



ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA  
Departamento de Horticultura

**EVALUACION DE MEDIOS DE  
CRECIMIENTO PARA LA  
PROPAGACION DE PLANTULAS DE  
TOMATE (*Lycopersicon esculentum*  
Mill.)**

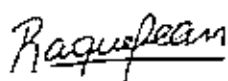
tesis presentada como requisito previo a la obtención del  
título de Ingeniera Agrónoma

POR

***RAQUEL JEAN DIAZ***

El Zamorano, 7 de diciembre de 1996

El autor concede a la Escuela Agrícola Panamericana permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para fines educativos. Para otras personas físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.



---

Raquel Jean Díaz

Honduras, 7 de diciembre de 1996

## DEDICATORIA

A mis papás (René Pascal y María Mercedes), mis hermanas (Tati y Nini), mis sobrinos (Raulito, Beatriz y Julio Eduardo) y mi cuñado (Julio) por todo el cariño, apoyo y confianza de los últimos cuatro años.

A mis amigos del PLA (Sarah, Pía, Eduardo, Otto, Alejandro, Aldo y Víctor) y del PA (Claudia, R. Durán, R. Duarte, Rubén Mauricio, Roberto, Julio César, José V. y Héctor F.) por los buenos momentos compartidos que serán muy difíciles de olvidar.

A mi Alma Mater por todo lo aprendido.

## AGRADECIMIENTOS

Al Doctor A. Montes, por su disposición a enseñar, los consejos brindados y la confianza depositada; para usted, un gran aprecio, mi admiración y todo mi respeto.

Al Doctor O. Duarte, por su accesibilidad y buena disposición en todo momento.

Al Ing. Kaegi e Ing. Zepeda, por su colaboración en este trabajo de tesis.

A Don Marcos Rojas, por la colaboración brindada y la amabilidad demostrada en todo lugar.

A M. Huete, J.M. Nieto, F. Cardona, U. Barahona, S. Villafuerte, M. Rubio, J. Quan y J. Andino, por la ayuda prestada cuando se necesitó y por compartir su experiencia.

A Helga y Eva, por la amabilidad y paciencia que demostraron.

A los estudiantes de primer año, por su ayuda durante el trabajo de campo.

A los compañeros J. Solís, C. Aguilar, A. Solano, S. Luzuriaga y H. Barrón, por las molestias causadas para lograr la redacción de este documento.

A los miembros del Departamento de Horticultura en general, por mantener un agradable ambiente de trabajo.

A las familias Olaechea, Revilla y Durán, por todas las veces que me hicieron sentir parte de la familia, dándome cariño, consejos y confianza.

A la familia Gallozzi, por tanta fineza, en tan poco tiempo de conocerlos.

Al Doctor A. Gernat e Ing. Janeth Moncada, por los buenos consejos.

Y a Dios, por acompañarme y darme paz interior en todo momento.

## RESUMEN

EVALUACIÓN DE MEDIOS DE CRECIMIENTO PARA LA PROPAGACIÓN DE  
PLÁNTULAS DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill.)

En el siguiente estudio se evaluó el efecto de distintos medios de crecimiento en la calidad y desempeño de las plántulas de tomate manejadas por transplante con pilón. Se escogieron 6 tratamientos que incluían distintos materiales y distintas proporciones. Estos eran musgo y vermiculita (1:1), musgo y vermiculita (utilizando la vermiculita sólo como cubierta), casulla-arena-compost (4:1:1), casulla-arena-compost (3:1:2), aserrín-arena-compost (4:1:1) y aserrín-arena-compost (3:1:2). En la etapa de invernadero se implementó un DCA y en la etapa de campo, un BCA. A los 20 días después de la siembra se tomó una muestra de 20 plántulas, a las cuales se les midió las siguientes variables: longitud de raíz, peso fresco de zona radicular, peso fresco de área foliar y consistencia del pilón. A los 70 días después del transplante se inició la cosecha, donde se tomó en cuenta para el análisis el rendimiento en kg/planta y número de frutos comerciales/planta. Se determinó que los medios no tuvieron efecto sobre la longitud de raíz ( $P>0.05$ ). Sin embargo, los pesos frescos de raíces y parte aérea fueron superiores en los tratamientos que contenían aserrín ( $P>0.05$ ). Los medios de crecimiento presentaron diferencias bastante marcadas en la variable consistencia del pilón ( $P>0.05$ ). Por otro lado, los tratamientos, aunque no presentaron efecto sobre los kg/planta cosechados, sí tuvieron sobre el número de frutos/planta, siendo el mejor el medio con aserrín (4:1:1). Para complementar el estudio se hizo una estimación de costos de producción, donde se determinó que el tratamiento con aserrín (4:1:1) era el más económico. Por esta razón, y por el hecho que con el mismo tratamiento el número de frutos/planta fue mayor, es una opción factible para la producción de plántulas de tomate.

# ÍNDICE GENERAL

|                                           | Pág. |
|-------------------------------------------|------|
| INTRODUCCIÓN.....                         | 1    |
| REVISIÓN DE LITERATURA.....               | 2    |
| Generalidades del cultivo de tomate.....  | 2    |
| Cultivares.....                           | 3    |
| Transplantes.....                         | 3    |
| Medios de crecimiento.....                | 4    |
| Componentes de medios de crecimiento..... | 5    |
| Formulaciones.....                        | 8    |
| MATERIALES Y MÉTODOS.....                 | 10   |
| Localización y duración.....              | 10   |
| Área experimental.....                    | 10   |
| Diseño experimental.....                  | 10   |
| Tratamientos.....                         | 11   |
| Etapas de invernadero.....                | 11   |
| Etapas de campo.....                      | 12   |
| Variables.....                            | 14   |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....               | 15   |
| Longitud de raíz y peso de raíz.....      | 16   |
| Peso de área foliar.....                  | 17   |
| Consistencia del pilón.....               | 18   |
| Rendimiento.....                          | 19   |
| Estimación de costos de producción.....   | 20   |
| CONCLUSIONES.....                         | 22   |
| RECOMENDACIONES.....                      | 23   |
| BIBLIOGRAFÍA.....                         | 24   |
| ANEXOS.....                               | 26   |

## ÍNDICE DE CUADROS

|                                                                                       | Pág. |
|---------------------------------------------------------------------------------------|------|
| CUADRO 1. Análisis químico de los medios de crecimiento al momento de la siembra..... | 15   |
| CUADRO 2. Longitud de raíz.....                                                       | 16   |
| CUADRO 3. Rendimiento por planta y número de frutos comerciales por planta.....       | 19   |
| CUADRO 4. Estimación de costos de producción de 2000 plántulas.....                   | 20   |
| CUADRO 5. Estimación del costo por plántula y del valor de venta por plántula.....    | 21   |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|                                              | Pág. |
|----------------------------------------------|------|
| FIGURA 1. Peso fresco de área radicular..... | 17   |
| FIGURA 2. Peso fresco de área foliar.....    | 18   |
| FIGURA 3. Consistencia del pilón.....        | 18   |

## ÍNDICE DE ANEXOS

|                                                                                                               | Pág. |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| ANEXO 1. ANOVA para la variable Longitud de raíz.....                                                         | 27   |
| ANEXO 2. ANOVA para la variable Peso de raíz.....                                                             | 27   |
| ANEXO 3. Prueba Duncan de separación de medias para la variable Peso de raíz.....                             | 27   |
| ANEXO 4. ANOVA para la variable Peso de área foliar.....                                                      | 28   |
| ANEXO 5. Prueba Duncan de separación de medias para la variable Peso de área foliar.....                      | 28   |
| ANEXO 6. ANOVA para la variable Consistencia del pilón.....                                                   | 28   |
| ANEXO 7. Prueba Duncan de separación de medias para la variable Consistencia del pilón.....                   | 29   |
| ANEXO 8. ANOVA para la variable Rendimiento en kilogramos por planta.....                                     | 29   |
| ANEXO 9. ANOVA para la variable Número de frutos comerciales por planta.....                                  | 29   |
| ANEXO 10. Prueba Duncan de separación de medias para la variable Número de frutos comerciales por planta..... | 30   |
| ANEXO 11. Costo unitario de los insumos.....                                                                  | 30   |
| ANEXO 12. Depreciación de invernadero, caldera y bandejas.....                                                | 31   |

## I INTRODUCCIÓN

El cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) es actualmente uno de los cultivos más populares, tanto en la región centroamericana como en el resto del mundo. Según Villareal (1980), el tomate es el vegetal más cultivado después de la papa, obteniéndose una producción comercial anual de 45 millones de toneladas métricas a partir de 2.2 millones de hectáreas. A pesar que el trópico es una región prometedora para este cultivo, sólo 15% de la producción anual sale de esta zona (Villareal, 1980).

