las condiciones en que este fue realizado, es posible concluir que:

En la evaluación sobre los resultados obtenidos del sustrato sometido al riego temperado, este tuvo buena respuesta al incremento de temperatura. Esto ocurrió principalmente porque el material de fabricación de las bandejas es un muy buen aislante térmico y por lo tanto dificulta que la temperatura del ambiente afecte la condición térmica del sustrato y de la semilla.

Por lo anteriormente mencionado, cuando se aplicó riego temperado al sustrato, se redujo el tiempo requerido en donde se generaron condiciones óptimas de temperatura, considerada como favorable para un sustrato entre 17 °C y 27 °C, que es el rango óptimo para la gran mayoría de los cultivos, por lo cual se logró que la semilla tuviera una temperatura cercana al óptimo en menor tiempo, lo cual se logró con riegos de 20 a 35°C

En el período de siembra a emergencia las temperaturas óptimas de agua de riego estuvieron entre 25 a 35°C., donde se obtuvo el menor tiempo para esta etapa, de 6-7 días Esto ocurrió principalmente porque al aumentar la temperatura del sustrato con el riego temperado se elevó la tasa respiratoria del embrión, acelerando la emergencia, pero si consideramos el porcentaje de emergencia, la temperatura de riego óptima disminuye, quedando en un rango de 25 - 30°C, con un 97% de emergencia. Esto se justifica en gran medida porque al aumentar la temperatura del sustrato, se acelera la emergencia, pero al aumentar la

temperatura en exceso se incrementa la tasa respiratoria del embrión aumentando el requerimiento de oxígeno pero el gas se pierde más rápidamente desde el agua del sustrato al disminuir su solubilidad por efecto del aumento de temperatura

Ahora bien si consideramos el período desde siembra a transplante, evaluando lapso siembra – emergencia; emergencia y lapso siembra - transplante la temperatura óptima de riego se reduce a 30°C., donde se logra un plantín listo para ser transplantado en 29 días, comparado con el promedio normal del sector de 39 días.

Por lo tanto para obtener un plantín de buena calidad, es decir con un buen desarrollo radical y una altura adecuada con una amplia área foliar, la temperatura del agua de riego recomendada es de 30°C, esto ocurre porque al aumentar la temperatura del sustrato, se estimula el desarrollo de la raíz pudiendo extraer mayor cantidad de nutrientes que quedan disponible para la planta que le ayudaran a acelerar su desarrollo, Por lo tanto en el período que transcurre entre la emergencia y la condición óptima para transplante, no solo es suficiente mejorar el ambiente que rodea la parte aérea de la planta, sino también su porción radicular ; por tanto los procesos de respiración y fotosíntesis que determinan el crecimiento y desarrollo de la planta, son altamente dependientes de ambas temperaturas..

VI RESUMEN

En el presente estudio, se evaluó el efecto del riego temperado en la producción de plantines de tomate, para lo cual se aplicaron 5 tratamientos con una temperatura de agua de 20, 25, 30, 35 y 40 °C, mas un testigo (10°C).

Las evaluaciones se realizaron sobre: El efecto del riego temperado sobre la temperatura del sustrato, porcentaje de emergencia de las semillas, altura de los plantines, longitud radicular, peso fresco, área foliar, peso seco, lapso siembra emergencia y lapso siembra trasplante, arrojando los siguientes resultados:

El sustrato incrementó su temperatura, donde se generaron condiciones óptimas de temperatura, entre 16-18 °C por lo que se logró que la semilla tuviera una temperatura cercana al óptimo , lo cual se logró con riegos de 20 a 35°C.

En el período de siembra a emergencia las temperatura optimas de agua de riego estuvieron entre 25 a 35°C., donde se obtuvo el menor tiempo para esta etapa, de 6-7 días. Considerando el porcentaje de emergencia, la temperatura fue de 25 - 30°C, con un 97% de emergencia.

