

**Evaluación agroeconómica de dos tamaños de bolsa con  
sustrato y cuatro métodos de riego en tomate bajo  
condiciones de macrotúnel en Zamorano**

**Andrés Antonio Egas Argüello**

**Honduras**

Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria

Diciembre, 2002

**ZAMORANO**  
**CARRERA DE CIENCIAS Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA**

**Evaluación agroeconómica de dos tamaños de bolsa con sustrato y cuatro métodos de riego en la producción de tomate bajo condiciones de macrotúnel en Zamorano.**

Trabajo de graduación presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado Académico de Licenciatura.

Presentado por

**Andrés Antonio Egas Argüello**

**Honduras**  
**Diciembre, 2002**

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 de autor.

---

Andrés Antonio Egas Argüello

**Zamorano, Honduras**  
Diciembre, 2002

**Evaluación agroeconómica de dos tamaños de bolsa con sustrato y  
cuatro métodos de riego en tomate bajo condiciones de macrotúnel en  
Zamorano**

Presentado por

Andrés Antonio Egas Argüello

Aprobada:

---

Rony Muñoz, M.Sc.  
Asesor Principal

---

Alfredo Rueda, Ph.D  
Coordinador de Área Temática

---

José M. Miselem, M.Sc.  
Asesor

---

Jorge Iván Restrepo, M.B.A.  
Coordinador de Ciencia y  
Producción Agropecuaria

---

Ulises Barahona, Agr.  
Asesor

---

Antonio Flores, Ph.D  
Decano

---

Mario Contreras, Ph.D  
Director General

## DEDICATORIA

A Dios y la Madre Dolorosa, por darme la fuerza necesaria para seguir adelante en los momentos difíciles.

A mis padres José Antonio y Marcia, por su comprensión, su cariño, por enseñarme que todo en la vida cuesta mucho esfuerzo y dedicación y por ser mi modelo a seguir como personas, como seres humanos y como profesionales. Gracias por TODO, los amo mucho.

A Bill Swinford y Elsa Egas de Swinford, por darme la oportunidad de haber tenido esta nueva experiencia en mi vida, esperando haber llenado sus expectativas. UN GRACIAS enorme de todo corazón.

A mis hermanos Gabriela y Eduardo, por estar siempre juntos en las buenas y en las malas, los quiero mucho.

A mi familia, Egas y Arguello, por enseñarme que la unidad familiar y los valores tienen un papel fundamental en la vida personal y profesional.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi familia, por su apoyo incondicional en todo momento.

A los Ingenieros: José M. Miselem, Rony Muñoz, Ulises Barahona, Marcial Rubio, Cinthya Martínez, por su amistad, por trasmitirme muchos de sus conocimientos y colaboración para la elaboración de este proyecto y durante los casi dos años que estuve en la Zamoempresa.

A todo el personal administrativo y docente de la ZECI, por su colaboración en la realización de este proyecto.

Al 1-800-B..... y a TODOS mis amigos de la EAP por la amistad brindada, por hacer de estos cuatros años inolvidables, llevaré en mi memoria los mejores recuerdos y en mi corazón la amistad de cada uno.

## **AGRADECIMIENTOS ESPECIALES**

Quisiera expresar mi más sincero agradecimiento a mis tíos Bill y Elsa Swinford por darme la oportunidad de cursar mis estudios superiores en Zamorano, en donde, además de adquirir conocimiento técnico, desarrollé una serie de habilidades y destrezas que contribuyen a mi formación profesional siendo pilares fundamentales para desempeñarme con éxito en el mercado laboral.

Gracias de todo corazón por su ayuda incondicional durante estos años, esperando haber llenado sus expectativas y poder retribuirles en un futuro no lejano con mi accionar como profesional honesto y como persona de bien.

## RESUMEN

Egas Argüello, Andrés Antonio. 2002. Evaluación agroeconómica de dos tamaños de bolsa con sustrato y cuatro métodos de riego en la producción de tomate bajo condiciones de macrotúnel en Zamorano. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras. 49 p.

