

UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y FORESTALES



**EVALUACIÓN DE SUSTRATOS EN BASE A TURBA Y SUELO ANDISOL EN
DOS TIPOS DE CONTENEDORES SOBRE PARÁMETROS DE CRECIMIENTO
Y DESARROLLO EN PLANTINES DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill.)**

Tesis presentada a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de La Frontera. Como parte de los requisitos para optar al título de Ingeniero Agrónomo.

CLAUDIO ANDRES ILLESCA VIVEROS

TEMUCO – CHILE
2012

**UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y FORESTALES**



**EVALUACIÓN DE SUSTRATOS EN BASE A TURBA Y SUELO ANDISOL EN
DOS TIPOS DE CONTENEDORES SOBRE PARÁMETROS DE CRECIMIENTO
Y DESARROLLO EN PLANTINES DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill.)**

Tesis presentada a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de La Frontera. Como parte de los requisitos para optar al título de Ingeniero Agrónomo.

CLAUDIO ANDRES ILLESCA VIVEROS

PROFESOR GUIA: RODOLFO ISIDRO PIHAN SORIANO

TEMUCO – CHILE
2012

**EVALUACIÓN DE SUSTRATOS EN BASE A TURBA Y SUELO ANDISOL EN
DOS TIPOS DE CONTENEDORES SOBRE PARÁMETROS DE CRECIMIENTO
Y DESARROLLO EN PLANTINES DE TOMATE (*Licopersicon esculentum* Mill.)**

PROFESOR GUIA

: RODOLFO ISIDRO PIHAN SORIANO
INGENIERO AGRONOMO
DPTO. PRODUCCION AGROPECUARIA
UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA

PROFESORES CONSEJEROS

: JUAN CARLOS GARCIA DIEZ
INGENIERO AGRONOMO
DPTO. PRODUCCION AGROPECUARIA
UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA

CALIFICACION PROMEDIO TESIS

:

DEDICATORIA

"Examina la senda de tus pies, y todos tus caminos sean rectos". Prov. 4:26

*Dedico a Dios primeramente por darme el motivo de vivir y haber puesto sus ojos en mí para ser
Su hijo.*

A mi familia a quienes amo profundamente.

A mis amigos.

*A Mario Andrés Aravena Alvarez (Q.E.P.D) ..ya no está presente físicamente, pero fue parte de
este logro compartiendo su amistad y su intimidad familiar, que incluyó largas noches de
estudio e informes, conversaciones, salidas, y recuerdos que arraigaré para siempre en mi
memoria. En cualquier lugar que me desempeñe a futuro, llevará el sello de un gran amigo y de
un gran luchador.*

AGRADECIMIENTOS

A Dios primeramente, El conoce mi vida y sabe lo agradecido que estoy para con El.

A mi familia: Papá, Mamá, Alexa y Cristian.. son mi ancla y mi soporte, son mis amigos, mis cómplices, son el regalo que Dios me dió.

A mis amigos, no podría dejar fuera a Luciano Valdés y Moisés Oñate; por darme la oportunidad de compartir junto a ellos en LTP.. grandes años y muy buenos recuerdos.

A mi amiga Pamela Acevedo, por estar siempre y en cada momento conmigo.. si hay alguien incondicional, esa persona eres tú.

A mi amiga Yasna Parra, por llenar de alegría tantos momentos con risas que duraban tardes enteras.

A Francisca Molina por su amistad que perdura en la distancia.

A mis amigos en general.

A mi profesor guía don Rodolfo Pihán S., por su paciencia y colaboración en la realización de este trabajo; asimismo a mi profesor consejero don Juan Carlos García, por su comprensión y disposición.

INDICE

Capítulo		Página
1	INTRODUCCION.	1
2	REVISION BIBLIOGRAFICA.	3
2.1	Antecedentes generales del cultivo de tomate	3
2.2	Requerimientos ambientales	5
2.2.1	Temperatura	5
2.2.2	Suelo	5
2.3	Germinación de la semilla	6
2.3.1	Condiciones ambientales para el período de germinación	6
2.3.1.1	Madurez de la semilla	6
2.3.1.2	Factores ambientales	6
2.3.1.3	Suelo	7
2.3.1.4	Humedad del suelo	7
2.3.1.5	Rol del oxígeno	8
2.4	Condiciones ambientales para el período de crecimiento	8
2.4.1	Clima	8
2.4.2	Temperatura	8
2.5	Producción de tomate en invernadero	9
2.5.1	Sustrato	10
2.5.2	Semillero	11
3	MATERIALES Y METODOS	12
3.1	Ubicación y fecha del ensayo	12
3.2	Invernadero	12
3.3	Materiales	13
3.3.1	Material vegetal	13
3.3.2	Equipos e instrumentos	13
3.4	Manejo agronómico del cultivo	13

3.4.1	Sistema de cultivo	13
3.4.2	Almácigo	13
3.4.3	Control de malezas, enfermedades y plagas	14
3.4.4	Riego y fertilización	14
3.5	Evaluaciones	15
3.5.1	Crecimiento y desarrollo	15
3.6	Obtención de parámetros morfométricos	15
3.6.1	Germinación	15
3.6.2	Cantidad de hojas verdaderas	15
3.6.3	Altura del plantín	15
3.6.4	Diámetro de cuello	15
3.6.5	Longitud de raíz	15
3.6.6	Peso fresco	16
3.6.7	Peso seco	16
3.7	Diseño experimental	16
3.7.1	Tratamientos	16
3.8	Análisis estadístico	17
4	RESULTADOS Y DISCUSION	19
4.1	Evaluación de componentes de crecimiento y desarrollo	19
4.1.1	Germinación	19
4.1.2	Cantidad de hojas verdaderas	20
4.1.3	Altura del plantín	22
4.1.4	Diámetro de cuello	23
4.1.5	Longitud de raíz	25
4.1.6	Peso fresco	26
4.1.7	Peso seco	28
5	CONCLUSIONES	30
6	RESUMEN	31
7	SUMMARY	32
8	LITERATURA CITADA	33

INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1 Efecto del % de turba en el sustrato en bandejas con celdas de distinto volumen sobre la germinación.	20
2 Efecto de los diferentes sustratos en emisión de hojas verdaderas en plantines de tomate.	21
3 Efecto de los diferentes sustratos en la altura de plantines de tomate.	22
4 Efecto de los diferentes sustratos en el diámetro de cuello de plantines de tomate.	24
5 Efecto de los diferentes sustratos en la longitud de raíz de plantines de tomate.	26
6 Efecto de los diferentes sustratos en el peso fresco de plantines de tomate.	27
7 Efecto de los diferentes sustratos en el peso seco de plantines de tomate.	28

INDICE DE CUADROS

Figura	Página
1 Análisis químico de los sustratos utilizados en los tratamientos.	14
2 Tratamientos de acuerdo a porcentaje de turba añadido al sustrato.	17

1. INTRODUCCIÓN

En nuestro país, el tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), es el cuarto cultivo hortícola en superficie, después del choclo, lechuga y zapallo temprano y de guarda. Según ODEPA (2011), la superficie total de hortalizas en Chile para el año 2010 alcanzó las 80.277 hectáreas, lo que significó una baja de 4,8% respecto del año anterior; de las cuales 5.165 fueron de tomate para consumo fresco equivalente al 6,43% del total. El tomate por su gran demanda y su alto potencial de rendimiento hacen que esta hortaliza sea una de las mas sembradas en los invernaderos de todo el mundo.

Es cultivado bajo invernadero o al aire libre, para consumo fresco o agroindustrial, siendo un cultivo de importancia en cuanto a la superficie destinada anualmente a su producción, como por la rentabilidad obtenida. El cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero, nos permite establecerlo en zonas en las cuales el clima no satisface todos los requerimientos, principalmente temperatura, humedad relativa, luminosidad, ventilación, entre otros. Su cultivo generalmente es anual, pero es posible tener una producción continua bajo invernadero.

Una de las principales limitaciones para establecer este cultivo en el Llano Central de la IX Región de La Araucanía, es el alto costo de implementación bajo condiciones de invernadero, ya que esta zona restringe su establecimiento al aire libre debido a las condiciones climáticas.

Sin embargo, se deben utilizar diversas estrategias de cultivo bajo cubierta, utilizando sustratos y contenedores que permitan obtener plantines de calidad para el trasplante.

Es así, como en el presente estudio se plantea como hipótesis de trabajo que los plantines de tomate no tendrán respuesta frente a diferentes sustratos y tamaño de contenedores usados para su producción.

Por lo señalado anteriormente, el objetivo general de la investigación es: Analizar el efecto de diferentes tamaños de contenedores y sustratos sobre parámetros de crecimiento y desarrollo en plantines de tomate.

De acuerdo al objetivo general, se plantean los siguientes objetivos específicos:

1. Evaluar el efecto de diferentes tamaños de contenedores sobre el crecimiento de plántulas de tomate.
2. Determinar el efecto de diferentes mezclas de sustrato (suelo más turba), en diferentes proporciones sobre plántulas de tomate.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Antecedentes generales del cultivo de tomate.