En el período siembra - trasplante, la temperatura de riego fue de 30°C., donde se logra un plantín listo para ser transplantado en 29 días, comparado con el promedio normal del sector de 39 días.

El mejor desarrollo radical, altura adecuada, amplia área foliar, se logró con riego de 30°C.

SUMMARY

In the present study was evaluate the effect of the tempered watering in the tomato seedling production, were applied 5 treatments with a water temperature of 20, 25, 30, 35 and 40 °C, and a control treatments to (10 °C).

The evaluations was made over: Temperature in the substratum, percentage of emergency, height of the seedling, root length, fresh weight, foliate area, dry weight, period between planting and emergency and period between planting and transplants, throwing the following results:

The substratum increased its temperature, where good conditions were generated, among 16-18 °C; it was achieved with watering temperatures of 20 to 35°C.

In the period of planting to emergency the good watering temperature of water was among 25 at 35°C, where the smallest time was obtained for this stage, among 6-7 days. Considering the emergency percentage, the temperature was of 25 - 30°C, with 97 emergency%.

In the period planting-transplants, the watering temperature was of 30°C., where the seedling is possible to be transplants in 29 days, compared with the normal average of the region of 39 days.

The best development radical, height appropriate, wide foliate area, was achievement with watering temperature of 30°C.

VII LITERATURA CITADA

- ABAD, M, 1991. Los Sustratos Hortícolas: Características y Manejo, p. 1-15. In: II Congreso Nacional de Fertirrigación, septiembre 1991. Fundación para la Investigación Agraria en la Provincia de Almeria, Almería, España, p.i.
- ALLAPAN, C. 1997. Evaluación de sustratos para la preparación industrial de plantines hortícolas. Tesis Ing, Agr., Santiago, Chile, Universidad de Chile, Facultad de ciencias agrarias y forestales.70.p.
- ALTIERI, S. 1983 Agricultura ecológica en California. En Chile Agrícola (Jun 1983) v. 9(92) p. 147-150
- ALVARADO, P y ROJAS, R. (1996). Producción comercial de plantines libres de estrés. Agroeconómico N° 34: 6-13.
- ALJARO, A 1997. "Situación actual y tendencias futuras de la horticultura como instrumento para la modernización agrícola en Chile". En: alternativas para la modernización y diversificación agrícola. Anuario del campo. Publicaciones Lo Castillo. 300 pp.
- ALFARO, A. 1989. Fisiología y morfología de las semillas hortícolas 28 p En: Curso internacional en investigación y producción de semillas de hortalizas, Santiago 12 al 16 de diciembre de 1989. FAO, Santiago, Chile, 278 p.

- BAKER, N y BOWYER, J. 1994. Photoinhibition of Photosynthesis. Information Press.Oxford. Kingdom. 471 p.
- BALL, V. 1989. The Ball Red Book 15a Ed. Geo .J. Ball Inc., Chicago, USA- 301 p.
- BUCHANAN, M. 1983., "Chemical Characterization and Nitrogen Mineralization Potentials of Vermicomposts Derived from Differing Organic Wastes," Earthworms in Waste and Environmental Management, The Hague, Netherlands, SPB Academic Publishing, 174 p.
- CANTLIFFE, D. 1993. Pre-and postharver practices for improved vegetable transplant qualaty. Proceeding of the colloquium. Status of transplant technology in the United States, Orient, and Australia: New ideas from research for comercial adaptation. Hort Tecnply 3(4): 415-418.
- CIREN. 1995. Requerimiento de clima y suelo. Chacras y hortalizas. Centro de información de recursos naturales., Santiago, Chile, 196 p.
- CORONADO, M. 2000. Efecto comparativo de tres enmiendas orgánicas; estiércol, compost y humus de lombriz en el cultivo de Cebada (*Hordeum vulgare L.*) variedad Yanamucllo. Tesis Ing,. Agr. UNALM, Lima, Perú. 82 p.
- CLIFFE, D. 1993. The status of transplant technology in Australia: a commercial grower's experience Proceeding of the Colloquium. Status of transplant technology in the United States. Orient, and Australía: New ideas from research for commercial adaptation. Horttechnology 3 (4) 408-409.