La popularidad de esta hortaliza se basa en su amplio rango de adaptabilidad, su sabor, su gran variedad de productos industrializados, su valor nutricional y su alta capacidad de retorno económico. Además, por las diversas prácticas culturales que implica, es otra fuente de mano de obra en el sector agrícola.

El tomate se propaga por semilla. Aunque la siembra directa funciona perfectamente, en la actualidad muchos productores lo manejan inicialmente en almácigos, semilleros o en algún tipo de recipiente, para luego ser transplantados al campo definitivo. En California, el estado con mayor producción de tomate en los Estados Unidos, la mayor parte de los cultivos se establecen por siembra directa (University of California, 1985). Según Denisen (1991), las principales razones de los trasplantes son apurar el inicio de las plántulas y economizar espacio durante esa primera etapa de desarrollo.

Ávila en 1986 (citado por Cáceres, 1993) señala que uno de los principales problemas con los trasplantes es el inadecuado desarrollo de las plántulas. La edad de transplante (Cáceres, 1993), el tipo y tamaño de recipiente (Marr et al, 1990), el manejo y el medio de crecimiento que se utilice son factores determinantes en la producción de plántulas y en el futuro desempeño del cultivo.

El transplante con pilón está aumentando su popularidad, y es en este caso donde el medio de crecimiento utilizado adquiere mayor importancia. De éste depende gran parte del desarrollo morfológico (radicular y foliar) de la plántula y la consistencia que tenga el pilón al momento de transplantar. El objetivo del estudio es identificar el medio de crecimiento a usar para obtener mejores plántulas, pilones más manejables durante el transplante y mayor rendimiento, utilizando materia prima disponible.

## II REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 GENERALIDADES DEL CULTIVO DE TOMATE

El tomate tiene sus orígenes en los Andes, siendo Perú, Bolivia y Ecuador su centro de origen. Aquí se han encontrado amplia variedad de especies silvestres. Las especies cultivadas son susceptibles a temperaturas bajas ( $< 10$  grados centígrados) y poco tolerantes al calor excesivo ( $> 30$  grados centígrados) (Montes, 1996). Según Alburez (s.f.), el cultivo soporta temperaturas en un rango de 18 a 32 grados centígrados, teniendo problemas de fecundación y aborto floral en temperaturas inferiores y superiores a este rango.

Por su amplio rango de adaptación, en los trópicos se puede cultivar tomate desde 0 a 2500 metros sobre el nivel del mar. Según Montes (1996) los mejores resultados se obtienen en la época fría y seca y en las zonas altas. El problema durante la época lluviosa es que, en los trópicos, viene acompañada de alta temperatura, proporcionando condiciones ideales para la diseminación de enfermedades de follaje.

En cuanto a suelos, el tomate desarrolla bien en suelos desde franco-arenosos hasta arenos-arcillosos, bien drenados y con un rango de pH de 5.0 a 6.5 (Montes, 1996). Además, se recomienda que el suelo sea rico en materia orgánica (Alburez, s.f.).

El tomate es una planta herbácea anual y pertenece a la familia Solanaceae. La raíz de esta especie es pivotante definida, y a medida que la planta se desarrolla vegetativamente, ésta desarrolla más raíces laterales. Se ha reportado que cuando se siembra con el sistema de transplantes, el sistema radical tiende a ser fibroso (Cáceres, 1993). Según Folquer, 1979 (citado por Cáceres, 1993) la planta en su primer etapa de crecimiento se mantiene erecta, pero luego adopta un hábito decumbente y produce raíces adventicias. Del tallo principal se desarrollan brotes laterales con yemas axilares y terminales, obteniendo más crecimiento vegetativo a partir de las axilares e inflorescencias de las terminales. Los brotes de las yemas axilares continúan su desarrollo con el patrón anterior (Sarfi 1958, citado por Cáceres, 1993). Las flores son hermafroditas y se producen en racimos de 4 a 12 flores, dependiendo del cultivar. El fruto es una baya carnosa con numerosas semillas. Por su color se clasifican en rojos, amarillos, escarlata y naranja para las especies *L. esculentum* y *L. peruvianum* y verde para *L. hirsutum* y *L. peruvianum*. Por su forma se clasifican en redondos, aplanados, ovalados y cuadrados (Montes, 1996).

## 2.2 CULTIVARES

El manejo que se le dé al cultivo depende mucho del cultivar y sus características y de la época del año. Normalmente, el tomate destinado para el consumo fresco es de hábito indeterminado y es por esto que alcanza un mayor grado de desarrollo vegetativo. Las inflorescencias en éstos aparecen a partir del séptimo al décimo nudo y cada cuatro hojas (Valadez, 1989). El hábito de crecimiento indeterminado implica la necesidad de tutorado, menor densidad y un período de floración y cosecha más largo (Montes, 1996).

Los cultivares destinados para el procesamiento son en su mayoría de crecimiento determinado. Las plantas son de tamaño más reducido que los indeterminados y su crecimiento termina con la aparición de un racimo floral. La aparición de inflorescencias comienza en el sexto o séptimo nudo y cada dos hojas (Valadez, 1989). Normalmente, el tomate "industrial" se deja desarrollar en el suelo, especialmente en la época seca (Montes, 1996). En California la cosecha del tomate para la industria se hace mecánicamente, a diferencia del de consumo fresco en el cual se hace manualmente (University of California, 1985).

En el trópico, cultivares populares para el mercado fresco son los siguientes: Sunny, Sunbelt, Tropic, Floradade, Calypso, ES 50 y ES 52, popularizándose los últimos por su prolongada vida postcosecha. Algunos cultivares para procesamiento son Peto 98, VF-134-1-2, Santa Cruz, Santa Clara, Río Colorado y Butte (Montes, 1996).

El cultivar Butte de la casa Ferry Morse se ha popularizado en el trópico por su tolerancia a alta temperatura (Montes, 1996). Según Alburez (s.f.), en Guatemala se está recomendando por su madurez temprana (aproximadamente 90 días), porque ofrece buenas características para salsa y pasta y por su resistencia a *Verticillium*, *Fusarium* y *Alternaria*. Este cultivar es de hábito determinado, manejándose directamente en el suelo en la época seca y tutorándose durante la época lluviosa. En ensayos experimentales realizados en la Escuela Agrícola Panamericana (EAP) se obtuvieron rendimientos de 72 TM/Ha (Nieto y Montes, 1993). Sin embargo, en parcelas comerciales se están obteniendo rendimientos de 25- 45 TM/Ha.

## 2.3 TRANSPLANTES

Aunque la siembra directa se sigue utilizando en zonas productoras de tomate, los transplantes se han popularizado. Montes (1996) no aconseja la siembra directa en el trópico por el exceso de calor y la competencia de malezas. Denisen (1991) favorece los transplantes indicando que permiten apurar el inicio de las plántulas y economizar espacio durante esa primera etapa de

desarrollo. Además, Montes (1993) afirma que con los trasplantes se puede lograr un ahorro de semilla (0.2-0.3 Kg/Ha, a diferencia de 0.75-1.0 Kg/Ha en siembra directa).

Comúnmente los trasplantes son a raíz desnuda, obtenidos de camas de almácigo después de 20-25 días. Esto requiere que el trasplante se haga durante la tarde cuando la temperatura va disminuyendo y requiere de un riego inmediatamente después. La raíz desnuda expone la plántula a un fuerte estrés, causando dificultad para fijarse al suelo y la posible pérdida de la plántula (Montes, 1996). Este problema se ha aliviado con los trasplantes con pilón, produciendo plántulas en bandejas u otros recipientes especiales.

Chipman, 1961 y Cooper y Morelock, 1983 (citados por Marr, 1990) afirman que la condición de la plántula de tomate tiene efecto en el rendimiento, el tamaño del fruto y en la precocidad de la cosecha. En plántulas de melón, Vavrina y Ambrester, 1990 (citados por Cáceres, 1993) concluyen que la condición de la plántula tiene mayor influencia en el rendimiento que la edad de trasplante. Por otro lado, si el tamaño de la plántula al trasplante es muy grande es más difícil para la plántula recuperarse del estrés, debido a que el sistema radicular está más desarrollado y durante el trasplante se puede dañar la porción más joven (Edmond et al 1988, citado por Cáceres, 1993).

## 2.4 MEDIOS DE CRECIMIENTO

Al trabajar con trasplantes con pilón es importante tener en cuenta el medio de crecimiento que se usará. Según Baker (1957) los suelos y los medios de crecimiento deben proveer anclaje y soporte, deben retener suficiente agua, deben mantener y liberar nutrientes y deben proveer aireación adecuada a las raíces. Hartman y Kester (1988) apoyan lo anterior y además indican que los medios deben estar libres de semillas de malezas, nemátodos y patógenos, deben tener un nivel bajo de salinidad y deben poder ser pasteurizados.