La producción de hortalizas está rodeada de factores que limitan el alcance de máximos rendimientos que generen beneficios económicos. El uso de sustratos en bolsas individuales con frecuencias y volúmenes de riego de acuerdo al tamaño de bolsa son prácticas que se han utilizado para alcanzar esos máximos rendimientos. El objetivo fue evaluar en la producción de tomate variedad Floradade, dos tamaños de bolsa, mediana de 26 cm de diámetro  $\times$  35 cm de altura (0.019 m<sup>3</sup>) y grande de 32 cm de diámetro  $\times$  43 cm de altura (0.035 m<sup>3</sup>), con sustrato. También se evaluaron cuatro métodos de aplicación de riego, 1) 45 minutos en cuatro frecuencias al día, 2) 45 minutos en tres frecuencias al día, 3) 60 minutos en cuatro frecuencias al día y 4) 60 minutos en tres frecuencias al día, hasta floración; a partir de la floración y hasta la finalización del ciclo de cultivo se aumentaron 40 minutos a todos los riegos. El estudio se realizó entre junio y octubre del 2002 en Zamorano, Honduras. Se utilizó un diseño de parcelas divididas en bloques con arreglo factorial de 2  $\times$  4 con cuatro repeticiones. A los 30 días posteriores al trasplante, con el uso de bolsa mediana las plantas mostraron un desarrollo en altura y diámetro del tallo mayor que las bolsas grandes. Pero a los 50 días después de trasplante no hubo diferencia entre los dos tamaños de bolsa ( $P \leq 0.05$ ). El tomate en bolsas medianas tuvo un rendimiento total de 131,250 kg/ha en comparación a los 115,250 kg/ha con el uso de bolsas grandes, representando un aumento del 13.8%. El tomate en bolsa mediana con tiempo de riego de 60 minutos en cuatro frecuencias al día produjo 146,250 kg/ha, un aumento de 15.8% en relación al mejor tratamiento de bolsa grande (bolsa grande con tiempo de riego de 60 minutos en cuatro frecuencias al día que produjo 126,250 kg/ha). Con el uso de bolsas grandes con tiempo de 60 minutos en tres frecuencias al día se produjeron frutos 7% más pesados que el segundo mejor tratamiento (bolsa mediana con tiempo de riego de 45 minutos en tres frecuencias al día). El tratamiento más rentable económicamente fue la bolsa mediana con tiempo de riego de 60 minutos en cuatro frecuencias al día, teniendo una utilidad neta de Lps. 236,248 y rentabilidad de 127.3%; destacando que todos los tratamientos que utilizaron bolsa mediana tuvieron rentabilidades mayores que al utilizar bolsa grande, debido al alto costo del sustrato.

**Palabras clave:** Cultivo protegido, frecuencia de riego, *Lycopersicon esculentum*, nutrición vegetal, sustrato.

## NOTA DE PRENSA

### **AUMENTE LOS RENDIMIENTOS DE CULTIVOS HORTÍCOLAS CON EL USO DE BOLSAS PLÁSTICAS Y MÉTODOS DE RIEGO**

Las técnicas culturales aplicadas en la producción de plantas y hortalizas, han experimentado cambios rápidos y notables durante las últimas tres décadas con la finalidad de ofrecer nuevos productos, aumentar la productividad de los cultivos e incrementar la calidad de las cosechas. Acorde con esto, Zamorano cambió la forma de producir bajo estructura de protección y pasó de producir en el suelo a producción en bolsa con sustrato elaborado de materiales locales. Este cambio implicó un incremento en los costos pero resultó en un incremento considerable de los rendimientos.

Este estudio se realizó con la finalidad de mejorar los rendimientos económicos y agronómicos en el cultivo de tomate, combinando dos tamaños de bolsa y cuatro métodos de riego bajo estructura de protección.

Con bolsas medianas (19 litros) y tiempo de riego de 60 minutos (3.5 litros) fraccionado cuatro veces al día, se obtuvieron 143,000 kilogramos de tomate por hectárea en comparación a las 119,531 kilogramos por hectárea obtenidas por el promedio del ensayo.

Los tomates más pesados se presentaron al usar bolsa grande (36 litros), con tiempo de riego de 60 minutos fraccionado tres veces al día, teniendo frutos de 149.75 gramos en comparación a los 135.31 gramos obtenidos del promedio.

Con el aumento en rendimiento al implementar la bolsa mediana con tiempo de 60 minutos fraccionado cuatro veces al día, se obtuvo una utilidad neta de Lps. 236,123 y rentabilidad de 127%.

---

Licda. Sobeyda Alvarez

## CONTENIDO

Portada.....	I
Portadilla.....	Ii
Autoría.....	Iii
Página de firmas.....	Iv
Dedicatoria.....	V
Agradecimientos.....	Vi
Agradecimiento especial.....	Vii
Resumen.....	Viii
Nota de prensa.....	Ix
Contenido.....	Xii
Índice de cuadros.....	Xiv
Índice de anexos.....	
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 OBJETIVOS.....</b>	<b>2</b>
1.1.1 General.....	2
1.1.2 Específicos.....	2
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
<b>2.1 ORIGEN E HISTORIA.....</b>	<b>3</b>
<b>2.2 CULTIVOS PROTEGIDOS.....</b>	<b>3</b>
<b>2.3 SUSTRATOS.....</b>	<b>4</b>
<b>2.4 TRATAMIENTO DEL SUSTRATO.....</b>	<b>4</b>
<b>2.5 AGUA EN EL SUSTRATO.....</b>	<b>5</b>
<b>2.6 RIEGO.....</b>	<b>5</b>
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>6</b>
<b>3.1 UBICACIÓN.....</b>	<b>6</b>
<b>3.2 INVERNADERO.....</b>	<b>6</b>
<b>3.3 MEDIO UTILIZADO.....</b>	<b>6</b>
<b>3.4 BOLSAS.....</b>	<b>6</b>
<b>3.5 RIEGO.....</b>	<b>7</b>
<b>3.6 MANEJO AGRONÓMICO.....</b>	<b>7</b>
3.6.1 Preparación de invernadero.....	7
3.6.2 Siembra y transplante.....	7
3.6.3 Fertilizaciones.....	7
3.6.4 Tutorado.....	8
3.6.5 Control de malezas.....	8
3.6.6 Control Fitosanitario.....	8
3.6.7 Cosecha.....	9