- CRISTI, A. 1991. Desarrollo sustentable y agricultura. *El campesino* 122(109): 360-362 p.
- CRISTI, A. 1985. La agroecología bases y principios. En: *Chile agrícola* 10 (109): 360-362 pp.
- DEVLIN, R. 1982. *Fisiología Vegetal*. Ed. Omega, Barcelona, España. 517 p.
- DEXTER, A.R. 1987. Mechanics of root growth. *Plant and Soil* 98: 303-312.
- DONAHUE, R; RAYMOND, M y SHICKLUNA, J. 1988. *Introducción a los suelos y al crecimiento de las plantas*. México. 623 p.
- DUFAULT and WATERS. 1994. Influence of nitrogen, phosphorus, and potassium on asparagus transplant quality. *HortScience* 19(4):565-566
- DURÁN, J. y PÉREZ, F. 1984. *Aspectos fisiológicos de la germinación de semillas*. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España. 245 p.
- ELTEZ, R., GÜL, A. And TÜZEL, Y. 1994. Effects of various growing media on eggplant and pepper seedling quality. *Acta horticulturae* 366: 257-264.
- ESCAFF, M 1993a *Producción de plántulas de hortalizas*. *Agroeconomico* n° 16: 10-16
- ESCAFF, M. 1993b. *Tomates: variedades, almácigos y manejo de la planta*, 29 p., In: *Producción de hortalizas bajo plástico*. Curso Internacional. Santiago, Chile. Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 71 p.

- FAO 1991. Manejo del suelo: producción y uso del composte en ambientes tropicales y subtropicales. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. 177 p.
- GIACONI, V. 1998. Cultivos de hortalizas. Editorial Universitaria. Decimatercera Edición. Santiago, Chile. 337 p.
- GIACONI, V. y ESCAFF, M 1993. Cultivo de hortalizas. 8a Ed. Universitaria, Santiago, Chile. 332 p.
- GUERRERO, J. 1993. Abonos orgánicos. Tecnología para el manejo ecológico del suelo. Pág.: 44-60
- HARRINGTON, J. F. And MINGES, P. A. 1975. Vegetable seed germination. California, U.S.A ., University Of California. 11 p.
- HARTMANN, H 1989. Propagación de plantas: principios y practicas. Marino, A (Trad). 3a Ed. Continental, México. 760
- HARTZ, T.1994. Composted green waste as a container medium amendment for the production of ornamental plants. HortScience, 32: 57-60.
- HALL, M. 1989. Cell size of seedling containers influences early vine growth an yiel of tranplanted watermelon, HortScience 24(5): 771-773.
- JONES, R., WESTON,L. And HARMON, R. 1991. Effect of root cell size and transplant age on cole crop yield. HortScience 26(6): 688.

JOURNAL OF THE NATIONAL CANCER INSTITUTE 2003. Diario medico: El tomate entero, y no el licopeno, previene el cáncer de próstata: documento electrónico fuente en internet, 2003 (fecha consulta: 20 septiembre de 2004). Disponible en: <<http://www.diariomedico.com/edicion/noticia/0,2458,410466,00.html>>

KEMBLE, J., DAVIS, J., GARDINER, R. And Sanders, D. 1994. Root cell volume effects growth of compact-growth-habit tomato transplants. HortScience 29(4): 261-262.

KRARUP, A. 1987. Mercado optimismo. Anuario del campo, V 6 (63) p 4-6.

LIPTAY, A. And EDWARDS, D. 1994. 1994. Tomato seedling growth in response to variation in root container shape. HortScience 29(6): 633-635.

LORENZ, O. y MAYNARD, D. 1988. Handbook for vegetable growers. 3^o Ed. Wiley, N. Y., USA- 456 p.

