

**Evaluación agro-económica de tres tamaños
de bolsa con sustratos y tres frecuencias de
riego en la producción de tomate bajo
condiciones de macrotúnel en Zamorano**

Hugo Leonel Aroche Morales

Zamorano, Honduras
Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria

Diciembre, 2001

Evaluación agro-económica de tres tamaños de bolsa con sustratos y tres frecuencias de riego en la producción de tomate bajo condiciones de macrotúnel en Zamorano

Proyecto especial presentado como requisito parcial
para optar al título de Ingeniero Agrónomo
en el grado académico de Licenciatura

Presentado por

Hugo Leonel Aroche Morales

Zamorano, Honduras

Diciembre, 2001

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

Hugo Leonel Aroche Morales

Zamorano, Honduras

Diciembre, 2001

Evaluación agro-económica de tres tamaños de bolsa con sustratos
y tres frecuencias de riego en la producción de tomate bajo
condiciones de macrotúnel en Zamorano

Presentado por

Hugo Leonel Aroche Morales

Aprobada

José María Miselem, M. Sc.
Asesor Principal

Alfredo Rueda, Ph. D.
Coordinador de Área Temática
Fitotecnia

Rony Muñoz, M. Sc.
Asesor

Jorge Iván Restrepo, M.B.A.
Coordinador de la CCPA

Pablo Paz, Ph. D.
Coordinador PIA Fitotecnia

Antonio Flores, Ph. D.
Decano

Keith L. Andrews, Ph. D.
Director General

DEDICATORIA

A Dios por iluminar mi camino, darme sabiduría y fuerza en todo momento y brindarme la capacidad para triunfar en la vida.

A mis padres, Marco Antonio y Elda, por brindarme todo su apoyo, amor y comprensión durante todos estos años de mi vida, gracias por confiar en mí los amo mucho.

A mis hermanos Luis y Patricia, gracias por apoyarme siempre.

A Katarina y Tonito, gracias por todo su amor, ustedes son un pilar muy fuerte de este logro, los amo mucho.

AGRADECIMIENTOS

A mi familia por apoyarme incondicionalmente en todo momento.

A Katarina por todo su amor, apoyo, comprensión y alegrías que compartimos.

Al Ing. Miselem por haberme brindado muchos de sus conocimientos, colaboración y dirección para que este trabajo se llevara a cabo.

Al Ing. Rony Muñoz por todo su apoyo y dirección en la realización de este trabajo.

A Rodolfo Leiva, por ser más que un amigo y por su valioso apoyo para lograr este éxito por su amistad y apoyo para poder continuar mis estudios.

A Sr. John Smith por haberme brindado esta oportunidad tan valiosa en la vida.

A todos los ingenieros de la Zamoempresa de Cultivos Intensivos y al personal docente de zona III por la colaboración prestada en la realización del estudio.

A mis amigos por su amistad y momentos que pasamos en toda la carrera principalmente a Marco Antonio, Hugo René, Guillermo, Fernando, Indira, Edith, Cecilia y a todos que de alguna forma contribuyeron en mi trabajo o su amistad me brindaron.

A todas las personas que en algún momento me apoyaron y me dieron un consejo y me enseñaron como sobrevivir en esta vida.

AGRADECIMIENTOS A PATROCINADORES

A Agrobeca de Guatemala, por haberme brindado el financiamiento para estudiar los tres años del Programa Agrónomo.

A la embajada Inglesa en Guatemala por brindarme el patrocinio para concluir mis estudios del programa de Ingeniero Agrónomo.

RESUMEN

Aroche Morales, Hugo Leonel. 2001. Evaluación agro-económica de tres tamaños de bolsa con sustratos y tres frecuencias de riego en la producción de tomate bajo condiciones de macrotúnel en Zamorano. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, El Zamorano, Honduras. 45 p.

El uso de sustratos en contenedores individuales y la determinación de frecuencia y volúmenes de riego de acuerdo al tamaño del contenedor son prácticas que se han difundido con el fin de mejorar el crecimiento y el desarrollo de las plantas. Esto aumenta la productividad e incrementa la calidad de los frutos. El objetivo fue evaluar tres tamaños de bolsa (grande = 0.036 m³, mediana = 0.024 m³ y pequeña = 0.011 m³) con sustrato y tres frecuencias de riego, la primera de 45 min. una sola aplicación al día, la segunda de 20 min. en la mañana y 25 en la tarde y la tercera 15 min. en la mañana, 15 min. al medio día, 15 min. en la tarde. El experimento se realizó entre abril y octubre del 2001 en Zamorano, Honduras. Se usó un diseño de parcelas divididas con arreglo factorial 3 × 3 en bloques completos al azar con tres repeticiones. Las bolsas grandes presentaron plantas significativamente de mayor tamaño y un rendimiento superior del 95 y 204% (P≤0.05) en comparación a las bolsas medianas y pequeñas, respectivamente. La frecuencia de 15 min. por la mañana, 15 min. al medio día y 15 min. en la tarde aumentó significativamente el rendimiento en un 12 y 16%, con respecto a la primera y segunda frecuencia (P≤0.05). Los mayores rendimientos comerciales y frutos más pesados se obtuvieron al utilizar bolsas grandes y la frecuencia de 15 min. por la mañana, 15 min. al medio día y 15 min. en la tarde (P≤0.05). Estos resultados pueden atribuirse a que en recipientes de mayor tamaño proveen más aireación en el sustrato lo cual afecta el crecimiento de la planta, pequeños volúmenes de riego y alta frecuencia ayudan a mantener un buen equilibrio en la solución de aporte de nutrientes, favoreciendo el desarrollo de la planta. En promedio, una cuarta parte de la producción total fue clasificada como fruto no comercial debido principalmente a su tamaño, factores como baja nutrición pueden haber causado este resultado.

Palabras Claves: Fruto no comercial, fruto pequeño, rendimiento comercial, tamaño de contenedor, volumen de riego.

NOTA DE PRENSA

CONTENEDORES PLÁSTICOS Y RIEGO OPORTUNO, UNA NUEVA ALTERNATIVA EN LA PRODUCCION DE HORTALIZAS

En los momentos actuales en la producción de hortalizas se ha logrado mejorar el rendimiento y calidad de frutos como tomate mediante la innovación de tecnologías como la utilización de invernaderos con cobertura plástica, sistemas sencillos de control climático, equipos de riego, fertilizaciones automatizados y una sustitución gradual del suelo por sustratos colocados en contenedores.

El cultivo en bolsas, una de éstas tecnologías innovadoras, fue motivo de estudio en los macrotúneles de hortalizas de Zamorano para evaluar el efecto del tamaño del contenedor del medio y la frecuencia de riego en la producción de tomate. La práctica se desarrolló entre abril y octubre de 2001.

Para el estudio se tomaron en cuenta variables como: diámetro y altura de plantas y rendimiento total, comercial y no comercial, para determinar el paquete de producción con los mejores resultados económicos.

Al final los resultados mostraron que las bolsas grandes presentaron plantas de mayor tamaño y un rendimiento superior en comparación a las bolsas medianas y pequeñas. La frecuencia de tres riegos al día de 15 minutos cada uno aumentó la producción de tomate en un 16%.

Los mejores rendimientos de frutos comerciales y frutos mas pesados se obtuvieron al utilizar bolsas grandes y la frecuencia de riego de tres veces al día. Se obtuvo un 25% en pérdidas causadas por frutos no comerciales principalmente por frutos pequeños. Económicamente el mejor resultado lo generó las bolsas grandes y frecuencia de riego de tres veces al día.

Licda. Sobeyda Alvarez

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Autoría.....	ii
Página de firmas.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos.....	v
Agradecimientos a patrocinadores.....	vi
Resumen.....	vii
Nota de prensa.....	viii
Contenido.....	ix
Índice de Cuadros.....	xi
Índice de Anexos.....	xiii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 OBJETIVO GENERAL.....	2
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1 ORIGEN E HISTORIA.....	3
2.2 ADAPTACIÓN AL CULTIVO PROTEGIDO.....	3
2.3 SUSTRATOS.....	4
2.3.1 Mezclas de sustratos y materiales usados.....	4
2.3.2 Tratamiento del sustrato.....	5
2.4 CONTENEDORES.....	5
2.5 EL AGUA EN EL SUSTRATO.....	6
2.6 RIEGO.....	6
2.6.1 Riego por goteo.....	6
2.6.2 Frecuencia de riego en el sustrato.....	7
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	8
3.1 UBICACIÓN.....	8
3.2 INVERNADERO.....	8
3.3 MEDIO PREPARADO.....	8
3.4 BOLSAS.....	9
3.5 MANEJO AGRONÓMICO.....	9
3.5.1 Preparación del invernadero.....	9
3.5.2 Riego.....	9
3.5.3 Siembra y transplante.....	10
3.5.4 Fertilizaciones.....	10
3.5.5 Tutorado.....	10
3.5.6 Control de malezas.....	11
3.5.7 Control fitosanitario.....	11
3.5.8 Cosecha.....	12
3.6 METODOLOGÍA EXPERIMENTAL.....	12
3.6.1 Distribución factorial.....	12

3.7	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	12
3.8	TOMA DE DATOS.....	13
3.8.1	Etapa trasplante-cosecha.....	13
3.8.2	Etapa de cosecha.....	13
3.8.3	Clasificación de frutos no comerciales.....	14
3.9	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	14
3.10	ANÁLISIS ECONÓMICO.....	14
3.10.1	Análisis de dominancia.....	14
3.10.2	Análisis marginal.....	15
3.10.3	Análisis de diferencial.....	15
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	16
4.1	RESULTADOS AGRONÓMICOS.....	16
4.1.1	Diámetro en milímetros de la base del tallo.....	16
4.1.2	Altura en centímetros al último nudo desarrollado.....	17
4.1.3	Rendimiento total.....	18
4.1.3.1	Número total de frutos.....	18
4.1.3.2	Peso del total de frutos.....	19
4.1.3.3	Peso promedio del fruto.....	21
4.1.4	Rendimiento comercial.....	22
4.1.4.1	Número de frutos comerciales.....	22
4.1.4.2	Peso de frutos comerciales.....	23
4.1.4.3	Peso promedio del fruto comercial.....	24
4.1.5	Producción no comercial.....	25
4.1.5.1	Número de frutos no comerciales.....	25
4.1.5.2	Peso de frutos no comerciales.....	26
4.1.5.3	Peso promedio del fruto no comercial.....	27
4.1.6	Variables de calidad.....	28
4.1.6.1	Número de frutos no comerciales debido a tamaño.....	28
4.1.6.2	Peso de frutos no comerciales debido a tamaño.....	29
4.1.6.3	Peso promedio del fruto no comercial debido a tamaño.....	30
4.1.7	Relación porcentual entre rendimiento comercial y no comercial.....	31
4.2	ANÁLISIS ECONÓMICO.....	32
4.2.1	Presupuestos diferenciales.....	32
4.2.2	Análisis de dominancia.....	34
4.2.3	Análisis marginal.....	34
5.	CONCLUSIONES.....	37
6.	RECOMENDACIONES.....	38
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	39
8.	ANEXOS.....	40