El tomate pertenece a la familia Solanaceae y su nombre científico es *Lycopersicon esculentum* Mill (Maroto, 2002), planta dicotiledónea (Nuez, 2001), potencialmente perenne y muy sensible a heladas, lo que determina su ciclo anual, de distinta duración según la variedad. (Rodríguez *et al.*, 1997). Es una de las plantas hortícolas de mayor importancia; proporciona producto para el consumo fresco y para la industria. Es una de las plantas que ha sido más investigada por los estudiosos, en todos sus aspectos básicos y agrícolas. Fruto rico en vitaminas A y C. (Giaconi y Escaff, 2004).

Según (Hunziiker, 1979), citado por (Esquinas y Nuez, 1995), la taxonomía aceptada es:

Clase : Dicotiledónea.
Orden : Solanales (Personatae).
Familia : Solanácea.
Subfamilia : Solaniodeae.
Tribu : Solaneae.
Género : Licopersicon.
Especie : Esculentum.

Es originaria de América tropical, fue llevada desde México a Europa alrededor del año 1550 y luego propagada por todo el mundo. Es una de las plantas hortícolas de mayor importancia; proporciona producto para el consumo fresco y para la industria extendiéndose desde Ecuador al norte de Chile (Bravo y Aldunate, 1986 citado por Arriagada, 1997). Desde las regiones de origen probablemente fue llevado en épocas remotas hacia México, país que se tornó en el centro de domesticación y diversificación de las variedades cultivadas y desde este lugar fue introducido a Europa, siendo posteriormente propagada por todo el mundo (Giaconi y Escaff, 2001; Rubatzky y Yamaguchi, 1999; Wien, 1997).

En la actualidad, es una especie de gran importancia y crecimiento en el mundo, donde destacan países como: China, India, Estados Unidos y Egipto, como los países de mayor superficie cultivada y, al mismo tiempo, como ejemplos de su amplia distribución actual (Krarup y Moreira, 2003).

Durante el año 2008, la FAO reportó que China obtuvo una producción de 39.938.708 toneladas de tomate, siendo éste el principal productor mundial. Lo siguió Estados Unidos, India, Turquía y Egipto. Por otro lado, Brasil ocupó el octavo lugar a nivel mundial, siendo el primero de Sudamérica con 3.867.660 toneladas. En lo que respecta a Chile, éste se ubicó en el décimo séptimo lugar del listado a nivel mundial, y segundo en Sudamérica con 977.000 toneladas. Sin embargo el Instituto Nacional de Estadísticas (INE) indicó que para el año 2008 se obtuvo una producción de 316.028 toneladas; tres veces menos de acuerdo a lo señalado por la FAO.

Según ODEPA (2011), la superficie total de hortalizas en Chile para el año 2010 alcanzó las 80.277 hectáreas; de las cuales 5.165 fueron de tomate para consumo fresco equivalente al 6,43% del total, ocupando el cuarto lugar de especies hortícolas con mayor superficie. Las regiones que más producen son: Valparaíso, Metropolitana, de O'Higgins y del Maule, las que suman el 66% de la producción total.

La región de La Araucanía, es considerada una de las regiones de menor importancia hortícola a nivel país. No cuenta con información estadística actualizada al respecto; sin embargo, el VII Censo Agropecuario del año 2007 informó que en la zona existían 4.526 hectáreas de hortalizas, lo que representaba el 4,7% del total nacional. Con respecto al tomate para consumo fresco, la región poseía 166 hectáreas de las cuales 7 estaban en invernadero. La mayor superficie se concentraba en la provincia de Malleco con 148 ha y solo 1 ha con sistema de cultivo bajo cubierta plástica. Según lo planteado por Kehr (2003), la producción en La Araucanía no alcanza a abastecer la demanda debido a la estacionalidad y falta de volúmenes, por lo cual se debe acceder a hortalizas de la zona central para completar la demanda, especialmente en el periodo invernal.

2.2 Requerimientos ambientales.

Los factores ambientales ejercen influencia sobre los procesos nutritivos de las plantas, y éstos afectan al desarrollo, crecimiento y producción de las mismas, principalmente porque afectan a su fisiología (Guzmán, 2000).

2.2.1 Temperatura. Pihán y Marín (2000) mencionan que, en cuanto a sus requerimientos de temperatura, la mínima para el crecimiento es de 10 °C y la máxima es de 30 °C. Fuera de este rango el crecimiento de la planta y la floración son afectados negativamente. Las temperaturas óptimas para los distintos estados son de 18 a 20 °C día para la germinación, 18 a 20 °C día y 15 °C noche para el crecimiento vegetativo, 22 a 25 °C día y 13 a 17 °C noche para la floración 22 a 25 °C día y 13 a 17 °C noche para la fecundación y 25 °C día y 18 °C noche para la fructificación.

2.2.2 Suelo. En cuanto al tipo de suelo, González (2003) señala que el tomate prefiere los suelos de textura franco arcillosa a franco arenosa, con un pH entre 5,5 a 6,8 y salinidad de 2,5 mmhos

cm⁻¹ de conductividad y una profundidad mínima de 0,8 m. En cuanto al sistema de cultivo es de almácigo y trasplante, y que la plantación en la zona centro-sur y sur del país debe realizarse a más tardar a fines de agosto o principios de septiembre para obtener producción en noviembre-diciembre. Otra alternativa es la producción otoñal, en marzo-abril, para lo cual debiera plantarse en diciembre.

2.3 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).

2.3.1 Condiciones ambientales 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:

2.3.1.1 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).

2.3.1.2 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.

2.3.1.3 Suelo. Se da bien en varios tipos de suelo, pero para su cultivo de preferencia se requieren aquellos que tengan un buen drenaje dada la susceptibilidad del tomate al exceso de agua (Corfo, 1986; Serrano, 1979 citados por Severino, 1995; Domínguez, 1997; Giaconi y Escaff, 2001). Se adapta mejor a suelos ligeramente ácidos, pero el tomate puede resistir condiciones alcalinas tales como pH 8,0, al igual que una acidez de hasta pH 5,0, pero con estos valores extremos ocurren problemas de disponibilidad de varios nutrientes, por lo cual se recomienda un suelo con un pH entre 5,5 y 6,5, siendo este rango el pH óptimo para el cultivo (Domínguez, 1997; Corfo, 1986 citado por Severino, 1995; Thompson y Kelly, 1977 citados por Bradasic, 1979).

2.3.1.4 Humedad del suelo. Los almácigos deben mantenerse permanentemente con buen nivel de humedad del suelo, evitando periodos de sequía o de excesos. Después de sembrado debe mantenerse constantemente un buen nivel de humedad mediante riegos, siendo mayor esta necesidad cuando se encuentra bajo invernadero (Krarup, 1982 citado por Severino, 1995). Según Casseres (1980), citado por Arriagada (1997), el exceso de humedad reduce la oxigenación del suelo y favorece la ocurrencia de enfermedades radiculares y foliares, pero por otro lado la falta de agua reduce el desarrollo radicular y el crecimiento de la planta, resultando una calidad inapropiada del producto y una reducción de la producción (Ferreira, 1987 citado por Arriagada, 1997). 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”.

Como resultado de su investigación, concluyen que 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. El tomate se encuentra en el grupo 1 de lo mencionado anteriormente.

2.3.1.5 Rol del oxígeno. El oxígeno está, por lo general, limitado sólo cuando el espacio de los poros del suelo alrededor 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 cucurbitáceas, 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).

2.4 Condiciones ambientales para el período de crecimiento.

2.4.1 Clima. El tomate es una planta de estación calurosa, siendo sensible a las heladas (Casseres, 1971 citado por Bradasic, 1979; Giaconi y Escaff, 2001). La época más temprana aconsejable para el cultivo de los almácigos es octubre y la época de trasplante noviembre, siendo esto variable de acuerdo a la localidad, dependiendo de las heladas. (Krarup, 1982 citado por Severino, 1995)

2.4.2 Temperatura. 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; 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). Las plantas son propagadas por siembra directa en el campo o con trasplante (Rubatzky y Yamaguchi, 1999). Cuando se siembran en almácigos, la temperatura del suelo entre 10 y 25 °C, permite una germinación cercana al 100% y para el crecimiento adecuado de las raíces las temperaturas pueden variar entre 18 °C y 27 °C (Giaconi y Escaff, 2001; Rubatzky y Yamaguchi, 1999; Wien, 1997). El proceso de germinación es favorecido por la oscuridad y alternancia de temperaturas diurnas de 26 °C y nocturnas de 20 °C (Bravo y Aldunate, 1986 citados por Merino, 1989); Giaconi y Escaff (2001) señalan, que una vez que la plántula ha emergido, los requerimientos de temperaturas son menores que los de germinación. Es así que durante el crecimiento inicial, durante el día requiere temperaturas entre 15 °C y 21 °C y en la noche entre 14 °C y 17 °C (Rubatzky y Yamaguchi, 1999). Sobre los 35 °C prácticamente se detiene el crecimiento, mientras que las temperaturas inferiores o iguales a 0°C matan la plántula (Corfo, 1986; Merino, 1989 citados por Severino, 1995). Mientras tanto Pihán y Marín (2000) señalan que para el crecimiento vegetativo, 22 a 25 °C día y 13 a 17 °C noche.