<b>3.7</b>	<b>DISEÑO EXPERIMENTAL.....</b>	<b>9</b>
<b>3.8</b>	<b>TOMA DE DATOS.....</b>	<b>10</b>
3.8.1	Fase 1: Transplante-floración.....	10
3.8.2	Fase 2: Floración-cosecha.....	11
<b>3.9</b>	<b>ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....</b>	<b>12</b>
<b>3.10</b>	<b>ANÁLISIS ECONÓMICO.....</b>	<b>12</b>
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>13</b>
<b>4.1</b>	<b>RESULTADOS AGRONÓMICOS.....</b>	<b>13</b>
4.1.1	Diámetro en centímetros de la base del tallo.....	13
4.1.2	Altura en centímetros a la última hoja expandida.....	14
4.1.3	Días a floración.....	15
4.1.4	Rendimiento total.....	16
4.1.4.1	Número total de frutos.....	16
4.1.4.2	Peso total de frutos.....	17
4.1.4.3	Peso promedio total de frutos.....	17
4.1.5	Rendimiento comercial.....	18
4.1.5.1	Número de frutos comerciales.....	18
4.1.5.2	Peso de frutos comerciales.....	19
4.1.5.3	Peso promedio de fruto comercial.....	19
4.1.6	Producción no comercial.....	20
4.1.6.1	Número de frutos no comerciales.....	20
4.1.6.2	Peso de frutos no comerciales.....	21
4.1.6.3	Peso promedio de fruto no comercial.....	21
4.1.7	Rendimiento por calibre de tomate.....	22
4.1.7.1	MMM.....	22
4.1.7.2	MM.....	23
4.1.7.3	M.....	23
4.1.7.4	G.....	23
4.1.7.5	GG.....	23
4.1.8	Relación porcentual entre rendimiento comercial, comercial por calibre y no comercial.....	25
<b>4.2</b>	<b>ANÁLISIS ECONÓMICO.....</b>	<b>27</b>
4.2.1	Presupuestos parciales.....	27
4.2.2	Análisis de dominancia.....	29
4.2.3	Análisis de la tasa de retorno marginal.....	29
4.2.3.1	Escenario esperado.....	29
4.2.3.2	Escenario pesimista.....	30
4.2.3.3	Escenario optimista.....	31
<b>5.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>32</b>

<b>6.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>33</b>
<b>7.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>34</b>
<b>8.</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>36</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro N°</b>	<b>Pag.</b>
1. Principales productos utilizados para el control de plagas y enfermedades en tomate Floradade , Zamorano 2002.....	9
2. Tratamientos usados en las unidades experimentales y su codificación desde trasplante hasta floración, Zamorano 2002.....	10
3. Tratamientos usados en las unidades experimentales y su codificación desde floración hasta cosecha, Zamorano 2002.....	10
4. Especificaciones de calibres en tomate dada en milímetros.....	11
5. Efecto de dos tamaños de bolsa, cuatro métodos de riego y su interacción en el diámetro del tallo tomado en dos edades después del trasplante, Zamorano 2002.....	14
6. Efecto de dos tamaños de bolsa, cuatro frecuencias de riego y su interacción en la altura tomada en diferentes edades de trasplante de tomate, Zamorano 2002.....	15
7. Efecto de dos tamaños de bolsa, cuatro métodos de riego y su interacción en los días a floración en tomate, Zamorano 2002.....	16
8. Efecto de dos tamaños de bolsa, cuatro métodos de riego y su interacción en el rendimiento total de frutos de tomate, Zamorano 2002.....	18
9. Efecto de dos tamaños de bolsa, cuatro métodos de riego y su interacción en el rendimiento comercial de frutos de tomate, Zamorano 2002.....	20
10. Efecto de dos tamaños de bolsa, cuatro métodos de riego y su interacción en el rendimiento no comercial de frutos de tomate, Zamorano 2002.....	22
11. Efecto de dos tamaños de bolsa, cuatro métodos de riego y su interacción en el calibre de frutos de tomate, Zamorano 2002.....	24
12. Efecto de dos tamaños de bolsa, cuatro métodos de riego y su interacción en el calibre de frutos de tomate, Zamorano 2002.....	25
13. Comparación porcentual del rendimiento (kg/ha) entre frutos comerciales, sus respectivos calibres y rendimiento no comercial, Zamorano 2002.....	26

14.	Presupuestos diferenciales para los tratamientos de tamaños de bolsa y métodos de riego en tomate, Zamorano 2002.....	28
15.	Análisis de dominancia para los tratamientos de tamaños de bolsa y métodos de riego en tomate, Zamorano 2002.....	29
16.	Análisis marginal para el precio de Lps. 3.30 por kg para los tratamientos de tamaños de bolsa y métodos de riego en tomate, Zamorano 2002.....	30
17.	Análisis marginal para el precio de Lps. 2.40 por kg para los tratamientos de tamaños de bolsa y métodos de riego en tomate, Zamorano 2002.....	31
18.	Análisis marginal para el precio de Lps. 11.00 por kg para los tratamientos de tamaños de bolsa y métodos de riego en tomate, Zamorano 2002.....	31