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		
1.	Aplicaciones contra plagas y enfermedades.....	11
2.	Tratamientos usados en las unidades experimentales y su codificación	13
3.	Efecto de tres tamaños de bolsa, tres frecuencias de riego y su interacción en el diámetro del tallo tomado en cuatro edades después del trasplante en Zamorano, Honduras, 2001.....	17
4.	Efecto de tres tamaños de bolsa, tres frecuencias de riego y su interacción en la altura a la base del último nudo desarrollado en cuatro edades después del trasplante en Zamorano, Honduras, 2001.....	18
5.	Efecto de tres tamaños de bolsa, tres frecuencias de riego y su interacción en el número de tomate total obtenido en Zamorano, Honduras, 2001.....	19
6.	Efecto de tres tamaños de bolsa, tres frecuencias de riego y su interacción en el peso de tomate total obtenido en Zamorano, Honduras, 2001.....	20
7.	Efecto de tres tamaños de bolsa, tres frecuencias de riego y su interacción en el peso promedio del tomate total obtenido en Zamorano, Honduras, 2001.....	21
8.	Efecto de tres tamaños de bolsa, tres frecuencias de riego y su interacción en el número de tomate comercial obtenido en Zamorano, Honduras, 2001.....	22
9.	Efecto de tres tamaños de bolsa, tres frecuencias de riego y su interacción en el peso de tomate comercial obtenido en Zamorano, Honduras, 2001....	23
10.	Efecto de tres tamaños de bolsa, tres frecuencias de riego y su interacción en el peso promedio del tomate comercial obtenido en Zamorano, Honduras, 2001.....	24
11.	Efecto de tres tamaños de bolsa, tres frecuencias de riego y su interacción en el número de tomate no comercial obtenido en Zamorano, Honduras, 2001.....	25
12.	Efecto de tres tamaños de bolsa, tres frecuencias de riego y su interacción en el peso de tomate no comercial obtenido en Zamorano, Honduras, 2001.....	26
13.	Efecto de tres tamaños de bolsa, tres frecuencias de riego y su interacción en el peso promedio del tomate no comercial obtenido en Zamorano, Honduras, 2001.....	27
14.	Efecto de tres tamaños de bolsa, tres frecuencias de riego y su interacción en el número de tomate no comercial debido a tamaño pequeño obtenido en Zamorano, Honduras, 2001.....	28
15.	Efecto de tres tamaños de bolsa, tres frecuencias de riego y su interacción en el peso de tomate no comercial debido a tamaño en Zamorano, Honduras, 2001.....	29
16.	Efecto de tres tamaños de bolsa, tres frecuencias de riego y su interacción en el peso promedio del tomate no comercial debido a tamaño en Zamorano, Honduras, 2001.....	30
17.	Comparación porcentual del rendimiento (kg/ha) entre frutos comerciales	31

	y no comerciales obtenidos en Zamorano, Honduras, 2001.....	
18.	Presupuestos diferenciales para los tratamientos de tamaños de bolsa y frecuencia de riego en tomate Floradade en Zamorano, Honduras, 2001....	33
19.	Análisis de dominancia para los distintos tratamientos de tamaños de bolsa y frecuencia de riego en tomate Floradade en Zamorano, Honduras, 2001.....	34
20.	Análisis marginal para el precio de Lps. 5.66 por Kg. de tomate en Zamorano, Honduras, 2001.....	35
21.	Análisis marginal para el precio de Lps. 2.50 por Kg. de tomate en Zamorano, Honduras, 2001.....	36

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo		
1.	Resultado análisis foliar de tomate.....	42
2.	Resultado del análisis de varianza (ANDEVA), niveles de significancia y determinación.....	43
3.	Costos comunes para los tratamientos evaluados.....	44
4.	Costos diferenciales para bolsa grande.....	45
5.	Costos diferenciales para bolsa mediana.....	45
6.	Costos diferenciales para bolsa pequeña.....	46

1. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas la horticultura intensiva ha sufrido grandes cambios de manera que la necesidad de incrementar las producciones para satisfacer la demanda de los mercados y para mantener la rentabilidad de estos sistemas productivos ha llevado hacia un mayor control ambiental con el fin de poder optimizar el desarrollo de los cultivos. En este sentido el control de la nutrición vegetal ha sido posible gracias a los sistemas de cultivos sin suelo, con los que se ha podido eliminar el efecto amortiguador ejercido por el suelo y así someter la plantación a las condiciones deseadas (Canovas, 1993).

La utilización de invernaderos con cobertura plástica, sistemas sencillos de control climático, equipos de riego y fertilizaciones automatizados, se ha difundido ampliamente con el fin de mejorar el crecimiento y el desarrollo de las plantas y consecuentemente, de aumentar la productividad e incrementar la calidad de los frutos (Abad, 1995).

Según Ríos (2000), la continua repetición de los cultivos en el mismo suelo aumenta los riesgos de contaminación, lo cual puede evitarse al hacer uso de los sustratos. El término sustrato se aplica a todo material sólido distinto del suelo natural o de síntesis mineral u orgánico, que colocado en un contenedor en forma pura o mezclada permitan el anclaje del sistema radicular de la planta desempeñando el papel de soporte (Martínez y García, 2001).

Ríos (2000), señala que al colocarse el sustrato en unidades aisladas unas de otras hace más lenta y difícil la propagación de las infecciones, esta separación es posible realizarla ya que gracias a los avances en la aplicación de materiales plásticos que han permitido el fácil y económico envasado en sacos o contenedores, facilitan su transporte y utilización. Magán (2001), indica que la finalidad de estos contenedores es delimitar el espacio radicular, proporcionándole aislamiento térmico y preservándolo de la luz, los agentes contaminantes y la pérdida de agua por evaporación por lo que su importancia es muy grande en el comportamiento final del sistema.

El riego es imprescindible en la producción de tomate bajo invernadero para satisfacer las necesidades hídricas del cultivo. De los sistemas de riego posibles, el riego localizado gana adeptos en detrimento del riego convencional de superficie (normalmente por surcos) y del riego por aspersión (poco usado). La facilidad de manejo, posibilidad de fertirrigar y la mayor eficiencia del uso del agua (especialmente importante en zonas donde el agua de riego es cara y escasa) están promoviendo la expansión de sistemas de riego localizado de alta frecuencia. La idónea programación de los riegos es crucial para conseguir resultados satisfactorios en el cultivo intensivo del tomate. La programación de riegos implica determinar la frecuencia de riegos y la cantidad de agua a aplicar (Nuez, 1995).

Estudios realizados en años anteriores revelan que emplear sustratos en comparación con la siembra directa al suelo incrementó el número de frutos totales y no comerciales en la producción de tomate (Ríos, 2000).

1.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar el efecto de tres tamaños de bolsa con sustrato y tres frecuencias de riego en la producción de tomate bajo condiciones de macrotúnel.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar el efecto del tamaño de la bolsa en el rendimiento.

Determinar la frecuencia de riego más apropiada para cada tamaño de bolsa.

Identificar el paquete tecnológico con mejores resultados económicos.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ORIGEN E HISTORIA

El centro de origen del género *Lycopersicon* es de región andina que hoy comparten Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Chile. En esta área crecen espontáneamente las diversas especies del género. También en esta zona muestra *Lycopersicon esculentum* su mayor variación (Nuez, 1995). Mientras que Montes (SF), indica que los centros de origen del tomate fueron los Andes sudamericanos de Perú, Bolivia y Ecuador, debido a que allí se encontraron la mayor variedad de especies silvestres. Algunas especies han sido encontradas en Centro América y México lo que hace pensar que la migración de las especies fue hace 2000 años (Romero, 1999).

2.2 ADAPTACIÓN AL CULTIVO PROTEGIDO

Ríos (2000) señala que los cultivos al aire libre van en disminución por falta de una buena productividad, envejecimiento prematuro de la planta y rozamiento de los frutos. Benton (1998) indica que la competencia en el cultivo de frutas entre campo e invernadero continua aunque la mayoría del mercado de frutas frescas es y continua siendo en el campo. La pregunta acerca de la calidad de los frutos entre el cultivo a campo abierto e invernaderos es de mayor importancia para el futuro en la industria del cultivo de tomate.

Los túneles son definidos como invernaderos sencillos. Estos no poseen ventiladores, calefactores, o electricidad. Estas estructuras crean ventajas como la producción temprana en el verano y permiten la producción en tiempo de invierno (Chiriboga, 2000).

Algunas desventajas que estas estructuras pueden presentarnos son: producir microclimas altos en humedad en el interior que facilitan la aparición de hongos, altas temperaturas que pueden provocar aborto de flores, insectos chupadores como los áfidos, mosca blanca y arañuelas rojas pueden causar mayores problemas dentro del túnel ya que a la intemperie tienen varios factores que intervienen en su infestación como el efecto combinado del viento, el golpe de las gotas de lluvia, el escurrimiento y salpicaduras desde el suelo (Mabbett, 1997).

2.3 SUSTRATOS

Los sustratos comienzan a ser una alternativa a partir de 1957, ya que el compost presentaba problemas como: elección de materiales adecuados, elevado contenido en sales y manipuleo de material durante la etapa de compostaje (Giardina *et al.*, 2001).

Un sustrato es todo material sólido distinto del suelo ya sea natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico que colocado en un contenedor en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular de la planta, desempeñando, por tanto, un papel de soporte. El sustrato puede intervenir o no en el complejo proceso de la nutrición mineral de la planta (Martínez y García, 2001).

El sustrato es formado por tres fases: sólida, que esta constituida por las partículas del sustrato; la fase líquida, constituida por el agua del sustrato que contiene sustancias disueltas y la fase gaseosa, que es el aire del sustrato. Muchas veces resulta imposible separar estas tres fases, aunque de un modo práctico se suelen estudiar por separado (Búres, 2001). Por otro lado Magán (2001) señala que para que un sustrato pueda ser empleado a escala comercial, es necesario que permita el desarrollo de la raíz en perfectas condiciones, de manera que debe aportar de forma óptima la aireación, el agua y los solutos necesarios para la buena nutrición de la planta.

Desde el punto de vista edafológico los suelos son heterogéneos, frente a la homogeneidad casi absoluta de los sustratos, lo que supone grandes ventajas en las operaciones de cultivo, con ahorro de tiempo y dinero. Como resultado se obtiene uniformidad en la producción y calidad. El sustrato modifica las condiciones de tal forma que las raíces se encuentran en situación de obtener con facilidad agua y nutrientes necesarios para un óptimo crecimiento (Ríos, 2000).

2.3.1 Mezclas de sustratos y materiales usados

Tradicionalmente, los sustratos se obtienen por el método de “ensayo y error”, es decir, se parte de una serie de materiales conocidos, se mezclan en distintas proporciones y se analizan los sustratos resultantes, seleccionando aquellos que tienen las características más adecuadas (Búres, 2001).

Generalmente no se utilizan sustratos de un solo componente, ya que es difícil hallar un material que cumpla con las características físicas y químicas más adecuadas para obtener una producción óptima (Giardina *et al.*, 2001).

Por otra parte, la actividad agrícola e industrial genera abundantes residuos y subproductos, fundamentalmente de naturaleza orgánica, por tanto biodegradables. Estos materiales residuales pueden eliminarse mediante deposición en vertederos, incineración y utilización en Horticultura (como sustrato de cultivo), siendo esta una última alternativa la que se considera más satisfactoria, ya que Nuez (1995) especifica que: 1) Contribuye a disminuir el impacto ambiental que ocasionan muchos de estos materiales y, 2) Permite el

reciclado y la recuperación de la materia orgánica y los elementos fertilizantes contenidos en los mencionados residuos.

2.3.1 Tratamiento del sustrato

Magán (2001) indica que previo a la plantación se debe realizar una desinfección del sustrato con el fin de evitar o al menos reducir, los problemas de patógenos radiculares durante el siguiente cultivo.

En la década de 1981 a 1991, Holanda y Alemania eliminaron completamente el uso de bromuro de metilo (fumigante ampliamente utilizado para la desinfección del sustrato), integrando alternativas no químicas, como técnicas mejoradas de la esterilización con vapor. Bajo condiciones apropiadas, la pasteurización el suelo con vapor a temperaturas de 70-80 °C, es tan efectiva como el bromuro de metilo. Estos procesos de vaporización se usan en varios países principalmente en el manejo de invernaderos (Ríos, 2000).