MARTIN MEMORIAL 2002. Health Systems - Serving the Treasure COSAT: documento electrónico fuente en internet, 2000 (fecha consulta: 21 septiembre de 2004). Disponible en: <http://www.mmhs.com/clinical/adult/spanish/men/procan.htm>

MARSH, D. and PAUL, K. 1988. Influence of container type and, cell size on cabbage transplant development and field performance. HortScience 23(2): 310-311.

MAROTO, J. 1995. Horticultura herbácea especial. Cuarta edición. Editorial Mundi - Prensa. Madrid, España. 611 p.

- MATALLANA, A y MONTERO, T. 1989. Invernadero, diseño, construcción y ambientalización. Editorial Mundi - Prensa, Madrid. España. 159 p.
- MARSH, D. And PAUL, K.1988. Influence of container type and cell size on cabbage transplant and field performance. HortScience 23(2): 310-311.
- MILKS, R., FONTENO, W. and LARSON, R. 1989. Hydrology of horticultural substrates: III. Predictin air and water content of limited-volume plug cells. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114(1): 57-61.
- NAREA, G y VALDIVIESO, C. 2002. Agricultura orgánica. Situación actual, desafíos y técnicas de producción. Servicio Agrícola y Ganadero, Departamento de Protección Recursos Naturales Renovables. Chile. 150 p.
- ODELL, G., CANTLIFFE, D., BRYAN, H. And STOFFELLA, P. 1992. Stand establishment of fresh-market tomatoes sown at high temperatures. HortScience 27(7):793-795.
- OLBRICH, W. 1995. El guano de oveja como abono. En: Revista el Campesino, Mayo, volumen 12(5). 22-28 p.
- PAILLÁN, H. 1998. Cultivos forzados. Situación actual y desafíos tecnológicos. En: Décimas jornadas de extensión agrícola. Universidad Católica de Temuco: Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales. Temuco (Chile). 189 p.

RAÑILEO, F. 1995. Cultivo de pepino ensalada en invernadero. Informe de Práctica Profesional presentado para optar al título de Técnico Universitario en Producción Agropecuaria. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales. Universidad Católica de Temuco. Temuco, Chile.

SAAVEDRA del R y RIED, R. (2003), Hortalizas. En: Tierra Adentro N° 52 Septiembre a Octubre 2003. INIA, Estación Experimental La Platina. Santiago

SAN MARTÍN, S. 2002. Propagación de hortalizas. En: Curso de producción de hortalizas, "Metodología de producción de calidad, post cosecha, valor agregado y comercialización". Temuco; Chile. pp. 2-24.

SENIZ, V. 1994. Seedling production in solanaceae crops. Acta Horticulturae 366: 243-250.

SIMPSON, K. 1986. Abonos y estiércoles. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza. España. 273 p

SOTO, A. 1989. Costos de producción de cultivos hortícolas bajo plástico. En: seminario de cultivos hortícolas bajo plástico. INIA. Angol.

SPLITTSTOSSER, W. 1979. Vegetable growing handbook. The Avi, Wesport, USA. 298 p.

STEPHENS, J. 1975. Starting the garden with transplants. Vegetable Crops Fact Sheet. University of Florida. Institute of Food and Agricultural Services.

- TAPIA, L. Y DOUSSOLIN, E. 1983. Evaluación de dos sistemas de establecimiento del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum*, MILL) en el valle de Azapa, I Región, Chile. *Idesia* 7: 39-44.
- THOMAS, B. 1993. Overview of the Speedling, incorporated, transplant industry operation. Proceeding of the colloquium. Status of transplant technology in the United States, Orient, and Australia: New ideas from research for comercial adaptation. *Hort Technology* 3(4): 406 – 408 p.
- VOLOSKY, M. 1974. Hortalizas, cultivo y producción en Chile. Universitaria. Santiago, Chile. 553 pp.
- WESTON, L. And ZADASTRA, B. 1986. Effect of root container size and location of production on growth and yield of tomato transplants. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 111(4):498-501.
- WESTON, L. 1988. Effect of root container size and location of production on growth and yield of tomato transplants, *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 111(4): 498-501.