2.5 Producción de tomate en invernadero.

En Chile, el cultivo de tomate como cultivo forzado se realiza en invernaderos sin calefacción denominados fríos (Giaconi y Escaff, 1998), por no poseer equipos de control de factores ambientales, como la temperatura, humedad e intensidad de luz.

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.

Aljaro (1997) suscribe que el desarrollo de los cultivos en invernaderos radica en la modificación de la productividad de diversas especies, ya que se saca partido no solo de la superficie del terreno sino también del volumen sobre el suelo, así se incrementa el rendimiento de los cultivos. Esto significa aprovechar gran parte del ambiente por medio de diversos sistemas de conducción y sustentación de las plantas. Por otro lado, Paillán (1998), señala que la producción forzada de hortalizas, se ha constituido en una actividad productiva de relevancia económica y tecnológica en diversas áreas geográficas.

Para poder comprender el manejo que requiere el cultivo forzado de tomate es necesario, previamente, conocer las características de la planta y los requerimientos climáticos que tiene para su crecimiento, floración y fructificación (González, 1994).

2.5.1 Sustrato. Según Abad (1991), 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. De acuerdo a Schrader (2003), el sustrato tiene tres funciones básicas: proveer un soporte a la planta, mantener el agua y los nutrientes y permitir el intercambio de gases con las raíces. Además, el o los componentes del sustrato, deben estar disponibles en el área en que se realizan los almácigos, considerando el volumen que debe trasladarse (Escaff, 1993). 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.

2.5.2 Semillero. Son de distintas características según los ciclos productivos que se trate. En invernaderos suelen utilizarse “speedlings” con diversos sustratos como la turba, arena y otros componentes (Maroto, 2002). La preparación de la planta en semillero tiene una duración que varía según el tamaño deseado que se quiere alcanzar (Nuez, 2001). A los 30-35 días de la siembra, la planta con 3 hojas verdaderas (unos 12 cm. de altura) estaría en condiciones de trasplante al terreno (Wittwer y Honma, 1979 citado por Nuez, 2001). 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. La producción de plantas mediante almácigo y trasplante, es un sistema que requiere de una serie de detalles productivos. La definición de almácigo se comprende como el lugar donde se crían provisoriamente las plantas durante la primera parte de su desarrollo. 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, 1993)

El proceso productivo de hortalizas involucra en algunas especies la propagación por siembra directa en el lugar definitivo y en otras, la realización de un almácigo para posterior trasplante al lugar definitivo (Escaff, 1993).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Ubicación y fecha del ensayo.

El experimento se realizó a fines de Octubre hasta inicio de Diciembre de 2010, en uno de los invernaderos situado en sector lateral izquierdo de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales, perteneciente a la Universidad de La Frontera, ubicado en la ciudad de Temuco, región de La Araucanía (Lat. 38°45' S; Long. 72°37' O, a 114 m.s.n.m).

Para la investigación se diseñó y efectuó el ensayo bajo condiciones de temperatura y humedad controladas bajo cubierta. El ensayo consistió en evaluar parámetros de crecimiento y desarrollo de plantines de tomate bajo dos tipos de contenedores y distintos porcentajes de turba en el sustrato.

3.2 Invernadero.

Se utilizó un invernadero de estructura metálica y de madera, con orientación este-oeste para un mejor aprovechamiento de la luz en épocas de menor fotoperíodo. La cubierta utilizada fue polietileno transparente de 0,20 mm de espesor; el sistema de ventilación de la estructura es a través de ventiladores en la parte frontal y trasera.

3.3 Materiales.

3.3.1 Material vegetal. El material de experimentación fueron semillas de tomate cultivar Cal Ace, planta de gran resistencia y adaptación, de crecimiento determinado y madurez media tardía. Su fruto es de forma globular achatada, de consistencia firme, y buena coloración, de tamaño medio a grande, peso aproximado 170 gr., tolerancia a *Verticilium albo-atrum*, *Fusarium oxysporum*, *ascochyta sp.*

3.3.2 Equipos e instrumentos. Se utilizaron cinco bandejas speedling de 128 celdas en que cada celda tenía un tamaño de 43 cm³, cinco bandejas de tubetes individuales de 108 celdas en que cada tubete tenía un tamaño de 130 cm³, una balanza digital de sensibilidad 0.1 g marca Clever, pie de metro, regla graduada en centímetros, aspersor de agua para riego con gota fina para no dañar los plantines, horno para deshidratar muestras, bolsas de papel para evaluaciones de materia seca, cuaderno de anotaciones.

3.4 Manejo agronómico del cultivo.

3.4.1 Sistema de cultivo. Se empleó el sistema de almácigo en cinco bandejas speedling de 128 celdas y cinco bandejas de tubete individual de 108 celdas.

3.4.2 Almacigo. La siembra se realizó el día 19 de octubre de 2010, en bandejas speedling y tubetes individuales. Se utilizó un sustrato (PRO-MIX®), compuesto por turba de *Sphagnum canadiense* (75-85% en volumen); perlita; vermiculita; cal dolomita y calcita (ajuste del pH); agente humectante y hongo endomicorrízico. Otro sustrato utilizado fue suelo andisol perteneciente a la serie Freire, familia Temuco.

Una vez realizado el llenado de los contenedores, se depositaron las semillas y se identificó con la fecha de siembra. Los contenedores se mantuvieron bajo condiciones de invernadero

y con riegos diarios para asegurar el óptimo crecimiento de los plantines.

3.4.3 Control de malezas, enfermedades y plagas. El control de malezas se realizó de forma manual, con una alta frecuencia, monitoreada cada día. La prevención de enfermedades y plagas se realizó desinfectando previamente las bandejas, el suelo mullido y los implementos de trabajo. La semilla utilizada se encontraba previamente desinfectada. Se realizaron aplicaciones constantes de fungicidas y bactericidas dentro del invernadero, además de la mantención de higiene del lugar como protocolo de sanidad. Por tal motivo no se continuó realizando durante el período.

3.4.4 Riego y fertilización. El riego se realizó de forma manual mediante un sistema de pulverización, con el fin de no dañar las plántulas y realizarlo de manera dirigida. En cuanto a la fertilización, ésta no se realizó debido a los niveles adecuados que arrojó el análisis químico de suelo utilizado como parte del sustrato utilizado.

Cuadro 1. Análisis químico de los sustratos utilizados en los tratamientos.

Muestra	Suelo	Turba
P (mg/kg)	26	31
K (mg/kg)	211,14	997,05
pH (en agua)	7	7
M. O. (%)	9	47
K (cmol+/kg)	0,54	2,55
Na (cmol+/kg)	0,11	0,76
Ca (cmol+/kg)	13,80	38,70
Mg (cmol+/kg)	0,93	16,60
Al (cmol+/kg)	0,02	0,02
Sat. Al (%)	0,13	0,03
CICE (cmol+kg)	15.40	58,63
S. Bases (mg/kg)	15,38	58,61

3.5 Evaluaciones.

Se midieron en un número de cinco plantines por cada repetición, es decir, en un total de veinte plantines por cada tratamiento.

3.5.1 Crecimiento y desarrollo. Se registró el porcentaje de germinación de las semillas de tomate. Posteriormente se registró la altura de planta, cantidad de hojas verdaderas, diámetro de cuello, longitud de raíces, masa expresada en términos de peso fresco y peso seco.

3.6 Obtención de parámetros morfométricos.

3.6.1 Germinación. Se registró los días transcurridos desde el momento de la siembra hasta que ocurrió el mayor porcentaje de emergencia de todos los plantines de cada tratamiento.

3.6.2 Cantidad de hojas verdaderas. Se realizó un conteo de hojas verdaderas a 5 plantines de cada tratamiento a los 45 días.

3.6.3 Altura (cm). Se utilizó una regla graduada en 30 centímetros. Se midieron 5 muestras por cada tratamiento y repetición desde la base del tallo hasta el ápice.

3.6.4 Diámetro de cuello (cm). Se midieron 5 plantines por cada tratamiento y repetición en el cuello del tallo utilizando un pie de metro manual.

3.6.5 Longitud de raíz (cm). En 5 plantines por tratamiento y repetición, se midió con una regla graduada de 30 cm., desde el inicio de la raíz en la base del cuello hasta la estructura radicular más extrema.

3.6.6 Peso fresco (g). Se registró el peso fresco de 5 plantines de cada tratamiento y repetición utilizando una balanza electrónica con precisión al décimo de gramo.

3.6.7 Peso seco (g). Una vez que se registró el peso fresco de las 5 plantines de cada tratamiento y repetición, y se colocaron en bolsas de papel debidamente identificadas y se llevaron a una estufa de secado a 65 °C por 48 horas, hasta obtener un peso constante.

3.7 Diseño experimental.

Se utilizó un diseño Factorial AxB completamente aleatorizado, el cual contaba de diez tratamientos y cuatro repeticiones.

La unidad experimental estaba constituida por parcelas que contenían veinticinco plantas cada una. Los tratamientos fueron demarcados con una etiqueta individual para cada uno de ellos. La población total del ensayo era de mil plantines.