2.4 CONTENEDORES

Los contenedores están compuestos por materiales de diversa naturaleza y su finalidad es delimitar el espacio radicular, proporcionándole aislamiento térmico y preservándolo de la luz, los agentes contaminantes y la pérdida de agua por evaporación (Canovas, 1995). Cuando en el sistema de cultivo se utilizan sustratos amorfos, el contenedor con sus características propias influye directamente en el comportamiento del sustrato, condicionando sus propiedades físicas al adquirir la forma determinada por el contenedor. Cuando los sustratos son rígidos esto no sucede pero aún así el contenedor condiciona enormemente las características de la rizosfera (pendiente, altura de agua, aislamiento), por lo que su importancia es muy grande en el comportamiento final del sistema (Magán, 2001).

Según Nuez (1995) en un principio los contenedores se construían de materiales pesados y duraderos (hormigón, hierro, cerámica, asfalto), constituyendo así las primitivas bancadas de cultivo. Cánovas (1993) señala que debido a los inconvenientes que presentan los sistemas de cultivo en bancadas, en las últimas décadas la tendencia más generalizada ha sido el empleo de sustratos embolsados en sacos de plástico con un volumen y dimensiones variables en función del tipo de material empleado para el desarrollo del cultivo.

La producción en bolsas conteniendo sustratos ha sido bastante utilizada en Europa y en lugares donde siembran cultivos que necesitan tutoro como el tomate o el pepino. Este sistema es menos costoso que otros y es más flexible para utilizarlo en camas. Una recomendación es que las bolsas deben estar aisladas del suelo con una lamina de polietileno (Chiriboga, 2000). Por otro lado Mora (2001) indica que cuando se utilizan bolsas, antes de ordenarlas en el invernadero debe poner plástico negro y grueso en el suelo donde se colocarán con el fin de evitar la penetración de la raíz al suelo. Se debe

dejar al menos 2 centímetros de la parte superior del contenedor para facilitar las labores de transporte y trasplante.

2.5 EL AGUA EN EL SUSTRATO

La fase líquida ha recibido desde los inicios de la investigación en sustratos una atención especial en cuanto a que es la que define la disponibilidad de agua para las plantas, sirve de soporte a la solución nutritiva y su conocimiento desde los puntos de vista energético e hidráulico permite de un modo práctico establecer la dosis y frecuencias de riego (Búres, 2001).

Previo a la plantación, el sustrato contenido en los sacos de cultivo debe ser hidratado adecuadamente con el fin de partir con un medio húmedo que no ofrezca problemas al desarrollo inicial del cultivo, ya que posteriormente no podrá ser saturado. Por otro lado resulta conveniente mantener el nivel de humedad del sustrato durante la época en la que no hay cultivo, para evitar una excesiva acumulación de sales y no tener que volverlo a saturar antes de la siguiente plantación (Canovas, 1993).

2.6 RIEGO

El riego es una alternativa factible para mejorar la producción y aumentar la productividad en los cultivos ya que permite alcanzar alto rendimiento y calidad de los productos, al hacer un uso óptimo del mismo (Herrera, 2001).

Entre los diferentes sistemas de riego, el de goteo tiene varias ventajas sobre los demás sistemas. Según (Nuez, 1995) la modalidad de riego por goteo se ha convertido en los últimos años en el tipo de riego más eficiente y económico a largo plazo en todo el mundo.

2.6.1 Riego por goteo

Herrera (2001) señala que este sistema de riego nos permite una mejor utilización del agua, controlar a la perfección los fertilizantes a utilizar, así como suministrar la cantidad de agua exacta requerida por el cultivo en todo momento. Además es posible automatizar todo el sistema, con lo cual se reducen los costos de mano de obra al mínimo.

La principal desventaja de este sistema según Rivera (2001)¹ es su costo inicial, por eso se adapta mejor a los cultivos de alta rentabilidad como es el caso del tomate. Otras desventajas son: menor versatilidad y no es posible realizar lavado de suelos.

2.6.2 Frecuencia de riego en el sustrato

¹Rivera Armando. 2001. Sistemas de riego. Escuela Agrícola Panamericana. Comunicación personal.

Un aspecto muy importante a tener en cuenta en el manejo del riego es la decisión del momento óptimo para llevarlo a cabo. Lógicamente, con el fin de facilitar dicho manejo, nos interesa dar riegos lo más prolongados posibles para establecer así una baja frecuencia. Sin embargo esto tiene un límite, y el momento más adecuado será aquel en que necesitamos reponer en el sustrato el agua consumida por la planta desde el riego anterior cuando las condiciones empiezan a ser no favorables para la raíz, esto también está muy relacionado con el tamaño del contenedor donde se encuentre el sustrato (Magán, 2001).

Canovas (1995) indica que lo ideal para la reposición deberá hacerse cuando se haya consumido el 5 o 10% como máximo, del agua retenida por el sustrato. También las instalaciones y equipos nos obligan a usar volúmenes mayores pues, por muy perfectas que sean, siempre hay una cierta variabilidad, debido tanto a los goteros como a las pérdidas de carga en distribución, por lo que debemos aceptar en el mejor de los casos un porcentaje de drenaje mínimo del 15 al 20% como garantía de carga en la distribución.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN

El presente trabajo se llevó a cabo entre abril y octubre de 2001 en el invernadero “B” de zona III de la Zamoempresa de Cultivos Intensivos en Zamorano (ZECI), ubicado en el Valle del Río Yeguaré, Departamento de Francisco Morazán, Honduras. Latitud 14° Norte y longitud 87° Oeste, elevación de 800 msnm, precipitación media anual de 1100 mm y una temperatura media anual de 26.5°C.

3.2 INVERNADERO

El invernadero que se utilizó fue tipo macrotúnel ubicado de este a oeste, con una longitud de 90 m y un ancho de 10 m, para un área total de 900 m². Cubierto con polietileno transparente resistente a rayos ultravioleta, las paredes frontal y trasera cubierta por malla antiinsectos de 50 mesh (50 orificios/pulgada²), así como las paredes laterales.

3.3 MEDIO PREPARADO

El medio que se preparó fue compuesto por una mezcla de casulla de arroz quemada (50%), compost (38%) y arena (12%). Las proporciones son: 4:3:1 respectivamente.

El compost se obtuvo de las composteras ubicadas en zona I las cuales contenían ingredientes que fueron acumulados a lo largo del año y que varían según la disponibilidad de la materia prima. La casulla de arroz se quemó antes de utilizarla y luego se mezclaron estos dos componentes con la arena. Las funciones de los componentes del medio son:

- Arena. Es un sustrato grueso y, consecuentemente una de sus funciones es aumentar la densidad aparente. En adición, el uso de arenas con tamaño de partículas adecuado aumenta la mojabilidad de la mezcla (Nuez, 1995).
- La casulla quemada. Tiene la función principal de darle porosidad y volumen al medio, se quema para evitar problemas de fijación de Nitrógeno durante la descomposición.

- El compost. Brinda materia orgánica, nutrientes, sirve de sostén, amortigua el pH, retiene el agua y almacena elementos esenciales reduciendo deficiencias y excesos.

Luego de preparado el medio se llevó a cabo la pasteurización, la cual consistió en someter a vapor por tres horas a una temperatura entre 70 a 80 °C, con esto se logró la eliminación de microorganismos patógenos y semillas de malezas.

3.4 BOLSAS

Se utilizaron tres tamaños de bolsas clasificadas de la siguiente manera: Bolsa grande de 46 cm largo × 48 cm de ancho, que contenían un volumen de 0.036 m³, bolsa mediana de 48 cm de largo × 36 cm de ancho, con un volumen de 0.024 m³ y bolsa pequeña de 36 cm largo × 30.5 cm de ancho, con un volumen de 0.011 m³. Las bolsas fueron negras y perforadas con el fin de drenar el medio, con un grosor de 4 milésimas de pulgada con lo cual son capaces de soportar dichos volúmenes de sustrato sin problemas de rotura.

3.5 MANEJO AGRONÓMICO

3.5.1 Preparación del invernadero

Previo al trasplante se realizó una limpieza total del invernadero, eliminando todo residuo de cosecha anterior y malezas, realizándose posteriormente un encalado con el fin de desinfección. Se colocó plástico negro al suelo con un grosor de 1.25 milésimas de pulgada en cada cama con el fin primordial de evitar las malezas y el contacto de la raíz con el suelo.

3.5.2 Riego

Se utilizó riego localizado por planta, haciendo uso de microtubos de 0.70 m de longitud separados 0.40 m, uno por planta y con una descarga de 4 litros por hora según el aforo efectuado. Cada hilera de bolsas tuvo una válvula independiente, con lo cual se pudo variar la frecuencia del riego entre los diferentes tratamientos.

Se hizo un riego de asiento durante la primera semana a partir del trasplante para el establecimiento definitivo de las plantas. La aplicación de los tratamientos inició ocho días después del trasplante.

3.5.3 Siembra y transplante

La siembra de las semillas se realizó el 30 de abril del 2001, la variedad utilizada fue Floradade, variedad de crecimiento determinado y con fruto tipo manzano. La siembra se hizo en bandejas con capacidad para 200 pilones, empleando un total de siete bandejas las que permanecieron en el invernadero hasta alcanzar las plántulas 26 días de edad, etapa en la cual se trasladaron al invernadero definitivo. La distancia de siembra al momento del transplante fue a 40 cm entre plantas, y 2.25 m entre camas de doble hilera. Se sembraron 3 camas efectivas, con una densidad de 22,250 plantas por ha. Se repusieron las plantas muertas a la primer semana con el fin de mantener la densidad deseada.

3.5.4 Fertilizaciones

El Nitrógeno se suplió por medio del riego a una dosis de 11.5 kg/ha/semana empleando urea (46% N). Las aplicaciones se hicieron 2 veces por semana, iniciando 15 días después de realizado el transplante finalizando en la semana 7.

A partir de la semana 8 se aplicó Nitrato de Calcio (N 15.5% y Ca 26.5%) a una dosis de 16.22 kg/ha/semana, esto se mantuvo hasta el final de la cosecha con el fin de corregir las deficiencias de N y Ca detectadas en el análisis foliar realizado. El 23 de junio se iniciaron las aplicaciones foliares con Calebron (Ca 6% y B 2%) a una dosis de 0.34 l/ha. Las aplicaciones de fertilizantes foliares se realizaron de la semana 4 a la 13, realizando una aplicación por semana utilizando para ello bomba de mochila.

Para determinar los niveles de absorción de nutrientes se recolectaron 15 pedúnculos por cada muestra a la semana 8 posterior al transplante. El análisis se realizó por tamaño de bolsa (Anexo 1).

3.5.5 Tutorado

Debido a que la variedad utilizada fue de crecimiento determinado se utilizó el tutorado tradicional, soporte de espaldera o tutorado con estacas. Esta práctica consistió en colocar en cada hilera de plantas postes de 2 m de altura y 12.7 cm de diámetro a cada 21 m y enterrados a 50 cm. Entre poste y poste se colocaron estacas de 1.75 m × 0.03 × 0.03 m, a una distancia de 2 m y enterradas a 20 cm. Se colocaron 4 niveles de cabuya a 30 cm cada una, pasado la cabuya de cada nivel por ambos lados de la hilera de plantas, sujetándola en cada poste y en cada regla para mantenerla tensa. El primer nivel se colocó a los 25 días después del transplante y los demás niveles de acuerdo a la tasa de crecimiento del cultivo. Este sistema presentó cierta dificultad al momento de la cosecha para llegar a los racimos de frutos ubicados entre las dos líneas de plantas de la misma cama. Este problema se dio principalmente en el tratamiento con bolsas grandes donde el desarrollo vegetativo fue mayor.

3.5.6 Control de malezas

En la bolsa debido a que el sustrato fue sometido a desinfección con vapor se realizó deshierba manual solo en algunas bolsas que presentaron problemas con (verdolaga) *Portulaca oleracea*. En las camas se realizaron tres deshieras con azadón.

3.5.7 Control fitosanitario

Se llevaron a cabo monitoreos para detectar la presencia de plagas y enfermedades, manteniendo siempre un nivel crítico antes de las aplicaciones.