Para Ecke et al. (1990) las características más importantes que se buscan en cualquier medio de crecimiento son estructura física adecuada y ausencia de compuestos tóxicos. Actualmente, la tendencia va hacia mezclas que no contengan suelo, prefiriendo ingredientes como musgo, perlita, vermiculita, o arena, que además de ser estériles o inertes, hacen los medios fácilmente reproducibles (Ecke et al., 1990).

La aireación y drenaje están directamente influenciados por el tamaño del espacio poroso (All About..., 1976). El espacio poroso de tamaño pequeño favorece la retención de agua, mientras que los grandes favorecen el drenaje (Ecke et al., 1990). En tomate, suelos mal drenados impiden el desarrollo adecuado del sistema radicular, volviéndolo fibroso y poco profundo; sin

embargo, cuando son sueltos la raíz pivotante continúa su desarrollo normal y profundiza mas (University of California, 1985).

Normalmente se buscan medios que sean livianos o de densidad aparente bajos (Zepeda, 1996). Ecke et al. (1990) afirman que las mezclas livianas tienen mayor porosidad; el problema es que se compactan fácilmente reduciendo el número de poros grandes, lo que resulta en una reducción de la tasa de infiltración y en la aireación.

La cantidad de nutrientes que tenga una mezcla de medio depende de los ingredientes que esta incluya. Muchas veces los materiales usados no aportan ningún elemento. Este es el caso de la arena y la perlita (Lewis, 1985). Por el contrario, el suelo, el musgo y la vermiculita sí aportan nutrientes, aunque el musgo en menor cantidad (Hartman y Kester, 1988). Elementos como el nitrógeno, fósforo y potasio son básicos en los medios y generalmente van acompañados de enmiendas de pH como la cal (Matkin et al., 1957).

Los niveles altos de N-P-K se asocian con un desarrollo mas vigoroso de plántulas para transplante. Según Default, 1986 (citado por Melton, 1991) aumentos de 10 a 250 mg/L de nitrógeno y de 5 a 25 mg/L de fósforo aumentan el desarrollo de la parte aérea y radicular de plántulas de melón, y el aumento de 10 a 250 mg/L de potasio también promueve mayor desarrollo de la parte aérea. En transplantes de lechuga, aplicaciones de nitrógeno y fósforo(50:50) favorecieron mayor peso fresco de hojas y planta pero menor peso seco de raíces; y aplicaciones altas en fósforo (17:83 y 10:90) favorecieron mayores pesos frescos de hojas, raíces y plantas y pesos secos de hojas y plantas, pero menores pesos secos de raíces, al compararlos con transplantes sin alguna aplicación (Karchi y Cantliffe, 1991).

Weston y Zandstra, 1989 (citado por Melton, 1991) afirman que niveles de 400 mg/L de nitrógeno y 30 mg/L de fósforo aumentan el tamaño de plántulas de tomate. Melton (1991) en un estudio realizado en tomate reconfirma que el nitrógeno contribuye a las variaciones en altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas, área foliar, contenido de clorofila, peso fresco de área foliar y peso seco de área foliar y raíces. En el mismo estudio, Melton dice que el fósforo aumenta el crecimiento de las plántulas sin afectar significativamente los pesos secos de área foliar y raíces, y señala que el potasio no afecta el crecimiento de las plántulas.

## 2.5 COMPONENTES DE MEDIOS DE CRECIMIENTO

### 2.5.1 Suelo

Hartman y Kester (1988) señalan que el suelo tiene tres fases (sólida, líquida y gaseosa), las cuales deben presentarse en proporciones adecuadas. La fase sólida contiene parte inorgánica

y orgánica. La inorgánica incluye residuos de la descomposición de la roca madre de tamaño variable, sirviendo las partículas grandes para sostén y las pequeñas para almacenar nutrientes. La porción orgánica está formada por organismos vivos, muertos y en descomposición, siendo los descompuestos útiles para aumentar la retención de agua y nutrientes (Hartman y Kester, 1988). Todo suelo utilizado para la germinación de semillas o enraizado de estacas debe ser esterilizado ya que tiene organismos potencialmente dañinos y semillas de algunas malezas (Hill, 1985).

La parte líquida, conocida como solución de suelo, contiene gran cantidad de minerales, oxígeno y dióxido de carbono disueltos que entran a la planta como parte de la solución de suelo. La otra porción del suelo es la gaseosa, y es indispensable para el desarrollo de las plantas ya que el oxígeno es necesario para las raíces y microorganismos indeseables (Hartman y Kester, 1988).

### 2.5.2 Arena

La arena resulta de la intemperización de distintas rocas. Su tamaño varía de 0.05 a 2.0 mm de diámetro (Hartman y Kester, 1988). Se usa muchas veces en mezclas con musgo, suelo o compost para proveer drenaje y aireación (Hill, 1985), pero cuando se usa en trasplantes conviene que no sea tan gruesa pues podría causar desmoronamiento del pilón (Matkín et al., 1957). Por otro lado, para el enraizado de estacas se recomienda que la arena sea más gruesa (Hill, 1985). Se considera material inerte pues básicamente no aporta ningún nutriente (Hartman y Kester, 1988). Hartman y Kester (1988) y Hill (1985) recomiendan la desinfección de la arena como práctica preventiva de organismos patógenos, malezas y nemátodos.

### 2.5.3 Turba

Este material resulta de la descomposición de material vegetal de zonas pantanosas. El exceso de agua causa una falta de oxígeno lo que reduce la tasa de descomposición bacteriana y química de la vegetación. El U.S. Bureau of Mines ha clasificado la turba en tres tipos: Turba de musgo, turba de juncas y turba humosa, distinguiendo éstas por su origen, estado de descomposición, capacidad de retención de agua, contenido de nutrientes y acidez (Hartman y Kester, 1988).

### 2.5.4 Musgo esfagnífero

Para Hartman y Kester (1988) es el producto de residuos jóvenes o porciones de plantas de pantanos ácidos, cuyas células tienen una capacidad de retención de agua altísima (10-20 veces su peso). Ditt y Heuser (1987) aseguran que el musgo contiene cantidades muy pequeñas de

nutrientes por lo que es necesario añadirlos para evitar deficiencias. Por su origen, el pH de este material es ácido (3.5-4.0) y además tiene propiedades fungistáticas, lo que permite inhibir el ahogamiento de plántulas (Hartman y Kester, 1988). Generalmente se recomienda humedecerlo uno o dos días antes de mezclarlo con otros materiales (Matkín et al., 1957).

#### 2.5.5 Vermiculita

La vermiculita es un mineral micáceo formado por capas delgadas separadas entre ellas por agua. Al calentarlo a temperaturas cerca de 1090 grados centígrados se expande, dándole una capacidad de retención de agua alta (Hartman y Kester, 1988). Por su peso extremadamente liviano, su alto contenido de potasio y magnesio (Ecke y col, 1990) y su elevada capacidad de intercambio catiónico de 100-150 meq/ 100 g de suelo (Fassbender, 1975) se prefiere en las mezclas de medio. Por la alta temperatura a la que se expone la esterilización es completa y es en esta forma que se comercializa; asimismo, Hartman y Kester (1988) recomiendan que en la agricultura se debe utilizar vermiculita del tipo hortícola ya que otros tipos pueden ser tóxicos para las plantas.

#### 2.5.6 Perlita

Este mineral se extrae de los escurrimientos de lava volcánica, pasando por un proceso de trituración y calentamiento a 760 grados centígrados, el cual resulta en partículas expandidas de liviano peso. Al igual que la vermiculita es estéril, pero a diferencia de ésta contribuye muy poco en cuanto a nutrientes se refiere (Ecke y col, 1990). Hill (1985) la recomienda en mezclas para proveer aireación y drenaje.

#### 2.5.7 Piedra pómez

La piedra pómez se forma a partir de la espuma de lava volcánica, que se enfría tan rápido que no se forman cristales (Dirr y Heuser, 1987). Es relativamente liviana y puede sustituir a la perlita, proporcionando buena aireación y drenaje. Otra característica de este componente es su contenido, aunque reducido, de óxido de hierro, calcio, magnesio y sodio.

#### 2.5.8 Corteza, viruta o aserrín

Estos pueden obtenerse del aserrado de pinos y otras especies maderables, para sustituir al musgo. Hartman y Kester (1988) recalca que se deben agregar nutrientes en forma complementaria, especialmente nitrógeno para acelerar la descomposición del material. Por otro lado, Dirr y Heuser (1987) señalan que tiene peso relativamente liviano y pH ácido. La

descomposición de estos materiales es indispensable ya que contienen fenoles, resinas y taninos que pueden ser tóxicos.