3.7.1 Tratamientos. Se evaluaron 5 tipos de sustrato en 2 tipos de tubete de diferente tamaño en tomate cultivar Cal Ace, donde T_c es tubetes chicos y T_g en tubetes grandes. El tratamiento testigo fue el sustrato 0% turba, tanto en T_c como en T_g . El tiempo de evaluación estuvo comprendido desde el día 19 de Octubre de 2010 hasta el 02 de Diciembre de 2010. A continuación se muestra la simbología que se utilizará para describir los tratamientos:

T_x^z

X: tubete grande: g

tubete chico: c

Z: % de turba en la mezcla: 0, 25, 50, 75 ó 100.

Cuadro 2. Tratamientos de acuerdo a porcentaje de turba añadido al sustrato.

Contenedor	Sustrato
T_g^{100t}	0% turba (PRO-MIX®) + 100% suelo andisol.
T_g^{75t}	25% turba (PRO-MIX®) + 75% suelo andisol.
T_g^{50t}	50% turba (PRO-MIX®) + 50% suelo andisol.
T_g^{25t}	75% turba (PRO-MIX®) + 25% suelo andisol.
T_g^{0t}	100% turba (PRO-MIX®).
T_c^{100t}	0% turba (PRO-MIX®) + 100% suelo andisol.
T_c^{75t}	25% turba (PRO-MIX®) + 75% suelo andisol.
T_c^{50t}	50% turba (PRO-MIX®) + 50% suelo andisol.
T_c^{25t}	75% turba (PRO-MIX®) + 25% suelo andisol.
T_c^{0t}	100% turba (PRO-MIX®).

3.8 Análisis estadístico.

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para verificar la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos en cada parámetro evaluado. La comparación de promedios fue determinada según la Prueba de Tukey, con un nivel de significancia de 0,05. Todos los análisis estadísticos se realizaron en el paquete estadístico JMP, Versión 8.SAS Institute Inc., Cary, NC, 1989-2009 para Windows.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 3, se presentan los niveles de significancia de los análisis de varianza obtenidos para: porcentaje de germinación, altura de planta, número de hojas verdaderas, diámetro de cuello, longitud de raíces, peso fresco y peso seco.

Cuadro 3. Nivel de significancia de las diferencias entre los promedios de los parámetros evaluados.

Fuente de variación	Germinación (%)	Altura planta (cm)	Cantidad hojas verdaderas (n°)	Diámetro cuello (cm)	Longitud raíces (cm)	Peso fresco (g)	Peso seco (g)
Tratamientos	NS	*	*	*	*	*	*

*: Existe diferencia significativa ($P \leq 0,05$).

NS: No existe diferencia significativa.

Los resultados indican diferencias significativas entre los tratamientos para todos los parámetros analizados, excepto en la germinación.

4.1 Evaluación de componentes de crecimiento y desarrollo

4.1.1 Germinación. En ninguno de los tratamientos se evidenció un 100% de germinación; sin embargo, las diferencias observadas no fueron estadísticamente significativas y fluctuaron entre 95% en los tratamientos T_g^{75t} , T_g^{100t} hasta un 98 % en T_c^{0t} y T_c^{50t} . Dada esta situación no se realizó prueba de comparación de medias.

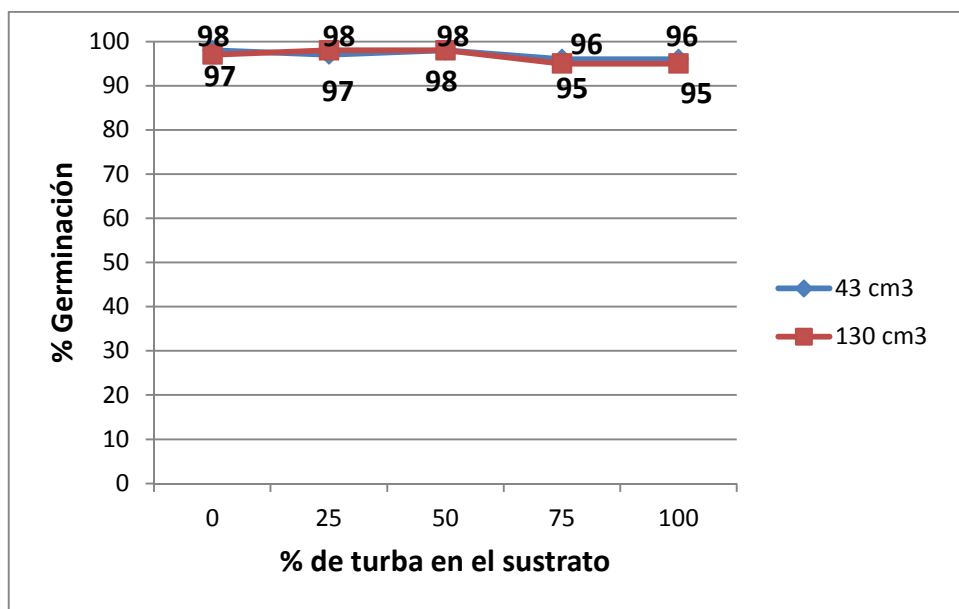
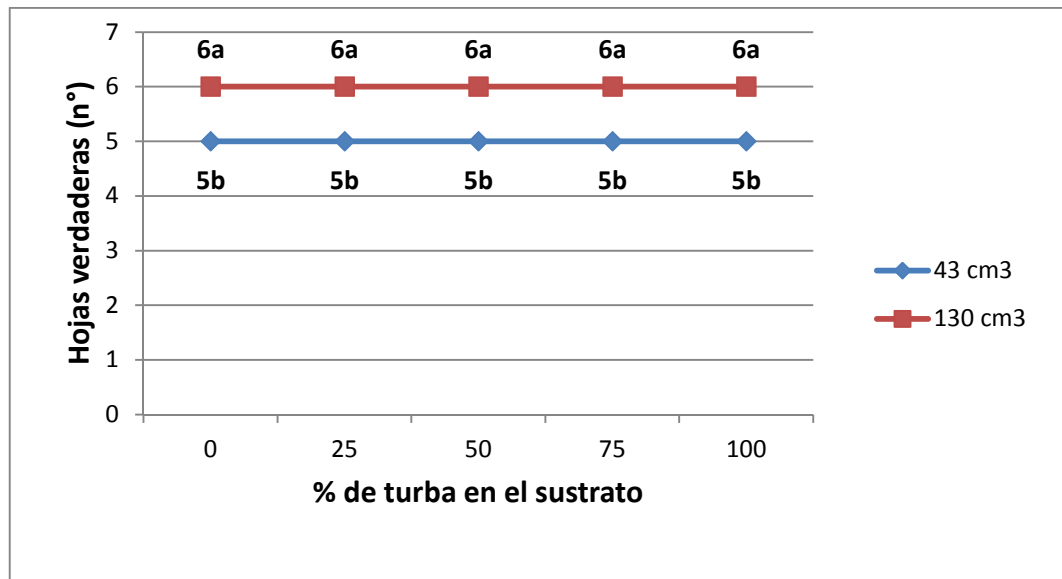


Figura 1. Efecto del % de turba en el sustrato en bandejas con celdas de distinto volumen sobre la germinación.

Estos resultados concuerdan en lo mencionado por Gatica (2004), quien obtuvo un porcentaje de germinación de 97% en promedio. San Martín (2002), señala que según la especie hortícola a propagar no debiera estar bajo el 85%. Además, señala que en el caso de los híbridos de tomates se considera adecuada una germinación de un 90%. De lo anterior se deduce que no se produjo un efecto de los tratamientos sobre la emergencia y sobrevivencia, puesto que en todos los sustratos utilizados se presentaron plántulas sanas, sin síntomas de deficiencia de algún nutriente o ataque de enfermedades.

4.1.2 Cantidad de hojas verdaderas. Se encontró diferencia significativa ($P \leq 0,05$) al comparar las alturas promedios de los plantines según los diferentes tratamientos. En los tratamientos con celdas de 130 cm³ se obtuvieron 6 hojas verdaderas y no se encontraron diferencias significativas entre ellos; sin embargo existen diferencias significativas respecto a los tratamientos sobre bandejas con celdas de 43 cm³ en los cuales se presentaron en promedio 5 hojas verdaderas.