Durante los primeros 15 días se presentaron problemas de “damping off” y mosca blanca. El “damping off” se debió probablemente a la mala desinfección de algunos lotes de sustrato, para este problema se hicieron aplicaciones de cobre (Phyton 24SC) y se reemplazaron las plantas enfermas por plantas sanas. Para el control de mosca blanca se hicieron aplicaciones de imidacloprid (Confidor 70WG) y endosulfan (Thiodan).

Se tuvo una incidencia bastante alta de mildiu polvoso (*Erysiphe cichoracerarum*) el cual fue controlado con aplicaciones de triforina (Saprol 20EC) y mancozeb (Manzate 80WP).

Cuadro 1. Aplicaciones contra plagas y enfermedades.

Semana	Problema fitosanitario	Producto aplicado
1	“Damping off”	Cobre (Phyton 24SC)
2	Mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>)	Imidacloprid (Confidor 70WG)
4	Mildiu polvoso (<i>Erysiphe cichoracerarum</i>)	Triforina (Saprol 20EC)
5	Mildiu polvoso (<i>E. cichoracerarum</i>)	Mancozeb (Manzate 80WP)
6	<i>Spodoptera sp.</i>	Sunfire
7	<i>Spodoptera sp.</i>	Metomil (Lannate)
8	Mildiu polvoso (<i>E. cichoracerarum</i>) <i>Alternaria solani</i>	Triforina (Saprol 20EC) Mancozeb (Manzate 80WP)
9	Mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>) Mildiu polvoso (<i>E. cichoracerarum</i>)	Endosulfan (Thiodan) Mancozeb (Manzate 80WP)
10	Mildiu polvoso (<i>E. cichoracerarum</i>)	Triforina (Saprol 20EC)
12	Mildiu polvoso (<i>E. cichoracerarum</i>) Mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>)	Mancozeb (Manzate 80WP) Endosulfan (Thiodan)
13	Mildiu polvoso (<i>E. cichoracerarum</i>)	Mancozeb (Manzate 80WP)
14	Mildiu polvoso (<i>E. cichoracerarum</i>) Mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>)	Mancozeb (Manzate 80WP) Endosulfan (Thiodan)
15	Mildiu polvoso (<i>E. cichoracerarum</i>) Mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>)	Mancozeb (Manzate 80WP) Endosulfan (Thiodan)

3.5.8 Cosecha

Inició al día 70 después del trasplante y tuvo una duración de 61 días. Se realizaron 2 cosechas por semana cosechando todos los frutos maduros y pintones. Inmediatamente después de cada cosecha se procedió a clasificar, contar y pesar los frutos de cada tratamiento.

3.6 METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

3.6.1 Distribución factorial

Se usó en el campo un arreglo factorial 3×3 , cuyos factores estaban constituidos por:

Tamaños de bolsa

Se evaluó el efecto de 3 tamaños de bolsas los cuales constituidas de la siguiente manera: Bolsa grande de 46 cm largo \times 48 cm de ancho, que contenían un volumen de 0.036 m^3 , bolsa mediana de 48 cm de largo \times 36 cm de ancho, con un volumen de 0.024 m^3 y bolsa pequeña de 36 cm largo \times 30.5 cm de ancho, con un volumen de 0.011 m^3 .

Frecuencias de riego

Se evaluaron 3 frecuencias de riego. El tiempo total de riego diario fue de 45 minutos para todos los tratamientos durante la etapa de desarrollo vegetativo, variándose la distribución de este tiempo en 1, 2 y 3 aplicaciones por día (Cuadro 2). Al momento de la floración y fructificación se hizo un cambio en el riego, aumentando el tiempo de 45 min. a 1 h por día manteniéndose la distribución en 1, 2 y 3 aplicaciones por día. Se hizo un aforo donde se determinó una descarga de 4 litros por hora.

3.7 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental aplicado fue el de parcelas divididas en arreglo factorial 3×3 en bloques completos al azar con tres repeticiones, donde la parcela principal fue frecuencias de riego y la parcela secundaria tamaños de bolsa, para un total de nueve tratamientos. El área total del experimento fue de 278 m^2 .

Cada unidad experimental (UE) tuvo 2.25 m de ancho y 5 m de largo, con un área de 11 m^2 , constituida por una cama de dos líneas de plantas. Cada unidad experimental tuvo un total de 24 plantas, espaciadas a 0.40 m entre cada una y en camas a doble hilera. Se consideró toda la parcela al momento de la toma de datos de cosecha, y solo 10 plantas por UE al momento de toma de datos de altura y diámetro.

Cada unidad experimental presentó una combinación de las variables de estudio: tamaño de bolsa y frecuencia de riego.

Cuadro 2. Tratamientos usados en las unidades experimentales y su codificación.

Tamaño bolsa	Frecuencia de riego	Codificación
Grande	1*	G F 1
Grande	2	G F 2
Grande	3	G F 3
Mediana	1	M F 1
Mediana	2	M F 2
Mediana	3	M F 3
Pequeña	1	P F 1
Pequeña	2	P F 2
Pequeña	3	P F 3

* Frecuencia 1: 45 min. por la mañana.

Frecuencia 2: 20 min. por la mañana y 25 por la tarde.

Frecuencia 3: 15 min. mañana, 15 min. al medio día, 15 min. tarde.

3.8 TOMA DE DATOS

3.8.1 Etapa transplante-cosecha

Diámetro promedio en la base del tallo de la planta: Se midieron 10 plantas por unidad experimental. Las mediciones se hicieron a intervalos de 15 días, se usó un pie de rey graduado en milímetros.

Altura promedio de la planta al último nudo del brote desarrollado: Se midieron 10 plantas por unidad experimental a intervalos de 15 días, usando una regla graduada en centímetros.

3.8.2 Etapa de cosecha

La cosecha inició 70 días después del transplante. Se cosecharon los frutos en estado pintón y maduro dos veces por semana. Se recolectaron los frutos de cada unidad experimental los cuales fueron transportados a la planta post-cosecha donde se hizo la selección, cuantificándose y pesándose por medio de una balanza romana con capacidad de 30 lb. la unidad mínima de medida fue la onza.

Las variables que se determinaron fueron:

Número total de frutos comerciales.
 Peso total de frutos comerciales (Kg.).
 Peso promedio del fruto comercial (g).
 Número total de frutos no comerciales.
 Peso total de frutos no comerciales (Kg.).
 Peso promedio del fruto no comercial (g).
 Número total de frutos.
 Peso total de frutos (Kg.).
 Peso promedio del fruto del total (g).

3.8.3 Clasificación de frutos no comerciales.

Para fines de análisis se clasificaron en 4 categorías:

Deficiencia de calcio.

Por tamaño: Todos aquellos frutos con un diámetro menor a 2.5 cm.

Frutos con síntomas de *Pseudomonas sp.* y que fueron atacados por *Spodoptera*.

Frutos rajados por estrés hídrico y por deficiencia de Nitrógeno.

3.9 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) para cada variable medida usando el paquete estadístico SAS[®] 6.12, para determinar si los efectos principales de los factores evaluados tenían o no, diferencias significativas.

Se procedió a realizar una prueba múltiple de medias LSD ($P \leq 0.05$) en los casos donde se encontraron diferencias significativas, para determinar si en verdad esas diferencias entre las medias de los tratamientos son significativas estadísticamente, y poder generar conclusiones.

3.10 Análisis económico

Se basó en la metodología del CIMMYT (1988) realizándose un análisis comparativo el cual consta de:

3.10.1 Análisis de dominancia

Con este análisis se identificaron y eliminaron los tratamientos dominados, o sea los que brindaron beneficios netos menores o iguales a los del resto de tratamientos con costos variables más bajos. Se ordenaron los tratamientos en orden ascendente según los costos diferenciales, no importando el orden de sus beneficios netos.

3.10.2 Análisis marginal

A los tratamientos dominantes resultantes del análisis de dominancia se les calculó su respectiva tasa de retorno marginal para ser comparados con la tasa de retorno marginal mínima para el cultivo del tomate de mesa bajo macrotúnel en la ZECI.

3.10.3 Presupuesto diferencial

Se analizaron los costos de producción para cada tratamiento. Se calculó el beneficio neto/ha de tomate de mesa bajo macrotúnel. Los costos diferenciales se calcularon mediante el registro del tiempo necesario y la cantidad de insumos utilizados para realizar cada actividad en cada uno de los tratamientos.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 RESULTADOS AGRONÓMICOS

4.1.1 Diámetro en milímetros de la base del tallo

Existió diferencia significativa ($P \leq 0.05$) en tamaño de bolsa, frecuencia de riego, bolsa \times frecuencia y bloque \times frecuencia (Anexo 2). Las bolsas grandes presentaron tallos más gruesos con respecto a las bolsas medianas y pequeñas, en las cuatro edades en que fueron evaluados los tratamientos (Cuadro 3), lo que muestra un claro efecto del tamaño de bolsa sobre el desarrollo del tallo.

La frecuencia de riego de tres veces al día fue superior a las frecuencias 1 y 2, presentando tallos más gruesos en las cuatro evaluaciones realizadas, esto indica que la distribución de los riegos tiene influencia sobre el vigor de los tallos, lo cual concuerda con Canovas (1995) quien señala que pequeños volúmenes de riego y alta frecuencia ayudan a mantener un buen equilibrio en la solución de aporte de nutrientes, favoreciendo el desarrollo de la planta.

El mejor tratamiento fue bolsas grandes con frecuencia de riego 3, el cual fue superior al resto de tratamientos presentando tallos más gruesos a lo largo del ciclo del cultivo. Este tratamiento presentó a los 65 días después del transplante, plantas con tallos 4.18 mm más gruesos con respecto a la media general del ensayo (Cuadro 3).

Cuadro 3. Efecto de tres tamaños de bolsa, tres frecuencias de riego y su interacción en el diámetro del tallo tomado en cuatro edades después del trasplante en Zamorano.

Fuente de Variación	Diámetro (mm)					EE
	20 ddt	35 ddt	50 ddt	65 ddt		
Bolsas	Grande	11.16 a	14.11 a	17.06 a	20.02 a ψ	0.16
	Mediana	7.66 b	9.81 b	11.93 b	14.07 b	0.16
	Pequeña	6.94 c	9.06 c	11.19 c	13.44 c	0.16
Frecuencia de riego	1	8.08 b	10.50 b	12.89 b	15.32 b	0.16
	2	8.25 b	10.65 b	13.05 b	15.77 b	0.16
	3	9.43 a	11.83 a	14.23 a	16.43 a	0.16
Interacciones	GF3	11.68 a	14.63 a	17.58 a	20.54 a	0.27
	GF2	10.73 b	13.68 b	13.63 b	19.59 b	0.27
	GF1	11.06 b	14.00 b	16.95 b	19.92 b	0.27
	MF3	8.96 c	11.11 c	13.22 b	15.36 c	0.27
	MF2	7.33 d	9.48 d	11.59 d	13.72 cd	0.27
	MF1	6.70 e	8.85 e	10.97 e	13.37 cd	0.27
	PF3	7.64 d	9.74 d	12.15 c	13.99 c	0.27
	PF2	6.69 e	8.79 e	10.94 e	13.11 d	0.27
	PF1	6.49 e	8.63 e	10.74 e	12.94 d	0.27
CV (%)	3.10	2.36	2.0	2.96		
Media (mm)	8.59	10.99	13.39	15.84		

ddt = días después del trasplante.

EE = Error estándar de la media a los 65 ddt.

ψ Grupos de medias dentro de la misma fuente de variación seguida por diferente letra difieren entre sí ($P \leq 0.05$).