### 2.5.9 Compost

El compost es el resultado de la descomposición de materia orgánica en condiciones controladas. La obtención del compost se logra en tres fases, descomponiéndose en la primera aquellos materiales solubles de fácil degradación. En la segunda fase se aumenta notablemente la temperatura y se desintegra la celulosa. Es en la tercera fase donde se disminuye la temperatura y los microorganismos colonizan. Se pueden encontrar bacterias, hongos, nemátodos y cualquier variedad de insectos (Hartman y Kester, 1988). Hill (1985) indica que el compost se infecta fácilmente con la enfermedad "mal del tallo", y es por esta razón y por la presencia de los organismos antes mencionados que la esterilización es fundamental. Hartman y Kester (1988) afirman que la descomposición se puede acelerar y uniformizar añadiendo nitrógeno y volteando el material semanalmente. Su uso es recomendado para aumentar la retención de agua y el contenido de materia orgánica.

### 2.5.10 Casulla de arroz

La casulla de arroz es normalmente de color amarillo y tiene una longitud de 5 a 10 mm y un ancho que varía de 2.5 a 5.0 mm. La capa externa contiene alto contenido de silicatos. La parte interna es fibrosa, estriada y tiene alto contenido de lignina (Luh, 1980).

Se incorpora al suelo por sus beneficios como fertilizante. Se coloca en el suelo entero o quemada como ceniza, para aumentar la absorción de sílice de las plántulas (Ishibashi, 1954 citado por Luh, 1980). Según Browne, 1904 (citado por Luh, 1980) la casulla en descomposición aumenta la disponibilidad del fósforo.

La aplicación de casulla a los medios de crecimiento aumenta el porcentaje de materia orgánica. Asimismo, Fan, 1976 (citado por Luh, 1980) afirma que la casulla de arroz amoniatada se puede usar en medios para la germinación de algunas semillas como la del papayo, maracuyá y del marigold.

Hough and Barr, 1956 (citado por Luh, 1980) indican que la casulla calentada, triturada y tratada con detergente sintético se puede usar con éxito como medio de soporte en cultivos hidropónicos. Pero su uso estará limitado por el efecto que tengan las cenizas de la casulla y el sílice sobre el cultivo.

## 2.6 FORMULACIONES

## 2.6 FORMULACIONES

El uso de distintos ingredientes para obtener una mezcla de medio sigue popularizándose. Los materiales que se utilicen dependerán del costo, de la disponibilidad y del uso que se le quiera dar a ese medio. Según Hill (1985) distintas especies con sus distintas formas de propagación tienen requerimientos específicos, por lo que ningún medio se puede usar para todas las plantas o condiciones. Sin embargo, Baker (1957) asegura que varios tipos de plantas pueden crecer en un mismo medio o en pequeñas variaciones de éstos.

Lo anterior se demostró en el Instituto de Horticultura John Innes de 1934 a 1939. Aquí se determinó que 7 partes de suelo de praderas compostado, 3.5 partes de musgo y 2 partes de arena era apto para propagación por semilla, y 7 partes de suelo de pradera, 3 partes de musgo y 2 de arena eran ideales para maceteros (Matkin et al., 1957). Con las formulaciones anteriores hubo problema de disponibilidad de material y se cambió a suelo franco-arenoso, hojarasca y estiércol de caballo en proporción 10:2:2. Debido a la variabilidad y problema potencial de sales, se sustituyeron la hojarasca y el estiércol por musgo a razón de 10 partes suelo y 3 partes musgo, lográndose resultados positivos (Matkin et al., 1957).

En la Universidad de California se trabajó en el desarrollo de una mezcla de medio que se pudiera manejar en grandes volúmenes facilitando el trabajo a los propagadores (Hartman y Kester, 1988). Matkin junto con Chandler trabajaron en este proyecto, el cual resultó en cinco distintas formulaciones con sólo dos ingredientes (arena fina y musgo) y sus propias mezclas de fertilizante. Las formulaciones fueron las siguientes: 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 y 0:100 (arena:musgo), y se conocen como las mezclas U.C. Las ventajas de estos medios son su baja toxicidad por no tener materiales en descomposición ni materiales con alta solubilidad de sales, su reproducibilidad por tener ingredientes uniformes y el ahorro de tiempo y trabajo que implica el compostado. Además, las plantas crecen uniformemente en tamaño y tiempo (Matkin et al. 1957).

La vermiculita se recomienda para la germinación de semillas y muchas veces se mezcla con musgo (Dirr y Heuser, 1987). Se han encontrado varios experimentos con tomate donde la siembra de las semillas se ha realizado en bandejas con pura vermiculita (Marr y Jirak, 1990), o mezcla de musgo y perlita (Melton y Default, 1991), o mezcla de 1 parte musgo, 1 parte vermiculita (Boivin et al., 1987). También se ha utilizado vermiculita, perlita y musgo en proporciones de 1.5:1.5:7 en experimentos con apio (Default, 1987). Por otro lado, en ornamentales, Dirr y Heuser (1987) opinan que si fuera necesario escoger un solo medio para la mayoría de especies, ellos utilizarían 2 partes perlita con 1 parte musgo esfagnífero.

### III MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN

La etapa de preparación de medios y producción de plántulas se realizó en un invernadero tipo "Quonset" localizado en la zona 1 de la sección de hortalizas del Departamento de Horticultura de la Escuela Agrícola Panamericana. Ésta se encuentra ubicada en el Valle del Río Yeguaré, a 32 kilómetros al suroeste de Tegucigalpa, a una altura de 800 msnm con una temperatura promedio anual que varía entre los 20 y 29 grados centígrados y precipitación promedio anual que varía entre los 1100 y 1250 milímetros. La etapa de campo se realizó en el lote número 28 de la zona 3 de la sección de hortalizas.

El experimento tuvo una duración de 16 semanas, iniciándose el 13 de Mayo de 1996 y concluyendo el 31 de Agosto del mismo año.

#### 3.2. ÁREA EXPERIMENTAL

Durante la etapa de invernadero el área experimental constó de 60 bandejas de 200 celdas cada una. En la etapa de campo el área experimental fue de 518.4 m<sup>2</sup>. En el campo cada unidad experimental constaba de 2 camas de 1.8 m de ancho y 5 m de largo, obteniendo así 24 parcelas de 18 m<sup>2</sup>.

#### 3.3. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental durante la etapa de invernadero fue el Diseño Completamente al Azar (DCA). En la etapa de campo el diseño implementado fue el de Bloques Completamente al Azar (BCA) con 4 repeticiones. El análisis de los datos se hizo en el programa MSTATC, utilizando análisis de varianza (ANOVA) y la prueba Duncan de separación de medias al 5% de probabilidad.

### 3.4. TRATAMIENTOS

Las materias primas utilizadas para formular los medios de crecimiento fueron vermiculita, musgo esfagnifero, casulla de arroz quemada, aserrín descompuesto, arena y compost. Los tratamientos evaluados son los siguientes:

- \*TRAT. 1 Musgo y vermiculita, proporción 1:1
- \*TRAT. 2 Musgo y vermiculita, utilizando la vermiculita sólo para cubrir la semilla
- \*TRAT. 3 Casulla, arena y compost, proporción 4:1:1
- \*TRAT. 4 Casulla, arena y compost, proporción 3:1:2
- \*TRAT. 5 Aserrín, arena y compost, proporción 4:1:1
- \*TRAT. 6 Aserrín, arena y compost, proporción 3:1:2

### 3.5. ETAPA DE INVERNADERO

#### 3.5.1. Preparación de medios

El punto clave del experimento fue la preparación de los medios de crecimiento, ya que las formulaciones de éstos eran los tratamientos. Esta actividad se realizó el 13 de Mayo de 1996 en la sección de producción de plántulas en invernadero de la sección de hortalizas. Según su proporción, así se fueron mezclando las distintas materias primas, llegando a tener un volumen de 0.09 m<sup>3</sup> de medio para cada tratamiento. Después de preparados los tratamientos, se colocaron en bolsas plásticas individuales debidamente identificadas.

La procedencia de los materiales fue variable. El musgo y la vermiculita eran productos importados de los Estados Unidos. La casulla de arroz y la arena fueron compradas en el país, en ventas particulares de subproductos de molino y arena. El aserrín fue llevado de la sección de propagación de plantas del Departamento de Horticultura. Cabe mencionar que la casulla fue quemada en la sección de invernaderos y que el aserrín tenía aproximadamente 3 años de descomposición. El compost utilizado se hizo en la sección de invernaderos con los desperdicios de plántulas y medios y con malezas recogidas al limpiar la sección.