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo N°</b>	<b>Pag.</b>
1. Resultado de análisis de agua, Zamorano 2002.....	37
2. Resultado de análisis del extracto de saturación de agua en medios de crecimiento (04/07/02), Zamorano 2002.....	38
3. Resultado de análisis del extracto de saturación en agua en medios de crecimiento (16/07/02), Zamorano 2002.....	39
4. Resultado de análisis foliar de tomate, Zamorano 2002.....	40
5. Distribución de tratamientos en el invernadero “A”, Zamorano, Honduras, 2002.....	41
6. Resultado de análisis de varianza (ANDEVA), niveles de significancia y determinación para variables de crecimiento y desarrollo.....	42
7. Resultado de análisis de varianza (ANDEVA), niveles de significancia y determinación para variables de rendimiento total de tomate.....	42
8. Resultado de análisis de varianza (ANDEVA), niveles de significancia y determinación para variables de rendimiento comercial y no comercial.....	43
9. Resultado de análisis de varianza (ANDEVA), niveles de significancia y determinación para variables de los diferentes calibres de tomate.....	43
10. Costos comunes para los tratamientos.....	44
11. Costos diferenciales para bolsa mediana con método de riego uno y dos.....	45
12. Costos diferenciales para bolsa grande con método de riego uno y dos.....	46
13. Costos diferenciales para bolsa mediana con método de riego tres y cuatro...	47
14. Costos diferenciales para bolsa grande con método de riego tres y cuatro....	48

## 1. INTRODUCCIÓN

Las técnicas culturales aplicadas en la producción de plantas y hortalizas, han experimentado cambios rápidos y notables durante las últimas tres décadas, con la finalidad de ofrecer nuevos productos, aumentar la productividad de los cultivos e incrementar la calidad de las cosechas (Cadahia, 2000).

Frente a los cultivos hortícolas tradicionales, instalados sobre un suelo normal, realizados frecuentemente al amparo de un sistema de protección como son los túneles o invernaderos, los cultivos en sustratos aparecen como una alternativa imprescindible, para optimizar los beneficios que normalmente se consiguen con el empleo de estructuras que mejoran las condiciones ambientales (Durán, *et.al*, 2000).

El mejor sustrato de cultivo en cada caso, variará con numerosos factores: tipo de material vegetal, especie cultivada, condiciones climáticas, tamaño y forma del contenedor, programa de riego, fertilización y aspectos económicos (Cadahia, 2000).

La creciente escasez del agua de riego resalta el interés de optimizar su empleo mediante riegos adecuados que disminuyan el déficit hídrico a nivel radicular. Estos deben ser eficientes, para que maximicen la fracción de agua aplicada que queda almacenada en el perfil del suelo enraizado y es utilizable con posterioridad por el cultivo para obtener las máximas producciones. Además esta escasez ha impulsado en las últimas décadas el desarrollo de riegos deficitarios, con sistemas de riego localizado de alta frecuencia (Cadahia, 2000).

Zamorano con sus limitantes de agua y problemas de plagas de suelo, ha estado experimentado en los últimos años la producción de hortalizas con sustratos y frecuencias de riego. Estudios realizados por Chiriboga (2000), muestran que los beneficios económicos en chile dulce aumentaron significativamente al pasar de producir en suelo a la producción en contenedores con sustrato; posteriormente Aroche (2001), presentó que las bolsas con mayor volumen de sustrato y riegos en tres frecuencias diarias en el cultivo de tomate, presentaron plantas con mayor tamaño y rendimientos superiores en comparación a bolsas medianas y pequeñas.

A partir de estos estudios se han tenido aumentos en los rendimientos y en los beneficios económicos, es de notar que los rendimientos y los costos aumentaron a medida que se aumentó el volumen de sustrato. A partir de esta premisa se quiere encontrar un volumen de sustrato menor, que acompañado de un adecuado sistema de riego disminuyan los costos, pero que a la vez mantengan o aumenten los rendimientos que actualmente obtiene la Zamoempresa de Cultivos Intensivos (ZECI) de Zamorano.

## **1.1 OBJETIVOS**

### **1.1.1 GENERAL**

Determinar el efecto de dos tamaños de bolsa con sustrato y cuatro métodos de riego en la producción de tomate bajo condiciones de macrotúnel.

### **1.1.2 ESPECÍFICOS**

Definir el método de riego más apropiado para cada tamaño de bolsa.

Determinar el efecto de los tamaños de bolsa y métodos de riego en el crecimiento del tomate.

Definir el efecto de los tamaños de bolsa y métodos de riego sobre el rendimiento del tomate.

Identificar el paquete tecnológico con los mejores resultados económicos.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 ORIGEN E HISTORIA

El tomate pertenece al género *Lycopersicon*, especialmente *L. esculentum*, que es cultivado por su fruta comestible. El género *Lycopersicon* es de la familia solanácea, se cree que es originaria en la franja costera del oeste de Sudamérica, del Ecuador hasta los 30° latitud sur. La especie es nativa de Sudamérica, especialmente Perú y las Islas Galápagos, siendo domesticada por primera vez en México (Benton, 1999).

Reportes de la Organización mundial de la Agricultura y Alimentación (FAO) en 1994, la fruta del tomate dirigida a los mercados de fruta fresca y procesado, es producida mundialmente en aproximadamente 2.8 millones de hectáreas con una producción mundial aproximada de 77.5 millones de toneladas métricas (Benton, 1999).