4.1.2 Altura en centímetros al último nudo desarrollado

Existió diferencia significativa ($P \leq 0.05$) en tamaño de bolsa y bloque (Anexo 2). Las bolsas grandes presentaron plantas de mayor tamaño con respecto a las bolsas medianas y pequeñas, en las cuatro edades en que fueron evaluados los tratamientos (Cuadro 4), lo que muestra un claro efecto del tamaño de bolsa sobre el desarrollo de la planta, esto concuerda con Canovas (1995) quien establece que recipientes de mayor tamaño proveen una mejor aireación en el sustrato lo cual afecta el crecimiento de la planta. La frecuencias no influyeron en la altura de las plantas (Cuadro 4).

El mejor tratamiento fue bolsas grandes con frecuencia de riego 3, el cual fue superior al resto de tratamientos presentando plantas de mayor altura a lo largo de todo el ciclo del cultivo. Este tratamiento presentó a los 65 días después del trasplante, plantas 17 cm más altas con respecto a la media general del ensayo (Cuadro 4).

Cuadro 4. Efecto de tres tamaños de bolsa, tres frecuencias de riego y su interacción en la altura a la base del último nudo desarrollado en cuatro edades después del transplante en Zamorano, Honduras, 2001.

Fuente de Variación		Altura (cm)				EE
		20 ddt	35 ddt	50 ddt	65 ddt	
Bolsas	Grande	45 a	77 a	108 a	139 a ψ	1.86
	Mediana	31 b	63 b	94 b	124 b	1.86
	Pequeña	26 b	59 b	90 b	121 b	1.86
Frecuencia de riego	1	33 a	64 a	97 a	130 a	1.86
	2	35 a	66 a	97 a	128 a	1.86
	3	37 a	68 a	99 a	126 a	1.86
Interacciones	GF3	47 a	78 a	109 a	145 a	3.23
	GF2	45 a	76 a	105 a	137 ab	3.23
	GF1	44 a	76 a	108 a	135 b	3.23
	MF3	34 b	65 b	95 b	126 c	3.23
	MF2	32 bc	63 b	94 b	123 c	3.23
	MF1	28 bc	60 b	91 b	122 c	3.23
	PF3	29 bc	60 b	91 b	123 c	3.23
	PF2	26 bc	58 b	90 b	122 c	3.23
	PF1	25 c	57 b	90 b	120 c	3.23
CV (%)		14.23	8.52	5.32	4.36	
Media (cm)		34.62	66.02	97.32	128.21	

ddt = días después del transplante.

EE = error estándar de la media a los 65 ddt.

ψ Grupos de medias dentro de la misma fuente de variación seguida por diferente letra difieren entre sí ($P \leq 0.05$).

4.1.3 Rendimiento total

4.1.3.1 Número total de frutos

Se encontró diferencias significativas ($P \leq 0.05$) en tamaños de bolsa, frecuencia \times bolsa y bloque \times frecuencia (Anexo 2). El tamaño de bolsas afectó el resultado de los tratamientos, siendo la bolsa grande la mejor ya que superó a la bolsa mediana y pequeña en 95 y 131% respectivamente (Cuadro 5). Un factor que pudo influir en este resultado es el hecho que las plantas requieren de una buena aireación para el óptimo crecimiento y actividad metabólica. Nuez (1995) señala que la altura o profundidad del contenedor tiene un efecto marcado sobre el contenido de aire del **sustrato, cuanto mayor es el**

tamaño del contenedor, mayor es el contenido de aire favoreciendo al desarrollo y producción de la planta. Las tres tratamientos con bolsas grandes superaron a la media general del ensayo siendo no estadísticamente significativos entre sí, el resto de tratamientos estuvo por debajo de la media general (Cuadro 5).

El mejor tratamiento fue bolsas grandes con frecuencia de riego 1, produciendo 55% más frutos/ha que la media general del ensayo (Cuadro 5). El mejor desarrollo vegetativo y mayor cantidad de racimos florales en las bolsas grandes pudieron causar este resultado.

Cuadro 5. Efecto de tres tamaños de bolsa, tres frecuencias de riego y su interacción en el número de tomate total obtenido en Zamorano, Honduras, 2001.

Fuente de Variación		Media (frutos / ha)	EE	Grupo
Bolsas	Grande	978,569	12,729	a ψ
	Mediana	502,613	12,729	b
	Pequeña	423,502	12,729	c
Frecuencia de riego	1	624,693	12,729	a
	2	605,627	12,729	a
	3	674,373	12,729	a
Interacciones	GF1	987,262	22,044	a
	GF2	980,444	22,044	a
	GF3	968,000	22,044	a
	MF3	546,960	22,044	b
	PF3	508,141	22,044	bc
	MF1	494,818	22,044	bc
	MF2	466,071	22,044	c
	PF1	392,000	22,044	d
	PF2	370,373	22,044	d

CV (%) 6.01

Media (frutos/ha) 634,898.00

EE = error estándar

ψ Grupos de medias dentro de la misma fuente de variación seguida por diferente letra difieren entre sí ($P \leq 0.05$).

4.1.3.2 Peso del total de frutos

Existen diferencias significativas ($P \leq 0.05$) en tamaños de bolsa y frecuencias de riego (Anexo 2), indicando que el tamaño de bolsa grande supera el rendimiento de las bolsas medianas y pequeñas en un 100 y 177% respectivamente. La mejor frecuencia de riego

fue la de tres veces al día, la cual produjo en promedio un rendimiento de 7.51% más que la media del ensayo (Cuadro 6). Este resultado puede deberse a que los pequeños volúmenes de sustrato utilizados tienen una limitada retención de agua. Canovas (1995) señala que los volúmenes de agua a aplicar deben ser pequeños y tantas veces como sea necesario para no alterar el equilibrio de la solución nutritiva que puede ir en perjuicio de la planta. Los tres tratamientos con bolsas grandes superaron a la media general, estos no fueron diferentes entre sí estadísticamente. El resto de tratamientos estuvo por debajo de la media general (Cuadro 6).

El mejor tratamiento fue bolsas grandes con frecuencia de riego 3, produciendo un 66% más kg/ha con respecto a la media general del ensayo. El tratamiento de bolsa pequeña con frecuencia de riego 3 fue igual estadísticamente a dos de los tratamientos de bolsas medianas, el efecto de la frecuencia de riego pudo causar este resultado (Cuadro 6).

Cuadro 6. Efecto de tres tamaños de bolsa, tres frecuencias de riego y su interacción en el peso de tomate total obtenido en Zamorano, Honduras, 2001.

Fuente de Variación		Media (kg / ha)	EE	Grupo
Bolsas	Grande	98,757	1,413	a ψ
	Mediana	49,256	1,413	b
	Pequeña	35,553	1,413	c
Frecuencia de riego	1	59,132	1,413	b
	2	58,646	1,413	b
	3	65,788	1,413	a
Interacciones	GF3	101,330	2,444	a
	GF1	98,233	2,444	a
	GF2	96,711	2,444	a
	MF3	52,498	2,444	b
	MF2	48,053	2,444	bc
	MF1	47,218	2,444	bc
	PF3	43,535	2,444	c
	PF1	31,947	2,444	d
	PF2	31,173	2,444	d

CV (%) 6.93

Media (kg/ha) 61,191.00

EE = error estándar

ψ Grupos de medias dentro de la misma fuente de variación seguida por diferente letra difieren entre sí ($P \leq 0.05$).

4.1.3.3 Peso promedio del fruto

Se obtuvo diferencia significativa ($P \leq 0.05$) en tamaños de bolsa (Anexo 2), indicando que las bolsas grandes y medianas presentaron mayores promedios de peso por fruto con relación a la bolsa pequeña, superándola en un 22 y 17%, respectivamente (Cuadro 7).

El tratamiento que dio mejores resultados fue bolsa grande y frecuencia de riego 3, obteniéndose un peso de 11.39% más que la media general del ensayo (Cuadro 7). Este resultado fue dado principalmente por el efecto del tamaño de bolsa y no por el efecto de frecuencias de riego. Únicamente los tratamientos de bolsa pequeña no superaron a la media general del ensayo.

Cuadro 7. Efecto de tres tamaños de bolsa, tres frecuencias de riego y su interacción en el peso promedio del tomate total obtenido en Zamorano, Honduras, 2001.

Fuente de Variación		Media (g / fruto)	EE	Grupo
Bolsas	Grande	101.1	1.60	a ψ
	Mediana	98.1	1.60	a
	Pequeña	83.8	1.60	c
Frecuencia de riego	1	92.1	1.60	a
	2	95.3	1.60	a
	3	95.7	1.60	a
Interacciones	GF3	105.1	2.77	a
	MF2	102.6	2.77	ab
	GF1	99.5	2.77	ab
	GF2	98.9	2.77	ab
	MF3	96.5	2.77	b
	MF1	95.4	2.77	b
	PF3	85.7	2.77	c
	PF2	84.3	2.77	c
	PF1	81.4	2.77	c

CV (%) 5.08

Media (g / fruto) 94.35

EE = error estándar

ψ Grupos de medias dentro de la misma fuente de variación seguida por diferente letra difieren entre sí ($P \leq 0.05$).

4.1.4 Rendimiento comercial

4.1.4.1 Número de frutos comerciales

Se obtuvo diferencia significativa ($P \leq 0.05$) en tamaño de bolsas y frecuencias de riego (Anexo 2), indicando que la bolsa grande produce 85 y 164% más frutos comerciales que la bolsa mediana y pequeña, respectivamente. La frecuencia de riego de 3 veces al día fue la mejor, superando a la frecuencia 1 y 2 en 12 y 18% respectivamente (Cuadro 8).

El mejor tratamiento fue bolsas grandes con frecuencia de riego 3, produciendo 63% más frutos que la media general del ensayo. Los tres tratamientos con bolsas grandes superaron a la media general, el resto de tratamientos estuvo por debajo de la media general (Cuadro 8). La mayor producción de frutos totales en las bolsas grandes conlleva a tener mayor cantidad de frutos comerciales.

Cuadro 8. Efecto de tres tamaños de bolsa, tres frecuencias de riego y su interacción en el número de tomate comercial obtenido en Zamorano, Honduras, 2001.

Fuente de Variación		Media (frutos / ha)	EE	Grupo	
Bolsas	Grande	577,778	7,049	a	ψ b
	Mediana	312,391	7,049	c	
	Pequeña	219,164	7,049	c	
Frecuencia de riego	1	361,182	7,049	b	
	2	342,418	7,049	b	
	3	405,724	7,049	a	
Interacciones	GF3	603,849	12,213	a	
	GF1	586,364	12,213	a	
	GF2	543,111	12,213	b	
	MF3	343,707	12,213	c	
	MF1	298,960	12,213	d	
	MF2	294,516	12,213	d	
	PF3	269,627	12,213	d	
	PF1	198,222	12,213	d	
	PF2	189,627	12,213	d	

CV (%) 5.72

Media (frutos/ha) 369,778.00

EE = error estándar

ψ Grupos de medias dentro de la misma fuente de variación seguida por diferente letra difieren entre sí ($P \leq 0.05$).

4.1.4.2 Peso de frutos comerciales

Se obtuvo diferencias significativas ($P \leq 0.05$) en tamaño de bolsas y frecuencia de riego (Anexo 2), la bolsa grande produjo un rendimiento en kg/ha del 95 y 204% mayor que la bolsa mediana y pequeña, respectivamente. La frecuencia de riego tuvo efecto en esta variable, siendo la frecuencia de 3 veces al día la mejor ya que superó a la frecuencia 1 y 2 en un 12 y 16% respectivamente (Cuadro 9). Las diferencias en pesos totales fueron dadas principalmente por la mayor cantidad de frutos producidos en los tratamientos dominantes.

El mejor tratamiento fue bolsas grandes con frecuencia de riego 3, produciendo 28% más kg/ha que la media general del ensayo. Los tres tratamientos con bolsas grandes superaron a la media general, el resto de tratamientos estuvo por debajo de la media general (Cuadro 9).