#### 3.5.2. Desinfección de medios

La desinfección se realizó el 15 de Mayo de 1996 en la sección antes mencionada, con vapor de agua producido por una caldera. Cada tratamiento se desinfectó individualmente dentro de su bolsa, exponiéndolo a una temperatura mayor de 90 grados centígrados durante 15 minutos. El tiempo se comenzó a cronometrar cuando la temperatura era superior a los 90 grados. Para evitar que la bolsa se reventara se le hicieron varias perforaciones.

### 3.5.3. Fertilización inicial

La fertilización inicial se realizó el día de la siembra y consistía en 40% de 18-46-0 (NPK), 25% de 0-0-60 (Potasio) y un 35% de cal apagada. La cantidad total de esta mezcla se determinó en base al peso de los medios, tomando como referencia la información de fertilización inicial, utilizada en la sección, para el medio que actualmente se utiliza. Después de haber incorporado esta mezcla de fertilizante a los distintos tratamientos se tomó una muestra, la que fue llevada al Laboratorio de Suelos del Departamento de Agronomía para analizar su contenido de materia orgánica, nitrógeno total, fósforo, potasio, calcio y magnesio y el pH.

### 3.5.4. Siembra.

Esta actividad se realizó manualmente el 17 de Mayo de 1996, en bandejas de styrofoam de 200 celdas, las que tenían un ancho de 2.5 cm y profundidad de 7.0 cm. Se colocó medio esterilizado y con fertilizante en 10 bandejas para cada tratamiento. Luego se pusieron 2 a 3 semillas de tomate del cultivar "Butte" en cada celda.

### 3.5.5. Manejo

Después de sembradas las semillas, se colocaron las bandejas en un cuarto oscuro, donde permanecieron por 3 días. Se les proporcionó riego sólo el día que entraron al cuarto oscuro.

Del cuarto oscuro se trasladaron las bandejas al invernadero tipo "Quonsett". Ahí permanecieron 17 días más. Durante estos días recibieron 3 riegos diarios (6:30 am, 10:00 am y 2:30 pm) y se les suplementó, diariamente, con el fertilizante 20-20-20 en el primer riego del día (fertigación). El raleo se hizo el 30 de Mayo, cuando aún estaban las plántulas en estado cotiledonal.

## 3.6. ETAPA DE CAMPO

### 3.6.1. Transplante

La etapa de invernadero terminó el día del transplante el 7 de junio de 1996 cuando las plántulas tenían 21 días de edad. Se transplantó en camas de 1.8 m de ancho, por lo que se colocaron 2 hileras de plántulas por cama. El distanciamiento entre plantas fue de 0.25 m. Cada parcela contó con 80 plantas, utilizando un total de 1920 plántulas en todo el experimento. Para evitar que las plántulas sufrieran de estrés al transplante, se proporcionó riego por aspersión. Además, se colocaron las mangueras del riego por goteo para los futuros riegos.

### 3.6.2. Fertilización

El área experimental recibió una fertilización básica con 18-46-0 y gallinaza, 300 Kg/Ha y 20 Ton/Ha, respectivamente. Se fertilizó después a los 10 y 25 días con Urea (46% N).

### 3.6.3. Tutorado

Aunque el cultivar "Butte" es de crecimiento determinado fue conveniente tutorear las parcelas. Se utilizaron estacas de aproximadamente 2 m de alto y 3 cm de ancho, las que fueron colocadas cada 2,5 m. Se colocaron 2 hilos de cabuya, el primero cuando la planta tenía unos 25 cm de alto, y el segundo unos 25 cm más arriba del primero.

### 3.6.4. Plagas y enfermedades

Al haber establecido el cultivo durante la época lluviosa hubo gran necesidad de implementar control fitosanitario. Aunque se hicieron aplicaciones contra *Bemisia tabaci* y *Helicoverpa zea*, fue el hongo *Alternaria solani* que causó más daño. El problema de hongos fue tan grave que se llegaron a hacer aplicaciones diarias contra éstos.

### 3.6.5. Malezas

El deshierbe se realizó manualmente con azadón de acuerdo al crecimiento que tuvieran las malezas presentes. En ningún momento se usaron herbicidas.

### 3.6.6. Cosecha

La cosecha se inició el 13 de Agosto de 1996 y terminó el 31 de Agosto del mismo año. Se realizó en intervalos de 4 y 7 días. Se cosecharon los tomates pintones y maduros, inclusive algunos en estado verde maduro, de las 2 hileras internas de cada unidad experimental. Se hizo una clasificación entre frutos comerciales y no comerciales, y a ambos se les tomó el número y peso. Como comerciales se escogieron aquellos tomates libres de cualquier daño y de tamaño, forma, coloración y consistencia aceptable para los consumidores. En los no comerciales se incluyeron aquellos con algún daño mecánico, fisiológico o causado por insectos y/o enfermedades, y los frutos muy pequeños.

### 3.7 VARIABLES

En la etapa de invernadero se midieron las siguientes variables: longitud de raíz (cm), peso fresco de raíz (g), peso fresco del área foliar (g) y consistencia del pilón. Para hacer este muestreo se tomaron como muestra 20 plántulas de cada tratamiento, luego se lavó la zona radicular para eliminar el medio de crecimiento y facilitar las mediciones. Al evaluar la consistencia del pilón, se determinó un rango del 1 al 5, siendo 1 el peor y 5 el mejor. Esta toma de datos se realizó el día previo al transplante teniendo las plántulas 20 días de edad.

En la etapa de campo las variables de interés fueron el rendimiento por planta en kilogramos y número de frutos comerciales por planta. La toma de datos se realizó al momento de cada cosecha, en base a las 2 hileras centrales de cada parcela, evitando así el efecto de borde.

#### IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis realizado en el Laboratorio de suelos proporciona información del contenido nutricional de cada tratamiento. Se puede observar en el Cuadro 1 que, aunque las cantidades no son las mismas, todos los tratamientos presentan un contenido alto de nitrógeno total. En el caso del fósforo, potasio y calcio disponibles también se consideran valores altos. El elemento secundario que presenta mayores variaciones es el magnesio, especialmente en los tratamientos que no llevan musgo ni vermiculita; se presume que se debe a que la vermiculita tiene un contenido alto de magnesio (Ecke et al, 1990), y estos tratamientos no lo contienen.

Cuadro 1. Análisis químico de los medios de crecimiento al momento de la siembra.

| Trat. | %N Tot. | P(ppm) | K(ppm) | Ca(ppm) | Mg(ppm) | %MO  | pH   |
|-------|---------|--------|--------|---------|---------|------|------|
| 1     | 0.29 A  | 1016 A | 1437 A | 3125 A  | 587 A   | 26.1 | 6.41 |
| 2     | 0.58 A  | 1022 A | 1825 A | 4631 A  | 418 A   | 33.0 | 6.44 |
| 3     | 0.27 A  | 1215 A | 1862 A | 1231 A  | 137 B   | 8.23 | 6.52 |
| 4     | 0.33 A  | 1552 A | 1687 A | 1656 A  | 187 M   | 10.8 | 6.94 |
| 5     | 0.30 A  | 907 A  | 1062 A | 1268 A  | 115 B   | 17.1 | 6.18 |
| 6     | 0.23 A  | 1165 A | 1331 A | 1487 A  | 140 B   | 12.1 | 6.21 |

A= Alto

M= Medio

B= Bajo

El contenido de materia orgánica de todos los tratamientos estuvo alto. A pesar que los medios con casulla de arroz presentaron los porcentajes más bajos, éstos fueron mayores del 5%, el cual se considera bastante alto. (ver Cuadro 1.)

Asimismo, en el Cuadro 1 se pueden observar los resultados del análisis de pH, apareciendo todos dentro del rango de levemente ácido y muy levemente ácido.

#### 4.1 LONGITUD DE RAÍZ Y PESO DE RAÍZ

El desempeño que tenga la raíz de una planta es de gran importancia porque a través de éstas la planta absorbe los nutrientes. De acuerdo a los resultados obtenidos del ANOVA para la longitud de raíz, las diferencias entre tratamientos fueron no significativas ( $P>0.05$ ). En el Cuadro 2 se pueden observar los promedios de cada tratamiento.

Cuadro 2. Longitud de raíz.

| Tratamientos | Longitud de raíz (cm) |
|--------------|-----------------------|
| 1            | 9.96                  |
| 2            | 10.48                 |
| 3            | 10.8                  |
| 4            | 10.9                  |
| 5            | 11.35                 |
| 6            | 11.3                  |

El desarrollo de la raíz es influenciado por la porosidad y otras propiedades físicas de los medios (University of California, 1985), y por el tamaño del recipiente (Marr et al, 1990). Pero se debe tener en cuenta que tener una raíz muy larga no es lo más conveniente al transplantar; Edmond et al, 1988 (citado por Cáceres, 1993) aseguran que se pueden dañar las puntas o sea las porciones más jóvenes, las cuales son mas absorbentes.