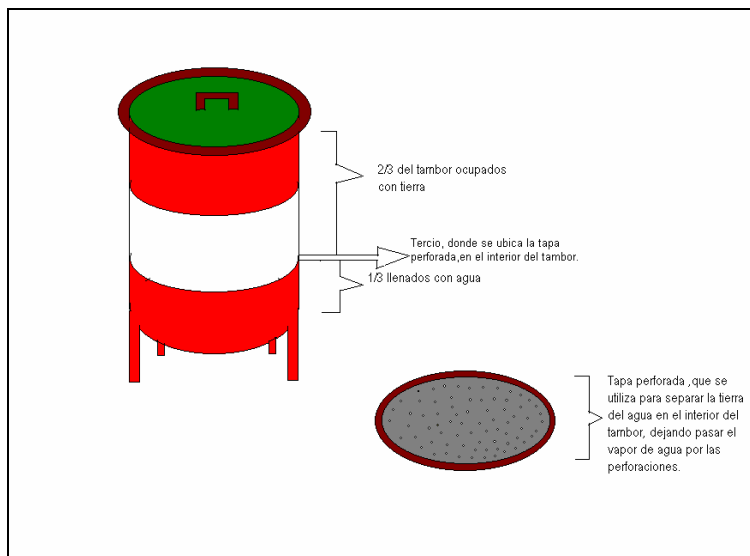
VIII ANEXOS



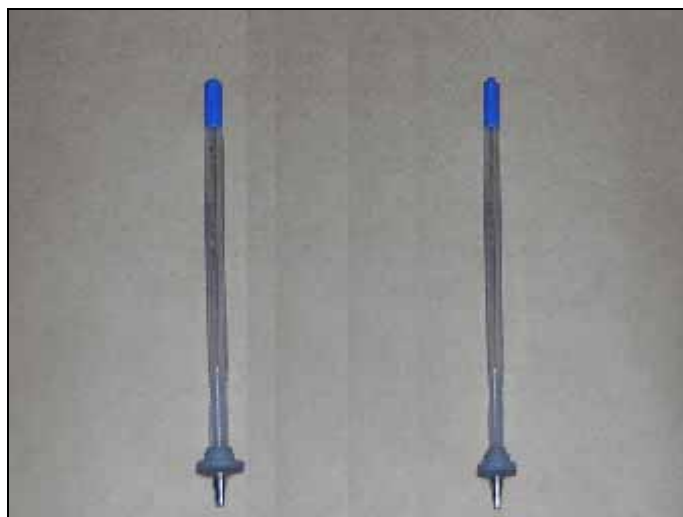
ANEXO 1. Balanza analítica.



ANEXO 2. Horno para determinar materia seca.



ANEXO 3. Horno artesanal para esterilizar tierra.



ANEXO 4. Sembrador adaptado para 1 cm. de Profundidad.



ANEXO 5. Regadores de contenedor artesanal.



ANEXO 6: Plantines a los 29 días, desde el momento de la siembra.



ANEXO 7: Altura de los plantines al momento del transplante.