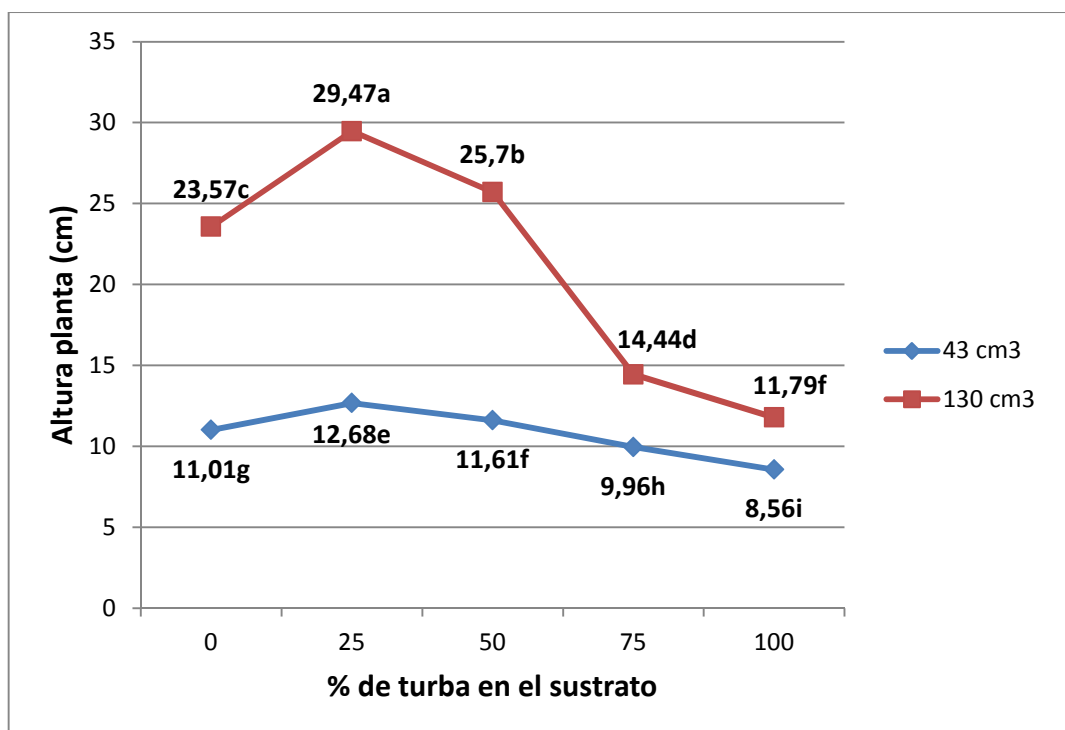
Letras distintas indican diferencias significativas ($P \leq 0,05$)

Figura 3. Efecto de los diferentes sustratos en emisión de hojas verdaderas en plantines de tomate.

Al respecto, Nuez (2001) sostiene que el tallo principal forma de 6 a 12 hojas. Referente a lo recomendado para el trasplante, Krarup y Moreira (2003), indican que las plántulas deben presentar al menos 4 a 5 hojas verdaderas, lo cual se asimila a lo obtenido en la presente investigación, sin embargo en este ensayo se obtuvieron resultados superiores al mencionado por los autores recién mencionados, lo cual puede explicarse por el tiempo al cual el ensayo estuvo sometido, a la calidad del sustrato y el volumen de los tubetes, obteniendo mayor cantidad de hojas emitidas en los tubetes de 130 cm³. Además, Giaconi y Escaff, 2004, agregan que la temperatura ejerce un rol importante entre el estado de cotiledones y 2 hojas verdaderas, lo que pudo haber estado en directa relación a los resultados, considerando que la temperatura del invernadero era adecuada.

4.1.3 Altura. Se observaron diferencias significativas ($P \leq 0,05$) al comparar las alturas promedios de los plantines según los diferentes tratamientos. El tratamiento T_g^{25t} fue estadísticamente superior al resto de los tratamientos alcanzando 29,47 cm. de altura en promedio desde la base hasta el ápice. Le sigue el tratamiento T_g^{50t} con 25,7 cm. de altura, T_g^{0t} con 23,57 cm., T_g^{75t} con 14,44 cm., luego continúa T_c^{25t} con 12,68 cm., T_g^{100t} con 11,79 cm., T_g^{50t} con 11,61 cm., T_c^{0t} con 11,01 cm., los cuales son estadísticamente similares, T_c^{75t} con 9,96 cm., y finalmente T_c^{100t} con

8,56 cm el cual obtuvo el menor crecimiento. El volumen del tubete influyó significativamente en la altura de los plantines, observándose un mayor crecimiento en aquellas almacigueras que contenían tubetes de mayor tamaño. Sin duda, la utilización de turba a un 25% da como resultado la obtención de plantines de mayor altura frente al resto de los tratamientos.



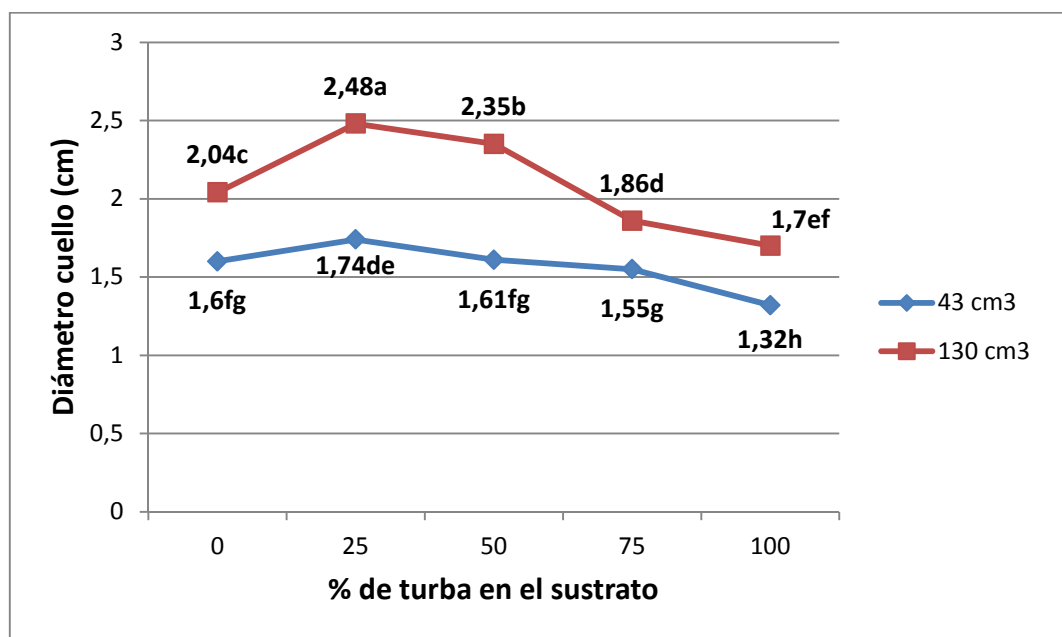
Letras distintas indican diferencias significativas ($P \leq 0,05$)

Figura 2. Efecto de los diferentes sustratos en la altura de plantines de tomate.

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. 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 comenzar estimulando un desarrollo vigoroso del sistema radical, lo cual se logra propagando los plantines en un medio adecuado desde la siembra hasta el trasplante. Esta información respalda el hecho de que mientras más grande sea el volumen del tubete, mayor será el crecimiento y desarrollo que tendrá el sistema radicular, y por ende el sistema aéreo. Cabe señalar que, al añadir un 25% de turba en el sustrato,

éste interactúa con el suelo equilibrando las propiedades físicas, tales como porosidad y mayor retención de humedad para el crecimiento de raíces en el medio.

4.1.4 Diámetro de cuello. Se evaluó el diámetro de cuello de los plantines, los cuales arrojaron diferencias significativas ($P \leq 0,05$) entre ellos, ya sea tipo de bandeja y sustrato. El tratamiento T_g^{25t} , que presentó 2,48 cm., fue el que obtuvo un mayor diámetro a nivel de cuello con respecto al testigo T_g^{0t} con 2,04 cm., estadísticamente diferente a T_g^{50t} , T_g^{75t} , y a T_g^{100t} , el cual es estadísticamente similar a T_c^{25t} con un diámetro de 1,74 cm. En cuanto a los tratamientos con bandeja speedling, éstos presentaron plantines con menor diámetro que en los tratamientos realizados en tubetes, excepto T_c^{25t} , que fue estadísticamente similar a T_g^{100t} . En cuanto a T_c^{50t} , T_c^{0t} y T_c^{75t} , presentaron resultados estadísticamente similares a T_c^{0t} . Por otra parte, T_c^{100t} , fue estadísticamente diferente a los tratamientos anteriores, obteniendo plantines con menor diámetro de cuello de aproximadamente 1,32 centímetros.



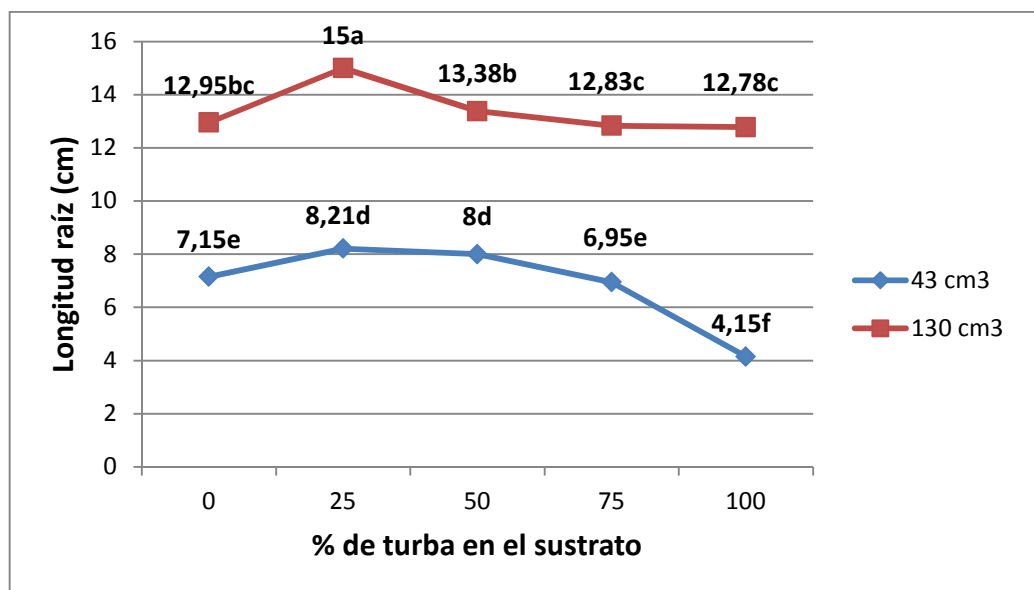
Letras distintas indican diferencias significativas ($P \leq 0,05$)

Figura 4. Efecto de los diferentes sustratos en el diámetro de cuello de plantines de tomate.