En los pesos frescos de la raíz sí se encontraron diferencias significativas entre los distintos medios. En la Figura 1 se puede observar que fueron los medios de crecimiento cuyo ingrediente principal era el aserrín los que presentaron mayores pesos frescos (ver Anexos). Este dato es importante porque se puede considerar un indicador de cuánto tiene almacenado la plántula en sus raíces.

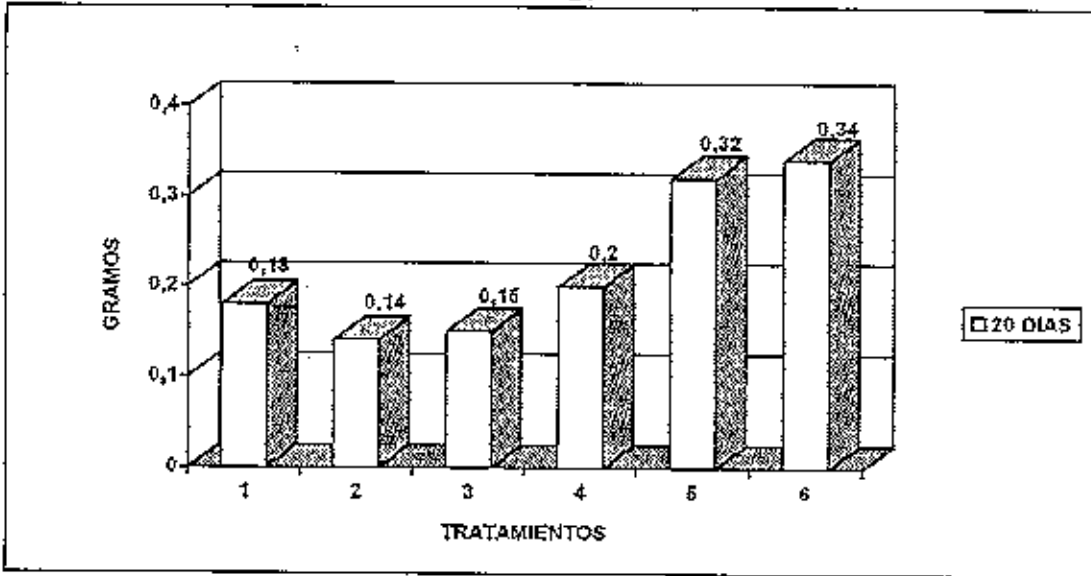


Figura 1. Peso fresco de área radicular.

#### 4.2 PESO DE ÁREA FOLIAR

Los pesos del área foliar variaron de un tratamiento a otro; y fue en los tratamientos con aserrín, al igual que en la variable peso de área radicular, que se presentaron los valores más altos (ver Figura 2 y Anexos). Melton (1991) afirma que pesos frescos altos de área foliar, junto con otras características relacionadas con follaje, se deben al contenido de nitrógeno del medio; en este caso, ya se menciona que los niveles de nitrógeno de todos los tratamientos fueron altos.

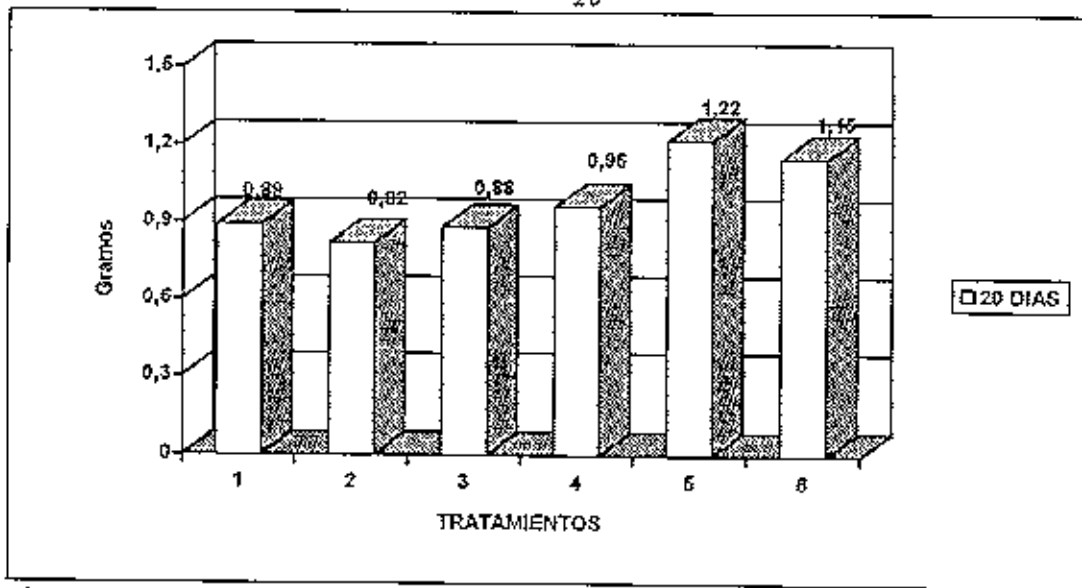


Figura 2. Peso fresco de área foliar.

#### 4.3 CONSISTENCIA DEL PILÓN

La variable consistencia del pilón resultó ser altamente significativa ( $P > 0.05$ ), siendo los medios de crecimiento con musgo y vermiculita los mejores (ver Anexos). Asimismo, los tratamientos con aserrín resultaron ser buenos para esta característica (ver Figura 3). Se asume que el contenido de materia orgánica está estrechamente relacionado con esta característica ya que fueron los tratamientos con mayor contenido los que tuvieron mejor consistencia (ver Cuadro 1); se dice que el contenido de materia orgánica influye mucho en la estructura y textura del suelo.

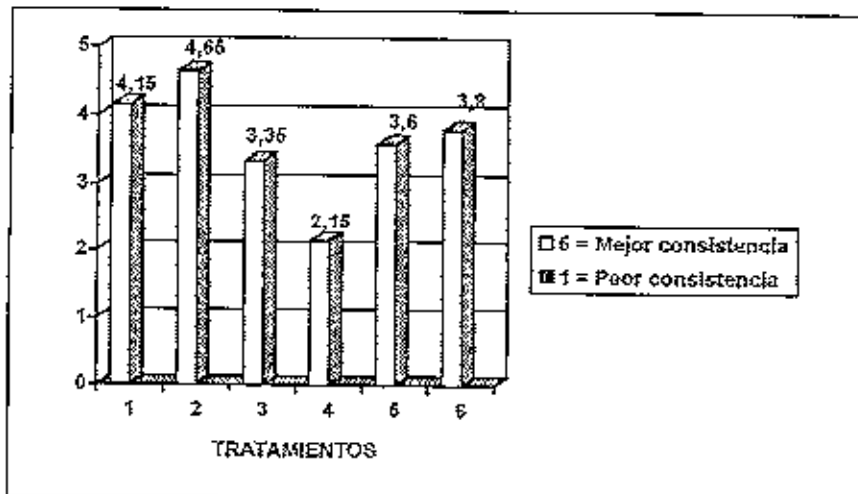


Figura 3. Consistencia del pilón.

La consistencia del pilón está muy relacionada con el desperdicio de plántulas, especialmente al momento del trasplante. Cuando la consistencia es pobre, el pilón se deshace dejando una plántula a raíz desnuda, lo que resulta en tiempo, esfuerzo y dinero perdido. Muchas veces las raíces se atrofian al producirse este desmoronamiento. Si la plántula está suficientemente vigorosa, sufre un poco de estrés pero se termina anclando al suelo. El problema se presenta cuando las plántulas están débiles, puesto que no resistirán el estrés y morirán; éstas ni siquiera vale la pena que se trasplanten.

#### 4.4 RENDIMIENTO

Al cosechar se evaluó el rendimiento (en kilogramos) por planta y el número de frutos comerciales por planta. Aunque los rendimientos no resultaron ser muy diferentes, el número de frutos por planta sí lo fue (ver Cuadro 3 y Anexos).

Los resultados de rendimiento no son significativos, pero observando el Cuadro 3 se puede notar que donde hubieron más frutos por planta, el peso por planta fue mayor. Esta reducción en peso se atribuye al severo ataque de *Alternaria solani* que se presentó durante el período en que se llevó a cabo el experimento, lo que limitó el óptimo desarrollo de los frutos.