### 2.2 CULTIVOS PROTEGIDOS

Benton (1999), señala que la competencia entre producción de frutas a campo abierto o bajo protección existe, sin embargo, la mayor parte de la fruta fresca que es puesta en el mercado es y continúa siendo producida a campo abierto. La pregunta acerca de la calidad de las frutas bajo ambos sistemas de producción será de mayor importancia en el futuro para la industria del cultivo del tomate.

La tendencia, existente desde hace varios años en el campo de los cultivos hortícolas, es hacia la producción anticipada o totalmente fuera de estación (semiforzado y forzado de cultivos), que ha llevado a la implementación de diversos sistemas protectores idóneos para los fines indicados (Alpi, 1991).

Un invernadero es toda aquella estructura cerrada cubierta por materiales transparentes, dentro de la cual es posible obtener unas condiciones artificiales de microclima, y con ello cultivar plantas fuera de estación en condiciones óptimas (Infoagro, 2002).

Existen diferentes tipos de estructuras, la más comúnmente utilizada es la de tipo túnel o semicilíndrico, es definido según Infoagro (2002), como una estructura que se caracteriza por la forma de su cubierta y por su estructura totalmente metálica. El empleo de este tipo de estructura se está extendiendo por su mayor capacidad para el control de los factores climáticos, su gran resistencia a fuertes vientos y su rapidez de instalación al ser estructuras prefabricadas.

## 2.3 SUSTRATOS

Un sustrato es todo material sólido distinto del suelo, 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 para la planta (Infoagro, 2002); según Jarvis (1992), los medios de sustratos almacenados en bolsas alineadas a nivel del suelo son encontrados en una variable cantidad de tamaños, formas y materiales.

Además un sustrato es un sistema formado por tres fases: sólida, que está 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 (Agrotécnica, 2002).

Raramente se utilizan como sustratos para plantas en contenedor materiales únicos, puesto que resulta difícil que estos materiales satisfagan las necesidades del cultivo en cuanto a aireación, retención de agua, fertilidad, etc. Por ello, los sustratos comerciales suelen consistir en mezclas de distintas proporciones de materiales diferentes que aportan al conjunto del sustrato las características óptimas (Agrotécnica, 2002).

Un sustrato para que sirva como un medio apto para el crecimiento y desarrollo de un cultivo, debe poseer ciertas características, que Calderón y Cevallos (2001) lo definen así con las siguientes proporciones: 20-30% de agua, 25 a 40% de aire y de 30-55% de sólido.

Existen ciertas ventajas en la utilización de sustratos como medio de crecimiento, como menciona en su estudio Chiriboga (2000), la producción de chile dulce se prolonga considerablemente al hacer uso de sustratos como medio de crecimiento en comparación a siembras directas al suelo, debido a la disminución en mortalidad por ataque de plagas y enfermedades.

## 2.4 TRATAMIENTO DEL SUSTRATO

Cuando los cultivos se mantienen durante períodos muy grandes de tiempo, sea cual fuere el medio de cultivo, se acumulan una serie de microorganismos patógenos en dicho medio; si bien puede ser posible cultivar un gran número de cosechas sucesivamente sin necesidad de esterilización entre ellas, es recomendable realizar una esterilización y los medios más frecuentes de esterilización son el vapor y los tratamientos químicos (Resh, 1997).

## **2.5 AGUA EN EL SUSTRATO**

La fase líquida ha recibido desde los inicios de los estudios de investigación en sustratos una atención especial debido a 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 las dosis y frecuencias de riego (Calderón; Cevallos, 2001).

## **2.6 RIEGO**

Resh (1997), menciona que la retención de agua del medio es un factor a tener en cuenta al determinar la frecuencia y duración del riego. Los medios gruesos pueden necesitar una frecuencia de un riego cada hora durante el día, mientras que un medio más fino, podría precisar uno o dos riegos por día en condiciones similares. Esto guarda relación con lo que menciona Aroche (2001), que el tamaño de las bolsas y la distribución de los riegos provoca diferencias tanto en el desarrollo de la planta como son: diámetro y altura, así como en el rendimiento total, comercial y no comercial de los frutos en el cultivo de tomate.

La frecuencia de los ciclos de riego depende de la naturaleza de la planta, de su estado de desarrollo, de las condiciones climáticas en los invernaderos: particularmente la intensidad lumínica, longitud del día, temperaturas y el tipo de cultivo (Resh, 1997).

La frecuencia y duración de los ciclos de riego son importantes. La frecuencia de los ciclos tiene que ser suficiente para impedir cualquier déficit de agua en las plantas entre los ciclos, pero estos tienen que ser lo suficientemente largos para proporcionar un adecuado drenaje del medio, de forma que haya una adecuada oxigenación de las raíces de la planta (Resh, 1997).

Las plantas más suculentas, con abundancia de hojas, requieren un riego más frecuente, pues pierden agua rápidamente a través de la evapotranspiración de sus hojas. Cuanto mayor sea el área foliar, más agua consumirán las plantas. Cuando las plantas maduran produciendo una gran cubierta de hojas y desarrollando el fruto, sus demandas de agua aumentan (Resh, 1997).

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 UBICACIÓN**

El estudio fue llevado a cabo entre los meses de mayo y octubre de 2002 en el invernadero "A" de Zona III de la Zamoempresa de Cultivos Intensivos (ZECI) de Zamorano, ubicada 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 1210 mm y una temperatura media anual de 23.3°C.