ANEXO 8. Largo de raíces de los plantines al momento del transplante

Temperatura del agua de riego	Días de siembra a emergencia			Días de siembra a transplante		
	Media	Desviación Estándar	Error Estándar	Media	Desviación Estándar	Error Estándar
Testigo (10°C)	15,7 a	0,6	0,333	45,3 a	0,6	0,333
40°C	8,3 b	0,6	0,333	29,0 b	0,0	0,001
35°C	6,0 c	0,0	0,001	29,0 b	0,0	0,001
30°C	6,0 c	0,0	0,001	29,0 b	0,0	0,001
25°C	6,0 bc	0,0	0,001	33,0 c	0,0	0,001
20°C	11,7 d	1,5	0,882	36,7 d	0,6	0,333

Letras distintas presentan diferencias significativas (Duncan $P > 0,05$)

ANEXO 9. Días de siembra a emergencia y transplante

Temperatura del agua de riego	Porcentaje de plántulas emergidas		
	Media	Desviación Estándar	Error Estándar
Testigo (10°C)	82,67 a	0,577	0,543
40°C	45,33 b	3,512	0,635
35°C	83,00 a	0,000	0,038
30°C	97,00 c	0,000	0,001
25°C	96,67 c	0,577	0,000
20°C	97,33 c	0,577	0,001

Letras distintas presentan diferencias significativas (Duncan $P > 0,05$)

ANEXO 10. Porcentajes de plantas emergidas.

Temperatura del agua de riego	Altura de plántulas			Longitud radical		
	Media	Desviación Estándar	Error Estándar	Media	Desviación Estándar	Error Estándar
Testigo (10°C)	13,92 a	0,307	0,333	6,82 a cd	0,667	0,333
40°C	14,96 b	0,183	0,333	8,43 b	0,427	0,001
35°C	13,05 c	0,199	0,001	6,97 a c	0,284	0,001
30°C	13,18 c	0,223	0,001	6,83 a c	0,306	0,001
25°C	13,02 c	0,236	0,001	6,40 a d	0,127	0,001
20°C	11,95 d	0,188	0,882	5,94 e	0,279	0,333

Letras distintas presentan diferencias significativas (Duncan $P>0,05$)

ANEXO 11. Altura de plántulas y largo radicular.

Temperatura del agua de riego	Peso fresco raíz			Peso seco raíz		
	Media	Desviación Estándar	Error Estándar	Media	Desviación Estándar	Error Estándar
Testigo (10°C)	0,32 a	0,001	0,213	0,013 a	0,000	0,283
40°C	0,44 b	0,001	0,315	0,015 b	0,001	0,061
35°C	0,44 b	0,002	0,001	0,015 b	0,002	0,001
30°C	0,24 c	0,002	0,001	0,012 a	0,001	0,031
25°C	0,17 d	0,003	0,001	0,013 a	0,003	0,011
20°C	0,19 cd	0,002	0,582	0,006 c	0,002	0,333

Letras distintas presentan diferencias significativas (Duncan $P>0,05$)

ANEXO 12. Peso fresco y peso seco radicular

Temperatura del agua de riego	Peso fresco planta			Peso seco planta		
	Media	Desviación Estándar	Error Estándar	Media	Desviación Estándar	Error Estándar
Testigo (10°C)	0,32 a	0,033	0,113	0,04 a ef	0,008	0,185
40°C	0,44 b	0,072	0,216	0,05 bc ef	0,008	0,055
35°C	0,44 b	0,056	0,001	0,05 bc e	0,006	0,001
30°C	0,42 c	0,061	0,001	0,07 d	0,020	0,042
25°C	0,17 d	0,005	0,001	0,04 abc ef	0,001	0,001
20°C	0,19 cd	0,023	0,781	0,04 ab ef	0,005	0,263

Letras distintas presentan diferencias significativas (Duncan $P > 0,05$)

ANEXO 13. Peso fresco y peso seco de las plantulaza.

Temperatura del agua de riego	Área foliar		
	Media	Desviación Estándar	Error Estándar
Testigo (10°C)	3,578 a	0,022	0,573
40°C	4,436 b d	0,037	0,436
35°C	4,848 b	0,035	0,037
30°C	7,340 c	0,011	0,001
25°C	6,391 c	0,046	0,000
20°C	5,179 d	0,017	0,028

Letras distintas presentan diferencias significativas (Duncan $P > 0,05$)

ANEXO 14. Área foliar de los plantines al momento del transplante