Cuadro 3. Rendimiento por planta y número de frutos comerciales por planta.

| Trat. | kg/planta | frutos/planta |
|-------|-----------|---------------|
| 1     | 0.74      | 6.51          |
| 2     | 0.56      | 4.35          |
| 3     | 0.72      | 6.46          |
| 4     | 0.63      | 5.72          |
| 5     | 0.82      | 7.60          |
| 6     | 0.59      | 5.29          |

## 4.5 ESTIMACIÓN DE COSTOS DE PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS

Se realizó un análisis de costos de producción de plántulas tomando en cuenta el costo de los insumos utilizados, de mano de obra y depreciaciones para producir un ciclo de 2000 plántulas de tomate. En el Cuadro 4 se pueden observar los costos totales para cada tratamiento. Los resultados indican que el medio de crecimiento que contiene musgo y vermiculita (1:1) es el que tiene costos más elevados. Este tratamiento, aunque tiene los mismos componentes que el tratamiento 2, tiene costos más altos, debido a que la vermiculita está en mayor proporción y es un producto mucho más caro.

Cuadro 4. Estimación de costos de producción de 2000 plántulas.

| Rubro                            | T1            | T2            | T3            | T4            | T5            | T6            |
|----------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Musgo                            | 52.193        | 104.386       | -             | -             | -             | -             |
| Vermiculita                      | 129.828       | 28.851        | -             | -             | -             | -             |
| Casulla                          | -             | -             | 2.400         | 1.800         | -             | -             |
| Aserrín                          | -             | -             | -             | -             | 2.160         | 1.620         |
| Arena                            | -             | -             | 1.350         | 1.350         | 1.350         | 1.350         |
| Compost                          | -             | -             | 6.340         | 12.690        | 6.340         | 12.690        |
| 18-46-0                          | 0.086         | 0.086         | 0.360         | 0.280         | 0.320         | 0.360         |
| 0-0-60                           | 0.028         | 0.028         | 0.120         | 0.090         | 0.110         | 0.120         |
| Cal                              | 0.017         | 0.017         | 0.070         | 0.050         | 0.060         | 0.070         |
| 20-20-20                         | 5.040         | 5.040         | 5.040         | 5.040         | 5.040         | 5.040         |
| Cloro                            | 0.090         | 0.090         | 0.090         | 0.090         | 0.090         | 0.090         |
| Agua                             | 3.530         | 3.530         | 3.530         | 3.530         | 3.530         | 3.530         |
| Kerosene                         | 5.460         | 5.460         | 5.460         | 5.460         | 5.460         | 5.460         |
| Bandejas                         | 4.260         | 4.260         | 4.260         | 4.260         | 4.260         | 4.260         |
| Caldera                          | 0.380         | 0.380         | 0.380         | 0.380         | 0.380         | 0.380         |
| Invernadero                      | 3.170         | 3.170         | 3.170         | 3.170         | 3.170         | 3.170         |
| Mano de obra                     | 130.000       | 130.000       | 130.000       | 130.000       | 130.000       | 130.000       |
| Semilla                          | 16.600        | 16.600        | 16.600        | 16.600        | 16.600        | 16.600        |
| Otros                            | 0.005         | 0.005         | 0.005         | 0.005         | 0.005         | 0.005         |
| Administración                   | 0.015         | 0.015         | 0.015         | 0.015         | 0.015         | 0.015         |
| Costo de oportunidad del capital | 4.62          | 3.98          | 2.36          | 2.43          | 2.36          | 2.43          |
| <b>TOTALES</b>                   | <b>355.32</b> | <b>305.90</b> | <b>181.55</b> | <b>187.24</b> | <b>181.25</b> | <b>187.19</b> |

Los costos más bajos se obtuvieron con el tratamiento de aserrín-arena-compost (4:1:1). La alta disponibilidad en la región de estos materiales reduce su costo. Basándose en el resultado de este tratamiento (Cuadro 4), se deduce que su costo por plántula es de Lps. 0,091.

El tratamiento 3 (casulla-arena-compost, 4:1:1) es el mismo que se usa en la Escuela Agrícola Panamericana (EAP) para la producción de plántulas para uso interno y para la venta a particulares. Anteriormente se estimó el costo por plántula de tomate en Lps. 0,08, pero sin incluir costo de agua ni depreciaciones, lo que indicaba que realmente su costo era un poco mayor. En el Cuadro 5 se presenta la estimación de los costos de producción de una plántula de tomate para cada tratamiento. En esta información se observa que el costo de producción para el tratamiento 3 es de Lps. 0,091, lo cual da una diferencia de 0,011 comparado con la estimación anterior.

Cuadro 5. Estimación del costo por plántula y del valor de venta por plántula (asumiendo un margen de utilidad de 40%).

| Tratamientos | Costo/ plántula (Lps.) | Valor de venta (Lps.) |
|--------------|------------------------|-----------------------|
| 1            | 0,178                  | 0,249                 |
| 2            | 0,153                  | 0,214                 |
| 3            | 0,091                  | 0,127                 |
| 4            | 0,094                  | 0,131                 |
| 5            | 0,091                  | 0,127                 |
| 6            | 0,094                  | 0,131                 |

En el Cuadro 5 se presenta la estimación de los precios de venta de las plántulas de tomate incluyendo una rentabilidad de 40%. Se considera que los medios que contienen musgo y vermiculita se venderían a un precio que los productores no estarán dispuestos a pagar. Sin embargo, el precio de los medios con materiales más disponibles en la región (casulla, aserrín, arena y compost) es significativamente más accesible; inclusive más barato que el precio de venta actual de la EAP (Lps. 0,15).

## V CONCLUSIONES

Los niveles altos de nitrógeno en los medios de crecimiento promueven el crecimiento vegetativo de las plántulas.

Un contenido alto de materia orgánica altera la estructura del medio, favoreciendo el desarrollo de las raíces.

El contenido alto de materia orgánica, al mejorar la estructura, mejora la consistencia del pilón.

Medios de crecimiento con materias primas que tengan alta capacidad de retención de agua y buena aireación, como el musgo y la vermiculita, permiten una mejor consistencia del pilón.

Medios con aserrín, arena y compost (4:1:1) y con musgo y vermiculita (1:1) resultan en mayores rendimientos, tanto en número de frutos por planta como kilogramos por planta.

El usar materias primas importadas aumenta considerablemente los costos totales de producción. Los costos menores se obtienen si se utilizan materias que se encuentran localmente, como el aserrín y la casulla de arroz.

## VI RECOMENDACIONES

Se recomienda que las variables de peso de zona radicular y de área foliar sean medidas, además, en base al contenido de materia seca, asegurando así su contenido real de reservas.

Queda pendiente evaluar cuantitativamente propiedades físicas de los medios de crecimiento como son: Capacidad de retención de agua, espacio poroso y densidad aparente.

Sería conveniente evaluar estos mismos medios de crecimiento en otros cultivos que se manejan por trasplante, ya que cada cultivo tiene su propio requerimiento.

Si este experimento se hiciera en otro país, se debería complementar también con un análisis de costos, ya que los costos varían de país a país.

En caso que se deseara cambiar de medio de crecimiento, se recomienda que contenga aserrín, arena y compost en proporción de 4:1:1, pues los resultados son técnica y económicamente favorables.

## VII BIBLIOGRAFÍA

- ALBUREZ O., Carlos F. s.f. Manual agrícola Superb; Tomate. Guatemala, Productos Superb Agrícola S.A. 591p.
- ALL ABOUT tomatocs. 1976. United Statates, Midwest/Northeast Edición. 96p. Ortho Book Series.
- BAKER, K.; Chandler, P.; Durbin, R.; Ferguson, J.; Huffman, J.; Matkin, O.A.; Munnecke, D.; Roistacher, C.; Schoonover, W.; Sciaroni, R. 1957. The U.C. System for producing healthy container-grown plants. Edited by Kenneth Baker. Division of Agricultural Sciences, University of California. 331p.
- BOIVIN, C; Gosselin, A; Trudel, M.J. 1987. Effect of supplementary lighting on transplant growth and yield of greenhouse tomato. Hortscience(EE.UU.) 22(6): 1266-1268.
- CÁCERES Z., L.M. 1993. Efecto de la edad de plántula al transplante en el rendimiento de dos cultivares de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo techo y en el campo. Tesis Ing. Agr. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 55p.
- DENISEN, E.L. 1991. Fundamentos de horticultura. México, D.F, Mex., Limusa. 604p.
- DIRR, M.A.; Heuser Junior, C.W. 1987. The reference manual of woody plant propagation: from seed to tissue culture. Georgia,EE.UU, Varsity Press Inc. 233p.
- DUFAULT, R.J. 1987. Use of slow-release nitrogen and phosphorous fertilizers in celery transplant production. Hortscience(EE.UU.) 22(6): 1268-1270.
- ECKE, P.; Matkin, O.A.; Hartley, D.E. 1990. The poinsettia manual. 3 ed. Paul Ecke Poinsettias. 87p.