Estos resultados concuerdan con Nuez (2001) citando a Kinet (1977), en la cual reportó que el tallo típico debe medir entre 2 a 4 cm. de diámetro en la base el la cual está cubierto por pelos

glandulares y no glandulares que salen de la epidermis. Estos datos concuerdan en parte con los datos obtenidos en la presente investigación, dado que en las bandejas con tubetes de 43 cm³ los valores son inferiores al mínimo que reporta el autor, variando desde 1,32 cm. a 1,74 cm. No obstante, en los tratamientos con tubetes de 130 cm³ sólo dos valores no concuerdan, sin embargo tres tratamientos están por sobre el mínimo descrito por el autor, y que varían entre 2,04 cm. a 2,48 cm. de diámetro, siendo T_g^{75t} el máximo y T_c^{100t} el mínimo. También menciona que cuando la iluminación es igual o superior al óptimo no afecta el desarrollo del tallo pero, para valores subóptimos, un descenso en la iluminación induce un aumento en la elongación del tallo a expensas de otras partes de la planta, dando lugar a tallos más delgados y débiles con una mayor proporción de tejido parenquimático. Esta situación indica que posiblemente pudo haber sido la luz, un factor limitante en el desarrollo del tallo. Giaconi y Escaff, 2004, sostienen que la temperatura juega un rol preponderante entre el estado de cotiledones y dos hojas verdaderas, produciendo tallos más gruesos. Aún así, el volumen del tubete y la concentración de turba poseen una directa relación sobre el engrosamiento del cuello de los plantines.

4.1.5 Longitud de raíz. Se evaluó la longitud de raíz de los plantines, los cuales presentaron diferencias significativas ($P \leq 0,05$). El tratamiento T_g^{25t} obtuvo la mayor longitud de raíz con respecto al testigo T_g^{0t} , siendo 15 cm. su longitud al trasplante y observándose diferencias significativas. En menor grado, la longitud de raíz del tratamiento T_g^{50t} midió 13,38 cm, siendo también estadísticamente diferente al testigo. El tratamiento T_g^{0t} midió 12,95 cm., siendo estadísticamente similar a T_g^{75t} con 12,83 cm. y T_g^{100t} con 12,79 cm. de longitud. En los tratamientos realizados en bandejas con celdas de 43 cm³ se observaron diferencias altamente significativas en algunos tratamientos con respecto a T_c^{0t} . Los tratamientos T_c^{25t} y T_c^{50t} alcanzaron 8,21 cm. y 8 cm. de longitud radical respectivamente, alcanzando los más altos en celdas de 43 cm³ y a su vez no existiendo diferencias significativas entre ellos. En el tratamiento T_c^{75t} no se encontró diferencia significativa con respecto al testigo T_c^{0t} , siendo sus longitudes radicales de 6,95 cm. y 7,15 cm. respectivamente. El tratamiento T_c^{100t} fue estadísticamente diferente e inferior al resto de los tratamientos con 4,15 cm. de longitud radical.



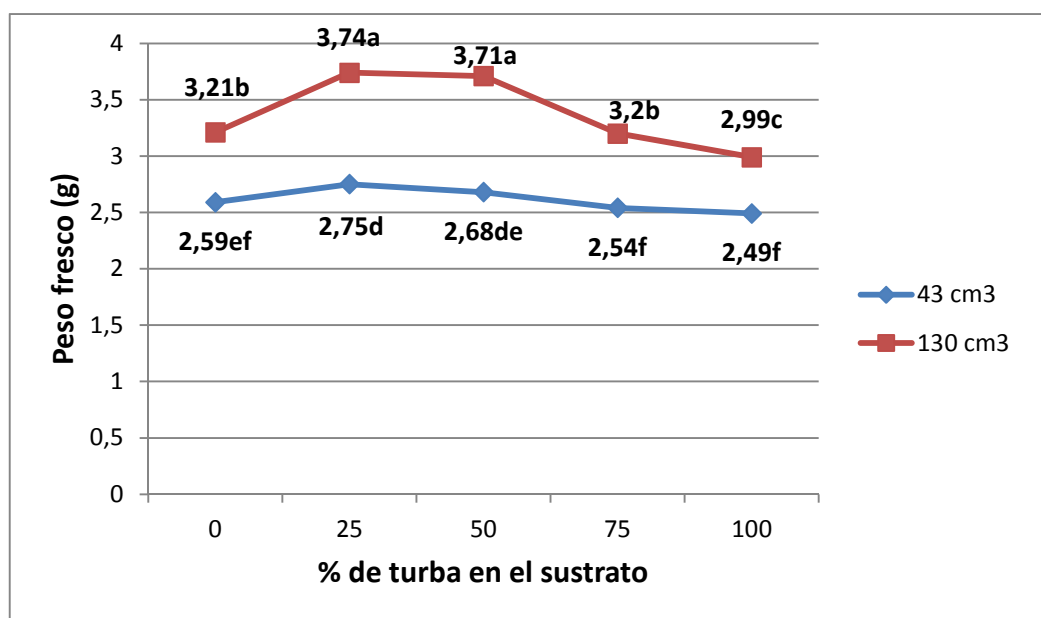
Letras distintas indican diferencias significativas ($P \leq 0,05$)

Figura 5. Efecto de los diferentes sustratos en la longitud de raíz de plantines de tomate.

Los resultados anteriormente presentados difieren a lo obtenido por Gatica (2004), ya que las alturas alcanzadas en su investigación bordearon los 15 cm., los cuales representan la mitad de lo obtenido en este ensayo. Al parecer el volumen del tubete y a la calidad del sustrato utilizado, influyen sobre este parámetro, observándose en los tubetes de 130 cm³ de volumen y un 25% de turba el mayor crecimiento obtenido. Cabe decir que, el medio en el cual se desarrolla el sistema radicular otorga importancia al crecimiento de los plantines, dado a que al tener un mayor espacio para desarrollar este sistema, mayor es la disponibilidad de nutrientes y mayor la capacidad de absorción de agua que tendrá la planta para crecer. 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.

4.1.6 Peso fresco de los plantines. Se encontraron diferencias ($P \leq 0,05$) al comparar los pesos frescos promedios de acuerdo a los distintos tratamientos. Los pesos frescos obtenidos de los tratamientos T_g^{25t} y T_g^{50t} alcanzaron los mayores pesos, 3,74 g. y 3,71 g. respectivamente, encontrándose diferencias altamente significativas con respecto al testigo T_g^{0t} ; y siendo el testigo estadísticamente similar al tratamiento T_g^{75t} , seguido del tratamiento T_g^{100t} con 2,99 g., todos registrados en celdas de 130 cm³. Se obtuvieron menores pesos frescos en los tratamientos

sobre bandejas de 43 cm³, siendo el tratamiento T_c^{25t} el que obtuvo un peso mayor que sus pares con 2,75 g. de peso fresco. Por otra parte el tratamiento T_c^{50t} y T_c^{0t} resultaron ser estadísticamente similares entre ambos y, paralelamente, T_c^{0t} estadísticamente similar a T_c^{75t} y T_c^{100t} .