Cuadro 9. Efecto de tres tamaños de bolsa, tres frecuencias de riego y su interacción en el peso de tomate comercial obtenido en Zamorano, Honduras, 2001.

Fuente de Variación		Media (kg / ha)	EE	Grupo
Bolsas	Grande	74,328	1,244	a ψ
	Mediana	38,079	1,244	b
	Pequeña	24,432	1,244	c
Frecuencia de riego	1	44,324	1,244	b
	2	42,756	1,244	b
	3	49,759	1,244	a
Interacciones	GF3	78,300	2,151	a
	GF1	75,120	2,151	a
	GF2	69,564	2,151	b
	MF3	40,969	2,151	c
	MF2	37,064	2,151	d
	MF1	36,201	2,151	d
	PF3	30,009	2,151	d
	PF1	21,650	2,151	e
	PF2	21,638	2,151	e

CV (%) 6.93

Media (kg/ha) 61,191.00

EE = error estándar

ψ Grupos de medias dentro de la misma fuente de variación seguida por diferente letra difieren entre sí ($P \leq 0.05$).

4.1.4.3 Peso promedio del fruto comercial

Se obtuvo diferencia significativa ($P \leq 0.05$) en el tamaño de bolsas (Anexo 2). Las bolsas grandes fueron las mejores produciendo en promedio, frutos de 6.8 y 17 gramos más pesados que las bolsas medianas y pequeñas respectivamente. Con respecto a la media general del ensayo, las bolsas grandes presentaron frutos 6.6% más pesados (Cuadro 10).

El tratamiento que dio mejores resultados fue bolsa grande y frecuencia de riego 3, presentando frutos 7.5% más pesados con respecto a la media general del ensayo, sin embargo los tres tratamientos de bolsas grandes y los tratamientos de bolsas medianas con frecuencia de riego 1 y 2 son estadísticamente similares (Cuadro 10). El tamaño de la bolsa juega un papel muy importante en la cantidad de frutos obtenidos y en el desarrollo de éstos.

Cuadro 10. Efecto de tres tamaños de bolsa, tres frecuencias de riego y su interacción en el peso promedio del tomate comercial obtenido en Zamorano, Honduras, 2001.

Fuente de Variación		Media (g / fruto)	EE	Grupo
Bolsas	Grande	128.6	1.68	a ψ
	Mediana	121.8	1.68	b
	Pequeña	111.5	1.68	c
Frecuencia de riego	1	122.5	1.68	a
	2	119.9	1.68	a
	3	119.5	1.68	a
Interacciones	GF3	129.7	2.91	a
	GF1	128.1	2.91	a
	GF2	128.0	2.91	a
	MF2	125.5	2.91	ab
	MF1	121.1	2.91	ab
	MF3	118.9	2.91	bc
	PF2	114.1	2.91	cd
	PF3	111.2	2.91	cd
	PF1	109.3	2.91	cd

CV (%) 4.18

Media (g/fruto) 120.60

EE = error estándar

ψ Grupos de medias dentro de la misma fuente de variación seguida por diferente letra difieren entre sí ($P \leq 0.05$).

4.1.5 Producción no comercial

4.1.5.1 Número de frutos no comerciales

Existió diferencia significativa ($P \leq 0.05$) en tamaño de bolsas, bolsa \times frecuencia y bloque \times frecuencia (Anexo 2). Si bien es cierto las bolsas grandes produjeron mayor cantidad de frutos totales, también es mayor la cantidad de frutos no comerciales, las bolsas medianas y pequeñas presentaron menor cantidad de frutos totales pero la producción de frutos no comerciales se reduce en un 50% con relación a las bolsas grandes. La frecuencia de riego no afectó el resultado de esta variable (Cuadro 11).

El tratamiento de bolsas grandes con frecuencia de riego 2 produjo la mayor cantidad de frutos no comerciales superando a la media general del ensayo en un 64% (Cuadro 11).

Cuadro 11. Efecto de tres tamaños de bolsa, tres frecuencias de riego y su interacción en el número de tomate no comercial obtenido en Zamorano, Honduras, 2001.

Fuente de Variación		Media (frutos / ha)	EE	Grupo
Bolsas	Grande	400,791	9,342	a ψ
	Mediana	204,347	9,342	b
	Pequeña	190,222	9,342	c
Frecuencia de riego	1	263,208	9,342	a
	2	263,502	9,342	a
	3	268,640	9,342	a
Interacciones	GF2	437,333	1,618	a
	GF1	400,888	1,618	ab
	GF3	364,151	1,618	b
	PF3	238,515	1,618	c
	MF3	202,667	1,618	cd
	MF1	195,849	1,618	cd
	PF1	193,778	1,618	cd
	PF2	180,738	1,618	d
MF2	171,556	1,618	d	

CV (%) 10.20

Media (frutos/ha) 265,119.00

EE = error estándar

ψ Grupos de medias dentro de la misma fuente de variación seguida por diferente letra difieren entre sí ($P \leq 0.05$).

4.1.5.2 Peso de frutos no comerciales

Se obtuvo diferencia significativa ($P \leq 0.05$) en tamaño de bolsa y bolsa \times frecuencia (Anexo 2). La bolsa grande duplicó en promedio al rendimiento de frutos no comerciales de las bolsas medianas y pequeñas, esto debido principalmente a la mayor producción de frutos no comerciales en este tamaño de bolsa. La frecuencia de riego no tuvo ningún efecto en el resultado de esta variable (Cuadro 12).

El peor tratamiento fue bolsas grandes con frecuencia de riego 2, produciendo un 57% más de peso no comercial que la media general del ensayo. Los tres tratamientos con bolsas grandes superaron a la media general, el resto de tratamientos estuvieron por debajo de la misma (Cuadro 12).

Cuadro 12. Efecto de tres tamaños de bolsa, tres frecuencias de riego y su interacción en el peso de tomate no comercial obtenido en Zamorano, Honduras, 2001.

Fuente de Variación		Media (kg / ha)	EE	Grupo
Bolsas	Grande	24,427	444	a ψ
	Mediana	11,173	444	b
	Pequeña	11,120	444	c
Frecuencia de riego	1	14,809	444	a
	2	15,891	444	a
	3	16,026	444	a
Interacciones	GF2	27,138	8,600	a
	GF1	23,111	8,600	b
	GF3	23,031	8,600	b
	PF3	13,520	8,600	c
	MF3	11,529	8,600	cd
	MF1	11,013	8,600	d
	MF2	10,987	8,600	d
	PF1	10,302	8,600	d
	PF2	9,538	8,600	d

CV (%) 8.53

Media (kg/ha) 15,575.00

EE = error estándar

ψ Grupos de medias dentro de la misma fuente de variación seguida por diferente letra difieren entre sí ($P \leq 0.05$).

4.1.5.3 Peso promedio del fruto no comercial

Se obtuvo diferencia significativa ($P \leq 0.05$) en tamaño de bolsa (Anexo 2). Las bolsas grandes y medianas se comportaron de forma similar produciendo frutos más pesados que las bolsas pequeñas. Este resultado se relaciona al obtenido de frutos comerciales donde se demuestra que el tamaño de la bolsa juega un papel muy importante en la cantidad de frutos obtenidos y en el desarrollo de éstos (Cuadro 13).

El tratamiento que dio frutos más pesados fue el de bolsa grande con frecuencia de riego 3, presentando frutos 9.5% más pesados con respecto a la media general del ensayo (Cuadro 13).

Cuadro 13. Efecto de tres tamaños de bolsa, tres frecuencias de riego y su interacción en el peso promedio del tomate no comercial obtenido en Zamorano, Honduras, 2001.

Fuente de Variación		Media (g / fruto)	EE	Grupo
Bolsas	Grande	61.4	1.29	a ψ
	Mediana	59.1	1.29	a
	Pequeña	54.4	1.29	b
Frecuencia de riego	1	55.7	1.29	a
	2	59.9	1.29	a
	3	59.3	1.29	a
Interacciones	GF3	63.8	2.23	a
	MF2	63.7	2.23	a
	GF2	62.7	2.23	ab
	GF1	57.7	2.23	abc
	MF3	57.3	2.23	bc
	PF3	56.8	2.23	bc
	MF1	56.3	2.23	bc
	PF1	53.1	2.23	c
	PF2	53.1	2.91	c

CV (%) 6.65

Media (g/fruto) 58.29

EE = error estándar

ψ Grupos de medias dentro de la misma fuente de variación seguida por diferente letra difieren entre sí ($P \leq 0.05$).

4.1.6 Variables de calidad

4.1.6.1 Número de frutos no comerciales debido a tamaño.

Se obtuvo diferencia significativa ($P \leq 0.05$) en tamaño de bolsa y frec. \times bolsa (Anexo 2). Las bolsas grandes superaron a las bolsas medianas y pequeñas en un 92 y 77% respectivamente. Este problema puede estar ligado a problemas de nutrición (Cuadro 14). El peor de los tratamientos fue el de bolsas grandes y frecuencia de riego 2, superando a la media general del ensayo en un 64%. Los tres tratamientos con bolsas grandes superaron a la media general del ensayo (Cuadro 14).

Cuadro 14. Efecto de tres tamaños de bolsa, tres frecuencias de riego y su interacción en el número de tomate no comercial debido a tamaño pequeño obtenido en Zamorano, Honduras, 2001.

Fuente de Variación		Media (frutos / ha)	EE	Grupo
Bolsas	Grande	348,444	8,782	a ψ
	Mediana	181,333	8,782	b
	Pequeña	196,444	8,782	b
Frecuencia de riego	1	244,444	8,782	a
	2	243,556	8,782	a
	3	238,222	8,782	a
Interacciones	GF2	395,555	15,208	a
	GF1	351,111	15,208	a
	GF3	297,778	15,208	b
	PF3	229,333	15,208	c
	MF1	191,111	15,208	cd
	PF1	189,333	15,208	cd
	MF3	189,333	15,208	cd
	PF2	170,667	15,208	d
	MF2	163,556	15,208	d

CV (%) 10.87

Media (kg/ha) 241,778.00

EE = error estándar

ψ Grupos de medias dentro de la misma fuente de variación seguida por diferente letra difieren entre sí ($P \leq 0.05$).

4.1.6.2 Peso de frutos no comerciales debido a tamaño.

Existió diferencia significativa ($P \leq 0.05$) en tamaño de bolsa y frec. \times bolsa (Anexo 2). Las bolsas grandes tuvieron un peso de 94 y 90% mayor a la bolsa mediana y pequeña, respectivamente, resultado debido a la mayor cantidad de frutos producidos por las bolsas grandes (Cuadro 15).

El tratamiento que obtuvo un peso superior de frutos pequeños fue el de bolsas grandes y frecuencia de riego 2, el cual superó a la media general del ensayo en un 73%. Los tres tratamientos con bolsas grandes superaron a la media general del ensayo (Cuadro 15).

Cuadro 15. Efecto de tres tamaños de bolsa, tres frecuencias de riego y su interacción en el peso de tomate no comercial debido a tamaño en Zamorano, Honduras, 2001.

Fuente de Variación		Media (kg / ha)	EE	Grupo
Bolsas	Grande	19,840	498	a ψ
	Mediana	10,249	498	b
	Pequeña	10,462	498	b
Frecuencia de riego	F1	13,209	498	a
	F2	14,187	498	a
	F3	13,156	498	a
Interacciones	GF2	23,449	862	a
	GF1	19,058	862	b
	GF3	17,022	862	b
	PF3	12,676	862	c
	MF1	10,658	862	cd
	MF2	10,302	862	cd
	PF1	9,911	862	d
	MF3	9,769	862	d
	PF2	8,809	862	d

CV (%) 11.02

Media (frutos/ha) 13,520.00

EE = error estándar

ψ Grupos de medias dentro de la misma fuente de variación seguida por diferente letra difieren entre sí ($P \leq 0.05$).