#### **3.2 INVERNADERO**

Se utilizó el invernadero tipo macrotúnel, que posee una longitud de 112 m y un ancho de 10 m, para un área total de 1120 m<sup>2</sup>. Fue cubierto en su parte superior con polietileno transparente resistente a rayos ultravioleta. Las paredes frontal y trasera del invernadero se cubrieron con malla tipo sarán, así como las paredes laterales.

#### **3.3 MEDIO UTILIZADO**

El medio utilizado en el ensayo estuvo compuesto por una mezcla de casulla de arroz quemada, compost y arena. Las proporciones fueron: 5:4:1, respectivamente.

Previa utilización el medio fue pasteurizado durante tres horas a una temperatura entre 70 a 80°C, con la finalidad de eliminar microorganismos patógenos y semillas de malezas.

#### **3.4 BOLSAS**

Se utilizaron dos tamaños de bolsa clasificándose de la siguiente manera: bolsa mediana de 26 cm de diámetro × 35 cm de altura (0.019 m<sup>3</sup>) y grande de 32 cm de diámetro × 43 cm de altura (0.035 m<sup>3</sup>), con sustrato. Se utilizaron bolsas con un grosor de pared de cinco milésimas de pulgada, de color negro con la finalidad de evitar el crecimiento de algas y con perforaciones para asegurar un buen drenaje.

### **3.5 RIEGO**

Se empleó riego localizado por planta, utilizando microtúbulos de 0.7 m de longitud separados entre sí 0.4 m, se utilizó uno por planta y con una descarga de 3.5 litros por hora determinado mediante aforo inicial. Cada hilera de bolsas tuvo su propia válvula independiente, con la que se logró regular los diferentes métodos de riego entre los tratamientos.

### **3.6 MANEJO AGRONÓMICO**

#### **3.6.1 Preparación del invernadero**

Previo al trasplante se llenaron los distintos tamaños de bolsa con el volumen correspondiente, distribuyéndolas posteriormente en hileras dobles con una separación de 0.40 m entre planta y 2.25 m entre hilera doble de bolsas. Previo a la distribución de las bolsas en las camas, se le dio a éstas una pequeña inclinación para permitir que el lixiviado de las bolsas escurra hacia el centro, inmediatamente dada la inclinación se procedió a colocar plástico negro con un grosor de 1.50 milésimas de pulgada a la cama, con la finalidad de evitar el crecimiento de malezas y el contacto de la raíz con el suelo.

Previo a la siembra se realizó un análisis del agua a utilizar, resultando ser apta para su utilización en el cultivo (Anexo 1). Además se analizó el medio, encontrando un medio altamente salino (Anexo 2); por lo que se procedió a lavar el medio con aplicaciones abundantes de agua durante ocho días, obteniendo una reducción en la cantidad de sales mostradas en un nuevo análisis 12 días después (Anexo 3).

#### **3.6.2 Siembra y Transplante**

La siembra en semillero se realizó el 31 de mayo de 2002, la variedad utilizada fue Floradade, la cual tiene un crecimiento determinado con frutos tipo manzano. Se emplearon seis bandejas con capacidad para 200 pilones cada una, las cuales permanecieron en el invernadero por 21 días antes del momento de trasplante. El trasplante se realizó el 21 de junio del 2002, utilizando un distanciamiento de siembra de 0.40 m entre planta y 2.25 m entre cama de doble hilera, teniendo una densidad final de 22,250 plantas por hectárea. Durante la primera semana fueron repuestas las plantas muertas con la finalidad de mantener la densidad deseada.

#### **3.6.3 Fertilizaciones**

Se hicieron cinco aplicaciones por semana, iniciando 13 días después de realizado el trasplante. Durante los primeros 17 días, el nitrógeno se aplicó a razón de 22.28 kg/ha/semana empleando urea (46% N).

A los 21 días posteriores al trasplante, disminuyó el nitrógeno en forma de urea a razón de 3.93 kg/ha/semana, complementando la fertilización con nitrato de potasio (13% N y 44% K), aportando 9.13 kg/ha/semana de nitrógeno y 30.91 kg/ha/semana de potasio.

A partir de los 81 días hasta la finalización del cultivo, se aplicaron 44.5 kg/ha/semana de nitrógeno utilizando urea, complementando con fosfato monoamónico ( 12.1% N y 61% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) a razón de 3.02 kg/ha/semana de N y 15.25 kg/ha/semana de fósforo.

Para determinar los niveles de absorción de nutrientes se recolectaron 24 pedúnculos por tratamiento a la quinta semana posterior al trasplante. El análisis se realizó por tamaño de bolsa (Anexo 4).

### **3.6.4 Tutorado**

Se utilizó el tutorado tradicional, soporte de espaldera o tutorado con estacas. En cada hilera de plantas fueron colocados postes de 2.10 m de altura, 12 cm de diámetro a cada 27 m y enterrados a 50 cm. Entre poste y poste se colocaron estacas de 1.75 m x 0.03 x 0.03 m, a una distancia de 2 m y enterradas a 20 cm.

Fueron colocados 6 niveles de cabuya a 20 cm de distancia una de la otra. El primer nivel fue colocado a los 18 días posteriores al trasplante y los demás niveles de acuerdo con la tasa de crecimiento del cultivo.