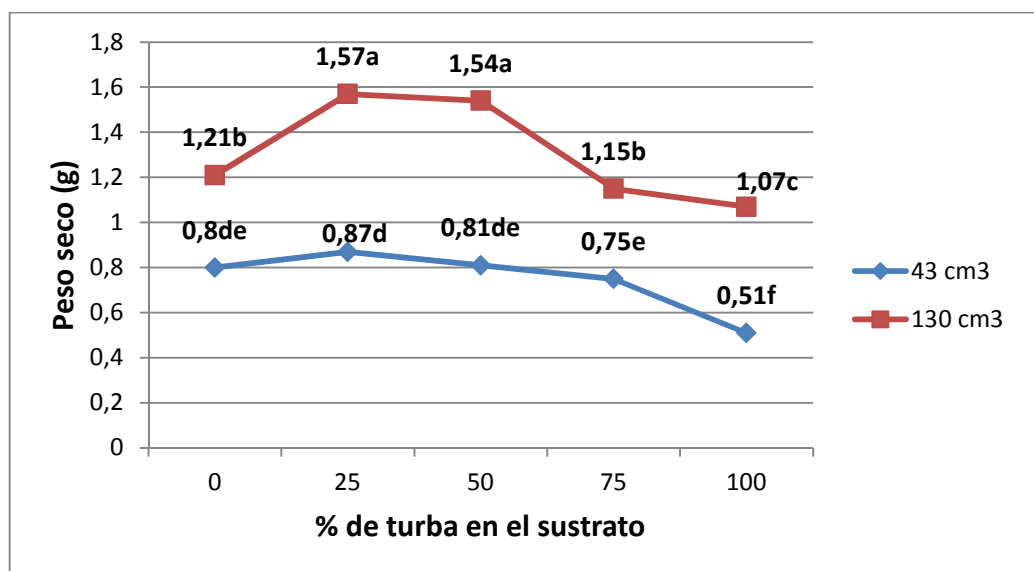
Letras distintas indican diferencias significativas ($P \leq 0,05$)

Figura 6. Efecto de los diferentes sustratos en el peso fresco de plantines de tomate.

Estos resultados difieren a los reportados por Gatica (2004), quien obtuvo plantines con un peso fresco que no superó 1 gramo. Los pesos frescos descritos en la presente investigación bordean desde los 2,49 g. obtenido en T_c^{100t} hasta 3,74 g. obtenido en T_g^{25t} . Estos resultados pueden explicarse a la utilización de sustrato de alta calidad, pero observándose los mayores resultados en el tratamiento T_g^{25t} , el cual contenía 25% de turba. A su vez, el volumen de los tubetes utilizados generó respuesta en la mayoría de los parámetros evaluados, obteniendo plantines de gran crecimiento y acumulación de peso fresco final. También inciden los elementos nutritivos contenidos en los sustratos, siendo éstos descritos en la metodología del capítulo anterior.

4.1.7 Peso seco de los plantines. Se encontraron diferencias altamente significativas ($P \leq 0,05$) al comparar los pesos secos promedios de acuerdo a los distintos tratamientos. Los tratamientos en celdas de 130 cm³ registraron un mayor peso seco de los plantines en relación a los tratamientos realizados en celdas de 43 cm³. Los tratamientos T_g^{25t} y T_g^{50t} resultaron ser estadísticamente

similares entre ambos y superior al testigo T_g^{0t} con 1,57 g. y 1,54 g. respectivamente. Los tratamientos T_g^{0t} y T_g^{75t} son estadísticamente similares con 1,21 g. y 1,15 g. respectivamente. El tratamiento T_g^{100t} fue estadísticamente distinto a sus pares presentando 1,07 g. de peso seco, siendo el peso más bajo en este tipo de celda. Por otro lado, en los tratamientos sobre celdas de 43 cm³, el tratamiento T_c^{25t} registró el peso más alto con 1,07 g., seguido por T_c^{0t} y T_c^{50t} , los cuales son estadísticamente similares a T_c^{75t} dando como resultado 0,80 g., 0,81 g. y 0,74 g. respectivamente. El tratamiento que registró menor peso seco fue T_c^{100t} con 0,51 g.



Letras distintas indican diferencias significativas ($P \leq 0,05$)

Figura 7. Efecto de los diferentes sustratos en el peso seco de plantines de tomate.

Como se explicaba anteriormente para los resultados de peso fresco la dinámica de la tendencia no difiere considerablemente, siendo el tipo de tubete, calidad de sustrato (% de turba añadido) y contenido de elementos nutritivos, los factores que permitieron acumular mayor cantidad de materia seca.

Estos resultados difieren con los obtenidos por Gatica (2004), quien obtuvo pesos bajo el promedio de esta investigación. De acuerdo con lo mencionado, Picken et al, 1986 citado por Nuez, 2001, el crecimiento y la materia seca del tomate aumentan con la temperatura de la raíz hasta un óptimo de 30 °C, a menos que la iluminación sea un factor limitante, lo cual explica que nuevamente es el medio que bordea la raíz, otorga condiciones favorables de temperatura,

humedad y elementos nutritivos para la obtención de plantines de calidad y buena condición para el trasplante.

5. CONCLUSIONES.

En el marco de los resultados presentados en esta investigación y los objetivos planteados para analizar el efecto de diferentes tamaño de contenedores y mezclas de sustrato sobre parámetros de desarrollo y crecimiento en plantines de tomate cultivar Cal Ace, en condiciones de invernadero, se concluye lo siguiente:

1. La germinación de los plantines fue óptima sobre el 90% en ambos tipos de bandeja.
2. Los plantines tratados en contenedores de 130 cm³, presentaron un mayor crecimiento y desarrollo que la evidenciada en contenedores de 43 cm³.
3. Al incorporar mayor porcentaje de turba (PRO-MIX®), los plantines presentaron un menor crecimiento y desarrollo en relación a aquellos que contenían menor cantidad.
4. La incorporación de un 25% de turba (PRO-MIX®) al sustrato produjo plantines de mayor crecimiento y desarrollo otorgando calidad para el trasplante.

A partir de los resultados obtenidos se rechaza la hipótesis planteada, dado que existen diferencias significativas en los parámetros de crecimiento y desarrollo de tomate cultivar Cal Ace entre el tratamiento testigo y los demás tratamientos evaluados.

6. RESUMEN

Entre los meses de Octubre y Diciembre de 2010, se realizó en la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales, perteneciente a la Universidad de La Frontera, ubicado en el Valle Central en la ciudad de Temuco, región de La Araucanía (Lat. 38°45' S; Long. 72°37' O, a 114 m.s.n.m), una investigación con dos tipos de contenedores de diferente tamaño y mezclas de sustrato para evaluar crecimiento y desarrollo en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cv. Cal Ace.

Se evaluó de acuerdo al porcentaje de turba presente en el sustrato en dos tipos de contenedores de diferente tamaño en un total de diez tratamientos. Se utilizó un diseño Factorial AxB completamente aleatorizado con cuatro repeticiones. La comparación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$).

La evaluación constaba de diez tratamientos, en los cuales variaba el porcentaje de turba (0, 25, 50, 75, 100) en dos tipos de contenedores de diferente tamaño, en los que se determinó porcentaje de germinación, cantidad de hojas verdaderas, altura de plantín, diámetro de cuello, longitud de raíz, peso fresco y peso seco a los 45 días post siembra.

Se logró determinar un mayor crecimiento y desarrollo en las bandejas con tubetes individuales, destacando la proporción de un 25% de turba (PRO-MIX®) en el sustrato.

7. SUMMARY

Between October and December 2010, in the Agriculture and Forestry Faculty, belonging to the Universidad de La Frontera, located in the Central Valley in Temuco city, region of La Araucania (Lat. 38 ° 45 'S, Long. 72 ° 37 'W, to 114 m), an investigation was made using two types of containers of different sizes and mixtures of substrate to assess or evaluate growth and development on tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cv. Cal Ace.

The investigation was evaluated according to the percentage of turba present in the substrate in two types of containers of different sizes with a total of ten treatments. We used a randomized factorial design AxB with four replications. Comparison of medium was performed using the Tukey test ($P \leq 0.05$).

The evaluation consisted of ten treatments, on which ones the percentage of was varied(0, 25, 50, 75, 100) in two types of containers of different sizes, on which ones was determined germination percentage, number of true leaves, height of seedling, root collar diameter, root length, fresh and dry weight at 45 days after seedtime.

The highest growth and development was determined in the individual trays with tubes, with a outstanding proportion of 25% peat (PRO-MIX ®) in the substrate.

8. 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 Almería, Almería, España, p.i.
- 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.
- Aljaro, A.** 1993. Producción de Hortalizas Protegidas Bajo Plástico. Curso Internacional INIA La Platina. Santiago, Chile. 4. 19-4.29p.
- Aljaro, A.** 1997. Situación actual y tendencias futuras de la horticultura como instrumento para la modernización agrícola en Chile". Anuario del campo. Publicaciones Lo Castillo. 300 p.
- Ampuero, M.** 2004. Evaluación de diferentes tipos de conducción en tomate (*Lycopersicon esculentum* MILL), bajo condiciones de invernadero y manejo orgánico en la IX región. 112p. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Católica de Temuco, Temuco, Chile.
- Arriagada, C.** 1997. Efecto del uso de hidrogeles en trasplante de tomates. 1997. Tesis Lic. Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. 70 p.
- Bradasic, P.** 1979. Descripción y rendimiento de 16 líneas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) cultivadas en Valdivia. Tesis Lic. Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. 36p.
- 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 Australia: New ideas from research for commercial adaptation. Horttechnology 3 (4) 408-409.
- Devlin, R.** 1982. Fisiología Vegetal. Ed. Omega, Barcelona, España. 517 p.
- Domínguez, A.** 1997. Tratado de fertilización. 3aed. Madrid, España. Mundi Prensa. 613 p.
- Durán, J. y Pérez, F.** 1984. Aspectos fisiológicos de la germinación de semillas. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España. 245 p.
- Escaff, M.** 1993. Tomates: variedades, almácigos y manejo de la planta. En INIA (ed.) Producción de hortalizas protegidas bajo plástico. Curso internacional. La Platina (ed.) Santiago; 4.1-1.29.