- FASSBENDER, H.W. 1975. Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina. Editorial IICA. 420p.
- HARTMAN, H.T.; Kester, D.E. 1988. Propagación de plantas. Trad. del inglés por Antonio Marino Ambrosio. México, D.F., Mex., Editorial Continental. 760p.
- HILL, L. 1985. Secrets of plant propagation. Vermont, EE.UU., Storey communications. 168p.
- KARCHI, Z.; Cantliffe, D.J. 1991. Growth of containerized transplants with varying N and P ratios. Hortscience(EE.UU) 26(2): 101p.
- Luh, B.S. 1980. Rice: Production and utilization. Connecticut, EE.UU. AVI. 925p.
- MARR, C.W.; Jirak, M. 1990. Holding tomato transplants in plug trays. Hortscience(EE.UU) 25(2): 173-176.
- MELTON, R.R.; Dufault, R.J. 1991. Nitrogen, phosphorous and potassium fertility regimes affect tomato transplant growth. Hortscience (EE.UU) 26(2): 141-142.
- MONTES, A. 1996. Cultivos de hortalizas en el trópico. Honduras, Departamento De Horticultura, Escuela Agrícola Panamericana. 208p.
- \_\_\_\_\_. 1993. Guía práctica para el cultivo de hortalizas. Honduras, Programa De Desarrollo Rural. 81p.
- NIETO, J.M.; Montes, A. 1993. Avances de investigación en hortalizas. Honduras, Departamento De Horticultura, Escuela Agrícola Panamericana. 79p.
- UNIVERSITY OF CALIFORNIA (EE.UU). 1985. Integrated pest management for tomatoes. 2 ed. Statewide Integrated Pest Management Program, Division of Agriculture and Natural Resources. 104p.
- VALADEZ, A. 1989. Producción de hortalizas. México, D.F., Mex., Limusa. 298p.

# ANEXOS

## Anexo 1. ANOVA para la variable LONGITUD DE RAÍZ.

| Factor de variación | GL | Valor F | Probabilidad | CV (%) |
|---------------------|----|---------|--------------|--------|
| Tratamientos        | 5  | 1.759   | 0.1723 *     | 7.33   |
| Error               | 18 |         |              |        |
| Total               | 23 |         |              |        |

\* No significativo

## Anexo2. ANOVA para la variable PESO DE RAÍZ.

| Factor de variación | GL | Valor F | Probabilidad | CV (%) |
|---------------------|----|---------|--------------|--------|
| Tratamientos        | 5  | 14.720  | 0.0000 **    | 19.95  |
| Error               | 18 |         |              |        |
| Total               | 23 |         |              |        |

\* No significativo

\*\* Altamente Significativo ( $P < 0.05$ )

## Anexo 3. Prueba Duncan de separación de medias para la variable PESO DE RAÍZ.

| Tratamientos | Peso (g) |
|--------------|----------|
| 6            | 0.3350 A |
| 5            | 0.3200 A |
| 4            | 0.2050 B |
| 1            | 0.1750 B |
| 3            | 0.1500 B |
| 2            | 0.1450 B |

Letras iguales no son significativamente diferentes.

Anexo 4. ANOVA para la variable PESO DE ÁREA FOLIAR.

| Fuente de variación | GL | Valor F | Probabilidad | CV (%) |
|---------------------|----|---------|--------------|--------|
| Tratamientos        | 5  | 5.761   | 0.0024 **    | 13.81  |
| Error               | 18 |         |              |        |
| Total               | 23 |         |              |        |

\* No significativo

\*\* Altamente significativo ( $P < 0.05$ )

Anexo 5. Prueba Duncan de separación de medias para la variable PESO DE ÁREA FOLIAR.

| Tratamientos | Peso (g) |
|--------------|----------|
| 5            | 1.225 A  |
| 6            | 1.150 AB |
| 4            | 0.955 BC |
| 1            | 0.890 C  |
| 3            | 0.885 C  |
| 2            | 0.815 C  |

Letras iguales no son significativamente diferentes.

Anexo 6. ANOVA para la variable CONSISTENCIA DEL PILÓN.

| Fuente de variación | GL | Valor F | Probabilidad | CV (%) |
|---------------------|----|---------|--------------|--------|
| Tratamientos        | 5  | 13.392  | 0.0000 **    | 12.84  |
| Error               | 18 |         |              |        |
| Total               |    |         |              |        |

\* No significativo

\*\* Altamente significativo ( $P < 0.05$ )

**Anexo 7. Prueba Duncan de separación de medias para la variable  
CONSISTENCIA DEL PILÓN.**

| Tratamientos | Valor (1-5) |    |
|--------------|-------------|----|
| 2            | 4,650       | A  |
| 1            | 4,150       | AB |
| 6            | 3,800       | BC |
| 5            | 3,600       | BC |
| 3            | 3,350       | C  |
| 4            | 2,150       | D  |

Letras iguales no son significativamente diferentes.

**Anexo 8. ANOVA para la variable RENDIMIENTO EN KILOGRAMOS POR  
PLANTA.**

| Fuente de variación | GL | Valor F | Probabilidad | CV (%) |
|---------------------|----|---------|--------------|--------|
| Bloques             | 3  | 2,77    | 0,0782 *     | 20,36  |
| Tratamientos        | 5  | 2,17    | 0,1122 *     |        |
| Error               | 15 | 0,07    |              |        |
| Total               | 23 |         |              |        |

\* No significativo

**Anexo 9. ANOVA para la variable NÚMERO DE FRUTOS COMERCIALES  
POR PLANTA.**

| Fuente de variación | GL | Valor F | Probabilidad | CV (%) |
|---------------------|----|---------|--------------|--------|
| Bloques             | 3  | 1,80    | 0,19         | 17,93  |
| Tratamientos        | 5  | 4,41    | 0,0114 **    |        |
| Error               | 15 | 1,47    | 0,2454       |        |
| Total               | 23 |         |              |        |

\* No significativo

\*\* Altamente significativo

**Anexo 10. Prueba Duncan de separación de medias para la variable NÚMERO DE FRUTOS COMERCIALES POR PLANTA.**

| Tratamientos | Frutos/planta |
|--------------|---------------|
| 5            | 7.600 A       |
| 1            | 6.508 AB      |
| 3            | 6.465 AB      |
| 4            | 5.720 BC      |
| 6            | 5.228 BC      |
| 2            | 4.347 C       |

Letras iguales no son significativamente diferentes.

**Anexo 11. COSTO UNITARIO de los insumos.**

| Rubro            | Unidad       | Costo unitario (Lps.) |
|------------------|--------------|-----------------------|
| Musgo            | Metro cúbico | 1159.84               |
| Vermiculita      | Metro cúbico | 2885.07               |
| Casulla de arroz | Metro cúbico | 40.00                 |
| Aserrín          | Metro cúbico | 36.00                 |
| Areña            | Metro cúbico | 90.00                 |
| Compost          | Metro cúbico | 423.00                |
| 18-46-0          | Kilogramo    | 3.87                  |
| 0-0-60           | Kilogramo    | 2.24                  |
| 20-20-20         | Kilogramo    | 11.73                 |
| Cal              | Kilogramo    | 0.88                  |
| Cloro            | Kilogramo    | 30.00                 |
| Kerosene         | Litro        | 4.37                  |
| Agua             | Litro        | 0.005                 |

# Anexo 12. DEPRECIACIÓN de invernadero, caldera y bandejas.

|                                          |                         |
|------------------------------------------|-------------------------|
| Costo del invernadero                    | US \$ 10,000. 00        |
| Vida útil                                | 20 años                 |
| Depreciación por año                     | US \$ 500,00            |
| Número de mesas en el invernadero        | 99                      |
| Depreciación por mesa por año            | US \$ 5,05              |
| Número de ciclos por año                 | 17                      |
| Depreciación por mesa por ciclo          | US \$ 0,297= Lps. 3.80  |
| Plántulas por mesa                       | 2400                    |
| Depreciación por ciclo de 2000 plántulas | Lps. 3.17               |
|                                          |                         |
| Costo de la caldera                      | US \$ 3500,00           |
| Vida útil                                | 10 años                 |
| Depreciación por año                     | US \$ 350,00            |
| Depreciación por día                     | US \$ 0,959             |
| Depreciación por hora (\$ horas/día)     | US \$ 0,1198= Lps. 1.53 |
| Depreciación por 15 minutos de uso       | Lps. 0.38               |
|                                          |                         |
| Costo de las bandejas                    | Lps. 290,00             |
| Vida útil                                | 4 años                  |
| Depreciación por año                     | Lps. 72,50              |
| Número de ciclos por año                 | 17                      |
| Depreciación por ciclo                   | Lps. 4.26               |