### **3.6.5 Control de malezas**

Se realizaron esporádicas deshierbas manuales de las bolsas, posiblemente por semillas provenientes del agua de riego. En las camas se realizaron dos deshierbas con azadón.

### **3.6.6 Control fitosanitario**

Se realizaron monitoreos constantes para determinar la población de plagas y enfermedades, utilizando el método de niveles críticos. En los primeros siete días se presentaron problemas de mal del talluelo, por lo que se procedió a reemplazar las plantas para mantener la densidad deseada.

Las principales plagas y productos utilizados para su control, a lo largo del cultivo se resumen en el (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Principales productos utilizados para el control de plagas y enfermedades en tomate Floradade , Zamorano 2002.

<b>Principales plagas y enfermedades</b>	<b>Productos utilizados</b>
Mal del talluelo ( <i>Pythium, Fusarium, Rhizoctonia</i> )	Tricoderma
Mosca Blanca ( <i>Bemisia tabaci</i> )	Imidacloprid (Confidor), Nim
Minador ( <i>Liriomyza sativae</i> )	Abamectina (Vertimec)
Spodoptera sp.	<i>Bacillus thuringiensis</i> (Xentary)
Phitoplasmas	Terramicina
Mildiu polvoso ( <i>Erysiphe cichoracerarum</i> )	Azufre

### 3.6.7 Cosecha

La primera cosecha se realizó a los 73 días después del transplante, cosechando los frutos maduros y pintones con una frecuencia de dos o tres cosechas por semana dependiendo de la cantidad de frutos presentes.

## 3.7 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental utilizado fue el de parcelas dividida en bloques con arreglo factorial  $2 \times 4$  con cuatro repeticiones, donde la parcela principal fue métodos de riego y la parcela secundaria tamaño de bolsa, para un total de ocho tratamientos. El área total del experimento fue de 230.4 m<sup>2</sup> (Anexo 5).

Cada unidad experimental presentó el conjunto de variables a medir dentro del estudio: métodos de riego y tamaño de bolsa. Dentro del estudio se tuvo dos fases en cuanto al tiempo total de riego, la primera desde transplante hasta floración (Cuadro 2) y la segunda desde floración hasta la finalización del cultivo, aumentando durante la segunda fase el tiempo total de aplicación en 40 minutos para todos los tratamientos (Cuadro 3). Este aumento se realizó porque las plantas empezaron a mostrar un déficit hídrico, debido principalmente a la abundante masa foliar que con elevadas temperaturas resultó en una alta tasa de evapotranspiración.

**Cuadro 2.** Tratamientos usados en las unidades experimentales y su codificación desde transplante hasta floración, Zamorano 2002.

Tratamiento	Tamaño de bolsa	Métodos de riego	Codificación
1	Grande	1	G1
2	Grande	2	G2
3	Grande	3	G3
4	Grande	4	G4
5	Mediana	1	M1
6	Mediana	2	M2
7	Mediana	3	M3
8	Mediana	4	M4

Método 1: 11 min.(7:30am), 11 min.(10:30am), 11 min.(1:30pm) y 12 min.(3:30pm)

Método 2: 15 min.(7:30am), 15 min.(10:30am) y 15 min.(1:30pm)

Método 3: 15 min.(7:30am), 15 min.(10:30am), 15 min.(1:30pm) y 15 min.(3:30pm)

Método 4: 20 min.(7:30am), 20 min.(10:30am) y 20 min.(1:30pm)

**Cuadro 3.** Tratamientos usados en las unidades experimentales y su codificación desde floración hasta cosecha, Zamorano 2002.

Tratamiento	Tamaño de bolsa	Método de riego	Codificación
1	Grande	1	G1
2	Grande	2	G2
3	Grande	3	G3
4	Grande	4	G4
5	Mediana	1	M1
6	Mediana	2	M2
7	Mediana	3	M3
8	Mediana	4	M4

Método 1: 20 min.(7:30am), 20 min.(10:30am), 20 min.(1:30pm) y 25 min.(3:30pm)

Método 2: 25 min.(7:30am), 25 min.(10:30am) y 35 min.(1:30pm)

Método 3: 25 min.(7:30am), 25 min.(10:30am), 25 min.(1:30pm) y 25 min.(3:30pm)

Método 4: 35 min.(7:30am), 35 min.(10:30am) y 30 min.(1:30pm)

### 3.8 TOMA DE DATOS

#### 3.8.1 Fase 1: Transplante-floración

Altura promedio de la planta a la última hoja nueva completamente expandida: Se tomaron cinco plantas por unidad experimental, utilizando en las mediciones una regla graduada en centímetros. Se realizaron dos mediciones, la primera a los 30 días después de transplante y la segunda a los 50 días posteriores al transplante.

Diámetro promedio del tallo de la planta: Se tomaron cinco plantas por unidad experimental, realizando las mediciones un centímetro arriba de los cotiledones a los 30 y 50 días posteriores al trasplante, usando un pie de rey graduado en milímetros.

Días a floración: Se realizaron observaciones visuales cuando el 50% de las plantas dentro de cada unidad experimental presentaron al menos una flor completamente abierta.