- Esquinas, J. y Nuez, F.** Situación taxonómica, domesticación y difusión del tomate. En: El cultivo del tomate. España. Editorial Mundi- prensa, 1995. pp. 13-42.
- FAO** 2011. Estadísticas de producción mundial de tomates. Disponible en <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx> Fecha de consulta 19 de Mayo 2011.
- Gatica, S. C.** 2004. Evaluación del efecto del riego temperado en la producción de plantines de tomate, en la localidad de Antilhue, comuna de Lanco; X Región. 92p.
- Giaconi, V. y Escaff, M.** 2004. Cultivo de hortalizas. Universitaria. Santiago, Chile. pp: 267-287.
- González, M.** 1994. Producción de tomates en Invernadero. Investigación y Progreso Agropecuario N°59, Enero-Febrero-Marzo, 21-26p.
- González, I.** 2003. Nuevas Fichas Hortícolas Área Centro Sur. Boletín INIA N°109. Instituto de Investigación Agropecuaria. Centro regional de Investigación Quilamapu. Chillán, Chile. 52-54p.
- Guzmán, M.** 2000. Manejo de la nutrición en cultivos en suelo y sustrato. In: Seminario internacional: Adaptaciones Tecnológicas para la modernización de cultivos forzados. Quillota. Universidad Católica de Valparaíso, 12 y 13 de octubre 2000. s.p.
- Harrington, J. F. and Minges, P. A.** 1975. Vegetable seed germination. California, U.S.A. University Of California. 11 p.
- INE, Instituto Nacional de Estadísticas.** 2009. Agropecuarias, informe anual 2009. Disponible en <http://www.ine.cl>. Fecha de consulta 15 Mayo 2011.
- Kehr, E.** 2003. Horticultura del sur de Chile: VIII, IX y X regiones. Seminario de difusión de las buenas prácticas agrícolas aplicadas a la horticultura para el sur de Chile. Temuco, Chile. 84p.
- Krarpup y Moreira.** 2003. Hortalizas de estación cálida.
- Lorenz, O. y Maynard, D.** 1988. Handbook for vegetable growers. 3° Ed. Wiley, N. Y. USA. 456 p.
- Maroto, J.** 1995. Horticultura herbácea especial. Cuarta edición. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España. 611 p.
- Maroto, J.** 2002. Horticultura herbácea especial. Quinta edición. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España. 702p.
- Merino, F.** 1989. Evaluación de cinco cultivares de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero en Limache. Tesis Lic. Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. 88 p.
- Nuez, F.** 2001. El cultivo del tomate. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 45-58 p.; 194-204 p.

- ODEPA.** 2011. Boletín estadístico de hortalizas y tubérculos: superficie, precios y comercio exterior. Disponible en <http://www.odepa.gob.cl>. Fecha de consulta 20 de junio 2011.
- 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.
- Pihán, R., y Marín, C.** 2000. Producción de hortalizas de fruto bajo plástico. Programa de capacitación para la producción hortofrutícola en Angol y Renaico. Boletín INIA N°32. Temuco, Chile. 16-21p.
- Rubatzky, V. y Yamaguchi, M.** 1999. World vegetables. Principles, Production and Nutritive Values. 2ª ed. Aspen, Estados Unidos. Gaithersburg. 843 p.
- 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.
- Schrader, W.** El uso de almácigos en la producción de hortalizas. [En línea]. San Diego California. Universidad de California, 2003.
- Seniz, V.** 1994. Seedling production in solanaceae crops. Acta Horticulturae 366:243-250.
- Severino, S.** 1995. Suelos de corteza y aserrín en la producción de almácigos de dos hortalizas. Tesis Ingeniero Forestal. Valdivia. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. 68 p.
- Splittstosser, W.** 1979. Vegetable growing handbook. The Avi, Wesport, USA. 298 p.
- Stephens, J.** 1975. Stating the garden with transplants. Vegetable Crops Fact Sheet. University of Florida. Institute of Food and Agricultural Services.
- Wien, H.** 1997. The Physiology of vegetable crops. In: Tomato . Kinet, J. y Peet, M. (eds). London. 662 p.

9. ANEXOS.

1. Análisis de varianza cantidad de plántulas germinadas.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F
Tratamiento	9	5,681373	0,631264	2,3013
Error	24	6,583333	0,274306	Prob > F
C. total	33	12,264706		0,0499*

2. Análisis de varianza altura de plantines.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F
Tratamiento	9	9439,5337	1048,84	8593,01
Error	181	22,0923	0,12	Prob > F
C. total	190	9461,626		<,0001*

Prueba de comparación Múltiple de Tuckey.

$\alpha = 0,050$ $Q = 3,20362$

Nivel		Least Sq Mean
a2 (tubetes),b2	A	29,47
a2 (tubetes),b3	B	25,695
a2 (tubetes),b1	C	23,5727
a2 (tubetes),b4	D	14,435
a1 (speedling),b2	E	12,68
a2 (tubetes),b5	F	11,79
a1 (speedling),b3	F	11,605
a1 (speedling),b1	G	11,01
a1 (speedling),b4	H	9,96
a1 (speedling),b5	I	8,56

3. Análisis de varianza hojas verdaderas.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F
Tratamiento	9	56,151351	6,23904	227,465
Error	175	4,8	0,02743	Prob > F
C. total	184	60,951351		<,0001*

Prueba de comparación Múltiple de Tuckey.

$\alpha = 0,050$ $Q = 3, 3,205$

Nivel		Least Sq Mean
a2 (tubetes),b1	A	6
a2 (tubetes),b2	A	6
a2 (tubetes),b3	A	6
a2 (tubetes),b4	A	6
a2 (tubetes),b5	A	6
a1 (speedling),b1	B	5
a1 (speedling),b2	B	5
a1 (speedling),b3	B	5
a1 (speedling),b4	B	5
a1 (speedling),b5	B	5

4. Análisis de varianza diámetro de cuello.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F
Tratamiento	9	23,98324	2,6648	176,5928
Error	186	2,80676	0,01509	Prob > F
C. total	195	26,79		<,0001*

Prueba de comparación Múltiple de Tuckey.

$\alpha = 0,050$ $Q = 3,20254$

Nivel		Least Sq Mean
a2 (tubetes),b2	A	2,48
a2 (tubetes),b3	B	2,345
a2 (tubetes),b1	C	2,0444444
a2 (tubetes),b4	D	1,8578947
a1 (speedling),b2	D E	1,735
a2 (tubetes),b5	E F	1,7
a1 (speedling),b3	F G	1,61
a1 (speedling),b1	F G	1,595
a1 (speedling),b4	G	1,545
a1 (speedling),b5	H	1,32

5. Análisis de varianza longitud de raíz.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F
Tratamiento	9	2313,306	257,034	1238,531
Error	181	37,5632	0,208	Prob > F
C. total	190	2350,8691		<,0001*

Prueba de comparación Múltiple de Tuckey.

$\alpha = 0,050$ $Q = 3,20362$

Nivel		Least Sq Mean
a2 (tubetes),b2	A	15
a2 (tubetes),b3	B	13,375
a2 (tubetes),b1	B C	12,947368
a2 (tubetes),b4	C	12,833333
a2 (tubetes),b5	C	12,789474
a1 (speedling),b2	D	8,210526
a1 (speedling),b3	D	8
a1 (speedling),b1	E	7,15
a1 (speedling),b4	E	6,95
a1 (speedling),b5	F	4,15

6. Análisis de varianza peso fresco.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F
Tratamiento	9	35,108772	3,90097	227,2735
Error	181	3,106725	0,01716	Prob > F
C. total	190	38,215497		<,0001*

Prueba de comparación Múltiple de Tuckey.

$\alpha = 0,050$ $Q = 3,20362$

Nivel		Least Sq Mean
a2 (tubetes),b2	A	3,74
a2 (tubetes),b3	A	3,7111111
a2 (tubetes),b1	B	3,21
a2 (tubetes),b4	B	3,2052632
a2 (tubetes),b5	C	2,9947368
a1 (speedling),b2	D	2,745
a1 (speedling),b3	D E	2,675
a1 (speedling),b1	E F	2,59
a1 (speedling),b4	F	2,535
a1 (speedling),b5	F	2,485

7. Análisis de varianza peso seco.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F
Tratamiento	9	21,009563	2,3344	444,6903
Error	185	0,971155	0,00525	Prob > F
C. total	194	21,980718		<,0001*

Prueba de comparación Múltiple de Tuckey.

$\alpha = 0,050$ $Q = 3,20276$

Nivel		Least Sq Mean
a2 (tubetes),b2	A	1,565
a2 (tubetes),b3	A	1,5444444
a2 (tubetes),b1	B	1,21
a2 (tubetes),b4	B	1,1526316
a2 (tubetes),b5	C	1,0736842
a1 (speedling),b2	D	0,87
a1 (speedling),b3	D E	0,805
a1 (speedling),b1	D E	0,8
a1 (speedling),b4	E	0,745
a1 (speedling),b5	F	0,51