4.1.6.3 Peso promedio del fruto no comercial debido a tamaño.

Se obtuvo diferencia significativa ($P \leq 0.05$) en tamaño de bolsa, bloque, frecuencia \times bolsa (Anexo 2). Los frutos de las bolsas grandes y medianas son los más significativos estadísticamente en este grupo, representando un 44 y 47% del peso promedio de los frutos comerciales (Cuadro 16 y 10).

El tratamiento que dio frutos no comerciales debido a tamaño más pesados fue el de bolsa mediana con frecuencia de riego 2, con frutos 52% menos pesados con respecto al mejor tratamiento de frutos comerciales (Cuadro 16 y 10).

Cuadro 16. Efecto de tres tamaños de bolsa, tres frecuencias de riego y su interacción en el peso promedio del tomate no comercial debido a tamaño en Zamorano, Honduras, 2001.

Fuente de Variación		Media (g / fruto)	EE	Grupo
Bolsas	Grande	57.20	1.09	a ψ
	Mediana	57.02	1.09	a
	Pequeña	53.16	1.09	b
Frecuencia de riego	1	54.12	1.09	b
	2	58.11	1.09	a
	3	55.16	1.09	b
Interacciones	MF2	62.87	1.89	a
	GF2	59.70	1.89	ab
	GF3	57.71	1.89	abc
	MF1	55.85	1.89	bcd
	PF3	55.43	1.89	bcd
	GF1	54.20	1.89	bcd
	MF3	52.34	1.89	cd
	PF1	52.30	1.89	cd
	PF2	51.74	1.89	d

CV (%) 6.04

Media (g/fruto) 55.79

EE = error estándar

ψ Grupos de medias dentro de la misma fuente de variación seguida por diferente letra difieren entre sí ($P \leq 0.05$).

4.1.7 Relación porcentual entre rendimiento comercial y no comercial

En promedio, una cuarta parte de la producción total es clasificada como fruto no comercial, tanto para el tamaño de bolsas, frecuencias de riego y la interacción de éstas (Cuadro 17). La causa principal de este resultado se debe al alto porcentaje de frutos no comerciales por tamaño.

Analizando la nutrición y realizando prácticas como podas podemos disminuir la cantidad de frutos pequeños ya que Romero (1999) reporta que la poda de frutos tiene efecto significativo en reducir el número de frutos no comerciales / ha.

Cuadro 17. Comparación porcentual del rendimiento (kg/ha) entre frutos comerciales y no comerciales obtenidos en Zamorano, Honduras, 2001.

Fuente de Variación		%	
		Comercial	No comercial
Bolsas	Grande	75	25
	Mediana	77	23
	Pequeña	68	31
Frecuencia de riego	1	75	25
	2	73	27
	3	76	24
Interacciones	GF3	77	23
	GF2	72	28
	GF1	76	24
	MF3	78	22
	MF2	77	23
	MF1	77	23
	PF3	69	31
	PF2	69	31
	PF1	68	32

4.2 ANALISIS ECONÓMICO

4.2.1 Presupuestos diferenciales

Este análisis se realizó de acuerdo a la metodología propuesta por CIMMYT (1988), la que se empleó para organizar los datos experimentales con el fin de obtener los costos y beneficios de los paquetes tecnológicos en estudio. Este método sirvió para determinar cual combinación de factores (tamaño de bolsa con frecuencia de riego), es la más conveniente después de comparar los costos diferenciales y los beneficios netos. Los costos que variaron para este estudio fueron: Costo de la bolsa, el sustrato, mezcla del sustrato, pasteurización del sustrato, llenado y colocación de bolsas (Anexos 4,5,6)

Los costos comunes fueron: costo de plántulas, mano de obra para las labores culturales del cultivo, fertilizantes, plaguicidas y equipo utilizado (Anexo 3).

Los beneficios brutos fueron calculados tomando en cuenta el precio de transferencia usado por la ZECI para la libra de tomate manzano, comercializado a un precio de L.5.66 por Kg (L.2.83/lb), que fue el precio promedio manejado por la sección de post-cosecha mientras duró el experimento, también se usó el precio de L.5.00 por Kg (L.2.50/lb) que fue el más bajo registrado durante el tiempo de cosecha para comparación en el análisis marginal.

El CIMMYT (1988), considera un ajuste de reducción al rendimiento obtenido experimentalmente de 10 a 30% en los cultivos de maíz y trigo, de acuerdo al manejo del cultivo, tamaño de parcela, métodos de cosecha, etc., para el análisis se ha considerado una reducción del 15%.

Los beneficios netos marginales fueron calculados restando de los beneficios brutos los costos diferenciales de cada paquete tecnológico, mientras que la utilidad neta fue calculada restando de los beneficios brutos los costos totales compuestos por los costos diferenciales y los costos comunes de cada tratamiento, la que permitió calcular la rentabilidad de cada alternativa sobre los costos totales (cuadro 18).

Cuadro 18. Presupuestos diferenciales para los tratamientos de tamaños de bolsa y frecuencia de riego en tomate Floradade en Zamorano, Honduras, 2001.

Tratamiento	Rendimiento	Rendimiento	Beneficios					
	comercial	comercial	Beneficios	Costos	Costos	Beneficios	Utilidad	Rentabilidad
	medio	ajustado	brutos	diferenciales	totales	netos	neta	sobre
	(Kg/ha)	(Kg/ha)	(Lps/ha)	(Lps/ha)	(Lps/ha)	marginale	(Lps/h	costos
						s	a)	%
GF1	75,120	63,852	397,543	76,837	136,183	320,706	261,360	191.92
GF2	69,564	59,129	368,140	76,837	136,183	291,303	231,957	170.33
GF3	78,300	66,555	414,371	76,837	136,183	337,535	278,189	204.28
MF1	36,201	30,771	191,579	51,965	111,311	139,614	80,268	72.11
MF2	37,064	31,504	196,146	51,965	111,311	144,181	84,835	76.21
MF3	40,969	34,824	216,812	51,965	111,311	164,847	105,501	94.78
PF1	21,650	18,403	114,574	24,652	83,998	89,922	30,576	36.40
PF2	21,638	18,392	114,510	24,652	83,998	89,859	30,513	36.33
PF3	30,009	25,508	158,811	24,652	83,998	134,159	74,813	89.07

Tasa de cambio actual Lps. 15.70 por US dólar.

* Precio de venta utilizado de L.5.66/Kg (L.2.83/lb) de tomate.

G = Bolsa grande (46 cm largo × 48 cm de ancho).

M = Bolsa mediana (48 cm de largo × 36 cm de ancho).

P = Bolsa pequeña (36 cm largo × 30.5 cm de ancho).

F1 = Frecuencia 1: 45 min. de riego por la mañana.

F2 = Frecuencia 2: 20 min. de riego por la mañana y 25 por la tarde.

F3 = Frecuencia 3: 15 min. de riego por la mañana, 15 min. al medio día, 15 min. tarde.

4.2.2 Análisis de dominancia

Se utilizó para comparar los diferentes tratamientos, basándose en los costos diferenciales y sus beneficios netos, se ordenaron los tratamientos de menores a mayores costos diferenciales, considerando como dominado cuando un tratamiento tiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento con costos marginales más bajo (Cuadro 19).

El análisis de dominancia nos indica que los tratamientos bolsa grande con frecuencia 3, bolsa mediana con frecuencia 3 y bolsa pequeña con frecuencia 3 fueron los dominantes, sin embargo la bolsa grande con frecuencia 3 presentó mayores beneficios netos a medida que los costos diferenciales aumentan siendo este tratamiento superior desde el punto de vista económico a todos los demás tratamientos evaluados (Cuadro 19).

Cuadro 19. Análisis de dominancia para los distintos tratamientos de tamaños de bolsa y frecuencia de riego en tomate Floradade en Zamorano, Honduras, 2001.

Tratamiento	Costos diferenciales (Lps/ha)	Beneficios netos (Lps/ha)	Dominancia
PF3	24,652	134,159	Dominante
PF2	24,652	89,859	Dominado
PF1	24,652	89,922	Dominado
MF3	51,965	164,847	Dominante
MF2	51,965	144,181	Dominado
MF1	51,965	139,614	Dominado
GF3	76,837	337,535	Dominante
GF2	76,837	291,303	Dominado
GF1	76,837	320,706	Dominado

Tasa de cambio actual Lps. 15.70 por US dólar.

G = Bolsa grande (46 cm largo × 48 cm de ancho).

M = Bolsa mediana (48 cm de largo × 36 cm de ancho).

P = Bolsa pequeña (36 cm largo × 30.5 cm de ancho).

F1 = Frecuencia 1: 45 min. de riego por la mañana.

F2 = Frecuencia 2: 20 min. de riego por la mañana y 25 por la tarde.

F3 = Frecuencia 3: 15 min. de riego por la mañana, 15 min. al medio día, 15 min. tarde.

4.2.3 Análisis marginal

Este se realizó a los tratamientos que fueron dominantes en el análisis de dominancia.

Para el precio promedio de L.5.66 por Kg de tomate la tasa de retorno marginal para el tratamiento de bolsa mediana con frecuencia de riego 3, indica que por cada lempira adicional que se invierte para implementar dicho paquete sobre el costo diferencial del

tratamiento de bolsa pequeña y frecuencia de riego 3, se recupera ese lempira invertido y se obtienen L.1.12 adicionales. El análisis también indica que por cada lempira adicional que se invierte para implementar el tratamiento de bolsas grandes con frecuencia de riego 3, sobre el costo diferencial del tratamiento de bolsa mediana con frecuencia de riego 3, se recupera ese lempira invertido y se obtienen L.6.94 adicionales (Cuadro 20).

Cuadro 20. Análisis marginal para el precio de Lps. 5.66 por Kg. de tomate en Zamorano, Honduras, 2001.

Tratamiento	Costos diferenciales (Lps/ha)	Costos marginales (Lps/ha)	Beneficios netos (Lps/ha)	Beneficios netos marginales (Lps/ha)	Tasa de retorno marginal (%)
PF3	24,652		134,159		
		27,313		30,688	112
MF3	51,965		164,847		
		24,872		172,688	694
GF3	76,837		337,535		

Tasa de cambio actual Lps. 15.70 por US dólar.

G = Bolsa grande (46 cm largo × 48 cm de ancho).

M = Bolsa mediana (48 cm de largo × 36 cm de ancho).

P = Bolsa pequeña (36 cm largo × 30.5 cm de ancho).

F3 = Frecuencia 3: 15 min. de riego por la mañana, 15 min. al medio día, 15 min. tarde.

Sin embargo cuando el precio por Kg. de tomate es de L.5.00, la tasa de retorno marginal indica que para implementar dicho paquete sobre el costo diferencial del tratamiento de bolsa pequeña y frecuencia de riego 3, se recupera ese lempira invertido y se obtienen L.0.71 adicionales. El análisis también indica que por cada lempira adicional que se invierte para implementar el tratamiento de bolsas grandes con frecuencia de riego 3 sobre el costo diferencial del tratamiento de bolsa mediana con frecuencia de riego 3, se recupera ese lempira invertido y se obtienen L.5.38 adicionales (Cuadro 21).

Cuadro 21. Análisis marginal para el precio de Lps. 2.50 por Kg. de tomate en Zamorano, Honduras, 2001.

Tratamiento	Costos diferenciales (Lps/ha)	Costos marginales (Lps/ha)	Beneficios netos (Lps/ha)	Beneficios netos marginales (Lps/ha)	Tasa de retorno marginal (%)
PF3	24,652		102,887		
		27,313		19,267	71
MF3	51,965		122,153		
		24,872		133,785	538
GF3	76,837		255,938		

G = Bolsa grande (46 cm largo × 48 cm de ancho).

M = Bolsa mediana (48 cm de largo × 36 cm de ancho).

P = Bolsa pequeña (36 cm largo × 30.5 cm de ancho).

F3 = Frecuencia 3: 15 min. de riego por la mañana, 15 min. al medio día, 15 min. tarde.

5. CONCLUSIONES

El tamaño de la bolsa y la distribución de los riegos provoca diferencias tanto en el desarrollo de la planta (diámetro y altura), así como en rendimiento total, comercial y no comercial de frutos de la variedad de tomate Floradade.

El tratamiento constituido por bolsas grandes y frecuencia de riego de tres veces al día presentó el mayor rendimiento en peso total y comercial / ha.

El mayor peso comercial por fruto se obtuvo al producir en bolsas grandes y aplicando una frecuencia de riego de tres veces al día.

Los frutos no comerciales rechazados por tamaño muy pequeño representan en promedio el 25% de la producción total, lo cual indica que factores nutricionales pueden estar involucrados en este resultado.

El tratamiento que presentó las mejores ventajas económicas fue constituido por bolsas grandes y frecuencia de riego de tres veces al día.

6. RECOMENDACIONES

Continuar investigando la producción en bolsas grandes y bolsas medianas ya que existe la posibilidad de incrementar el rendimiento en éstos manejando frecuencias de riego y nutrición de acuerdo a los requerimientos de cada uno.

Utilizar tensiómetros u otro medio de detección de humedad más exacto para obtener de una forma más precisa los volúmenes de agua de riego y la frecuencia de éstos más apropiada al tamaño de bolsa a utilizar.

Automatizar el sistema de riego para manejar de una forma más exacta los volúmenes y tiempos de riegos.

Evaluar los volúmenes de medio y el tiempo de pasteurización empleados debido a la presencia de “Damping off” observados durante las primeras semanas del cultivo.

7. BIBLIOGRAFÍA

Abad, B. 1995. Sustratos para el cultivo sin suelo. *In* El cultivo del tomate. Ed por F. Nuez. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. p. 133-166.

Benton, J. 1998. Tomato Plant Culture: In the Field Greenhouse, and Home Garden. Boca Raton, Florida, USA. CRC Press. 199 p.

Búres, S. 2001. Sustratos. El libro básico para conocer los sustratos (en línea). Ediciones Agrotécnicas. Editorial española de publicaciones especializadas en agricultura. Consultado 3 de octubre de 2001. Disponible en:
<http://www.agrotecnica.com/Publicaciones/sustratos/sus0.asp>

Canovas, F. 1993. Principios básicos de la hidroponía. Aspectos comunes y diferenciales de los cultivos con y sin suelo. *In* Cultivos sin suelo. Curso Superior de Especialización. F. Cánovas y J. R. Díaz. Instituto de Estudios Almerienses y F.I.A.P.A. p. 10-25.

Canovas, F. 1995. Manejo del cultivo sin suelo. *In* El cultivo del tomate. Ed por F. Nuez. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. p. 229-254.

Chiriboga, F. 2000. Comparación técnica y económica de dos cultivares de chile dulce (*Cápsicum annuum* L.) en tres medios de producción en condiciones de macrotúnel. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 43 p.

CIMMYT. 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos; un manual metodológico de evaluación económica. México D.F., México. CIMMYT. 79 p.

Giardina, E.; Palma M.; Arrigo N. 2001. Sustratos: Una alternativa para optimizar la producción (en línea). Consultado 6 de octubre de 2001. Disponible en:
<http://www.jardineríavirtual.com/sustrato>

Herrera, D. 2001. Rain Bird Irrigation. Riego por Goteo (en línea). Sitio visitado 3 de Octubre de 2001. Disponible en: <http://www.geocities.com/Eureka/7411/goteo.htm> - 12k

Mabbett, T. 1997. Bajo techo es bajo control. Agricultura de las Américas. Mayo-Junio 46(3):4-8.

Magán, C. 2001. Cultivo sin Suelo II. Curso Superior de especialización (en línea). Consultado el 6 de octubre de 2001. Disponible en: <http://www.infoagro.com/abonos.9917-12.asp>

Martínez, E.; García, M. 2001. Cultivos sin suelo. Hortalizas en clima mediterráneo (en línea). Horticultura. Madrid. Consultado 8 de Octubre de 2001. Disponible en: <http://www.inforagro.com/industriauxiliar/tiposustrato.asp>

Montes, A. SF. Cultivo de hortalizas en el trópico. Zamorano, Honduras. Zamorano Academic Press. 208 p.

Mora, E. 2001. Contenedores para almácigos (en línea). Consultado 2 de octubre de 2001. Disponible en: <http://www.semillasdelcaribe.com/mx/paginas/vivero.htm>

Nuez, F. 1995. El cultivo del tomate. Bilbao, España. Ediciones Mundi-Prensa. 793 p.

Ríos, A. 2000. Evaluación agro económica del cultivo de tomate de mesa en sustratos alternativos al suelo bajo condiciones de macrotúnel en Zamorano. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 90 p.

Romero, M. 1999. Evaluación agro económica de tipos de tutorado, podas vegetativas, podas de frutos y dos variedades de tomate de mesa (*Lycopersicon esculentum* Mill.), en invernadero. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 90 p.

8. ANEXOS

Anexo 1

Analisis foliar

Anexo 2. Resultado del análisis de varianza (ANDEVA), niveles de significancia y determinación.

Fuente de variación	Altura	Diámetro	FT	RT	FC	RC	PC
Bolsa	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
Frecuencia	ns	0.0001	0.0068	0.0063	0.0001	0.0045	ns
Bloque	0.0001	0.0001	ns	ns	ns	ns	ns
Bolsa × Frecuencia	0.4699	0.0001	0.0380	0.3805	0.2396	0.4698	0.6803
R-square	0.8486	0.9962	0.9897	0.9895	0.9917	0.9867	0.8457

FT = Frutos totales (miles).

RT = Rendimiento total (kg/ha).

FC = Frutos comerciales (miles).

RC = Rendimiento comercial (kg/ha).

PC = Peso promedio fruto comercial (g/fruto).

Fuente de variación	FNC	RNC	PNC
Bolsa	0.0001	0.0001	0.0069
Frec.	ns	ns	ns
Bloque	ns	ns	0.0099
Bolsa × Frec	0.0154	0.0030	0.2283
R-square	0.9677	0.9817	0.7984

FNC = Frutos no comerciales (miles).

RNC = Rendimiento no comercial (kg/ha).

PNC = Peso promedio fruto no comercial (g/fruto).

Anexo 3. Costos comunes para los tratamientos

Concepto	Unidad	Cantidad/ha	Costo Unitario (Lps)	Costos Subtotales (Lps/ha)	Costo por Concepto (Lps/ha)	%
Plantulas	Plantula	22,250	0.22		4,895	8.25
Equipo					6,323	10.65
Manguera de Riego	m	4,000	0.76	304		
Microtúbulus	m	12,800	0.75	960		
Válvulas	c/u	60	88.00	528		
Invernadero	día	130	34.52	4,488		
Riego	hr	97	0.45	44		
Mano de Obra					35,209	59.33
Instalación de Riego	Hrs-hm	210	11.00	231		
Transplante	Hrs-hm	200	11.00	2,200		
Aplicaciones	Hrs-hm	206	11.00	2,266		
Deshierba	Hrs-hm	867	11.00	9,537		
Operario riego	Hrs-hm	97	11.00	1,067		
varios	Hrs-hm	33	11.00	363		
Mano Obra Estaquillado	Hrs-hm	280	11.00	770		
Mano Obra Tutorado	Hrs-hm	300	11.00	3,300		
Mano Obra Posteado	Hrs-hm	95	11.00	174		
Cosecha	Hrs-hm	710	11.00	7,810		
Elim. cultivo	Hrs-hm	681	11.00	7,491		
Tutorado					5,138	8.66
Postes	Unidad	534	4.36	388		
Estacas	Unidad	4,000	2.50	2,500		
Cabuya	Rollo	45	100.00	2,250		
Insumos						
Fertilizantes					948	1.60
Urea	lb	171	1.50	257		
Nitrato de Calcio	lb	313	1.52	476		
Calebron	cc	2,400	0.09	216		
Plaguicidas					6,832	11.51
Phyton 24SC	cc	1,000	0.75	750		
Saprol 20EC	cc	2,000	0.33	660		
Manzate 80WP	g	11,393	0.07	798		
confidor 70WG	g	144	4.80	691		
Sunfaire	cc	333	2.17	723		
Lannate	g	2,444	0.92	2,248		
Thiodan	cc	4,111	0.14	576		
Adherente 1.5%	cc	9,678	0.04	387		
Total costos comunes					59,346	100.00

Tasa de cambio actual Lps. 15.70 por US dólar.

Hrs-hm = Horas hombre

* Costos subtotales y costos por concepto (Lps/ha) calculados para un ciclo del cultivo.

Nota: Los costos de preparación de tierra no se incluyen en este ensayo debido a que al producir en bolsa este puede ser no indispensable.

Anexo 4. Costos diferenciales para bolsa grande

Concepto	Unidad	Cantidad	Costo	Costos* Subtotale	Costos por* Concepto	%
			Unitario (Lps)	s (Lps/ha)	(Lps/ha)	
Insumos					36,992	48.14
Bolsas	unidad	22,250	1.08	4,800		
Compost	m3	304	340.00	20,672		
Casulla	m3	400	120.00	9,600		
Arena	m3	96	100.00	1,920		
Mano de Obra					7,535	9.81
Mezcla de Sustrato	Hrs.hm	165	11.00	1,815		
Llenado y Colocación	Hrs-hm	520	11.00	5,720		
Desinfección y acarreo					32,310	42.05
Pasteurización	m3	800	180.00	28,800		
Tractor (acarreo medio)	Unidad	130	135.00	3,510		
Total					76,837	100

Tasa de cambio actual Lps. 15.70 por US dólar.

Hrs-hm = horas hombre.

* Costos subtotales y costos por concepto (Lps/ha) calculados para un ciclo del cultivo.

Anexo 5. Costos diferenciales para bolsa mediana.

Concepto	Unidad	Cantidad	Costo	Costos* Subtotales	Costos por* Concepto	%
			Unitario (Lps)	(Lps/ha)	(Lps/ha)	
Insumos						
Bolsas	unidad	22,250	0.93	4,133	25,625	49.31
Compost	m3	203	340.00	13,804		
Casulla	m3	267	120.00	6,408		
Arena	m3	64	100.00	1,280		
Mano de Obra					4,983	9.59
Mezcla de Sustrato	Hrs.hm	110	11.00	1,210		
Llenado y Colocación	Hrs-hm	343	11.00	3,773		
Desinfección y acarreo					21,357	41.10
Pasteurización	m3	528	180.00	19,008		
Tractor (acarreo medio)	unidad	87	135.00	2,349		
TOTAL					51,965	100

Tasa de cambio actual Lps. 15.70 por US dólar.

Hrs-hm = horas hombre.

* Costos subtotales y costos por concepto (Lps/ha) calculados para un ciclo del cultivo.

Anexo 6. Costos diferenciales para bolsas pequeñas.

Concepto	Unidad	Cantidad	Costo unitario (Lps)	Costos * Subtotales (Lps/ha)	Costos por* Concepto (Lps/ha)	%
Insumos					12,462	50.55
Bolsas	unidad	22,250	0.59	2,630		
Compost	m3	93	340.00	6,324		
Casulla	m3	122	120.00	2,928		
Arena	m3	29	100.00	580		
Mano de Obra					2,299	9.33
Mezcla de Sust.	Hrs.hm	50	11.00	550		
Llenado y Coloc.	Hrs-hm	159	11.00	1,749		
Desinfección y acarreo					9,891	40.12
Pasteurización	m3	244	180.00	8,784		
Tractor	Unidad	41	135.00	1,107		
TOTAL					24,652	100

Tasa de cambio actual Lps. 15.70 por US dólar.

Hrs-hm = horas hombre.

* Costos subtotales y costos por concepto (Lps/ha) calculados para un ciclo del cultivo.