### 3.8.2 Fase 2: Floración-cosecha

La cosecha empezó 73 días posteriores al trasplante, cosechando los frutos en estado pintón y maduro. La recolección, selección y cuantificación se realizó en el campo, pesándose los frutos con una balanza cuya unidad de medida fue la libra y midiendo el calibre de todos los tomates con medidas dadas por la reglamentación de normas de comercialización de tomate para Europa.

#### Las variables que se determinaron fueron:

Numero total de frutos comerciales.  
 Peso total de frutos comerciales (kg).  
 Peso promedio de fruto comercial (g).  
 Numero total de frutos no comerciales.  
 Peso total de frutos no comerciales (kg).  
 Peso promedio del fruto no comercial (g).  
 Numero total de frutos  
 Peso total de frutos (kg).  
 Peso promedio total de frutos (kg)

Para la clasificación de tomates por calibre, se seleccionaron únicamente los tomates comerciales, los cuales se pasaron con el pedúnculo orientado hacia arriba por una tabla con el diámetro especificado por categoría en el (Cuadro 4). Clasificándolos posteriormente por categoría según el diámetro y pesado para determinar el rendimiento final por calibre.

**Cuadro 4.** Especificaciones de calibres en tomate dado en milímetros.

Calibres	Categoría	Diámetro (mm)
1	P	<40
2	MMM	[40-47[
3	MM	[47-57[
4	M	[57-67[
5	G	[67-82[
6	GG	>82

[#. Incluido

#[. No Incluido

### **3.9 ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Se utilizó el paquete estadístico SAS<sup>®</sup> 6.12, para hacer los análisis de varianza (ANDEVA) para cada variable medida y determinar si existieron diferencias significativas entre los tratamientos. Se realizó también una prueba múltiple de medias LSD, en los casos donde se encontraron diferencias significativas para poder así generar conclusiones.

### **3.10 ANÁLISIS ECONÓMICO**

Se realizó con la metodología del CIMMYT (1988), realizando análisis de dominancia, análisis marginal y análisis de presupuestos parciales, para poder determinar la rentabilidad de cada tratamiento a partir de los costos variables de cada uno de ellos.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 RESULTADOS AGRONÓMICOS

#### 4.1.1 Diámetro en centímetros de la base del tallo

Existió diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ), en tamaño de bolsa, método de riego y método de riego x bolsa (Anexo 6). Inicialmente la bolsa mediana presentó tallos con mayor diámetro en 13.7% con respecto a las bolsas grandes, siendo esta diferencia no significativa para la segunda medición (Cuadro 5).

De la misma forma el método de riego tres influyó inicialmente en el diámetro de los tallos; para en la segunda no haber diferencia alguna entre las cuatro frecuencias (Cuadro 5).

En los primeros 30 ddt las bolsas medianas con los cuatro métodos de riego estuvieron por encima de la media general del ensayo sin mostrar diferencia significativa entre ellas. A los 50 ddt se encontró que la bolsa mediana con método de riego uno tuvo un diámetro 6% mayor que la media general del ensayo y 4% mayor que el segundo mejor tratamiento (bolsa grande con método de riego tres), pero esta diferencia no fue significativa (Cuadro 5). Lo anterior concuerda con los resultados obtenidos por Aroche (2001), en que las bolsas grandes con frecuencia de riego de 45 minutos en tres frecuencias presentaron tallos con mayor diámetro

**Cuadro 5.** Efecto de dos tamaños de bolsa, cuatro métodos de riego y su interacción en el diámetro del tallo tomado en dos edades después del transplante, Zamorano 2002.

Fuente de variación		Diámetro (cm)			
		30 ddt <sup>1</sup>		50 ddt	
<b>Bolsas</b>	<b>Mediana</b>	1.16	a <sup>2</sup>	1.37	a
	<b>Grande</b>	1.02	a	1.35	a
<b>Método de riego</b>	<b>1</b>	1.10	ab	1.41	a
	<b>2</b>	1.06	a	1.34	a
	<b>3</b>	1.14	a	1.39	a
	<b>4</b>	1.09	ab	1.33	a
<b>Interacciones</b>	<b>M1</b>	1.18	ab	1.45	a
	<b>M2</b>	1.13	abc	1.35	b
	<b>M3</b>	1.20	a	1.38	ab
	<b>M4</b>	1.18	ab	1.32	b
	<b>G1</b>	1.03	cd	1.38	ab
	<b>G2</b>	1.00	d	1.32	b
	<b>G3</b>	1.08	bcd	1.40	ab
	<b>G4</b>	1.00	d	1.32	b
CV (%)		7.26		3.73	
Media (Diámetro/cm)		1.10		1.37	
Error estándar		0.04		0.03	

<sup>1</sup> ddt = Días después de transplante

<sup>2</sup> Grupos de medias dentro de las misma fuente de variación seguida por diferente letra difieren entre si, SNK, (P≤0.05).

#### 4.1.2 Altura en centímetros a la última hoja expandida

Hubo diferencia significativa (P≤0.05) en métodos de riego para la variable altura a los 30 ddt (Anexo 6). La bolsa mediana a los 30 ddt presentó una diferencia de 3% en altura con respecto a la bolsa grande, siendo esta diferencia no significativa a los 50 ddt (Cuadro 6).

El uso del método de riego uno, tuvo efecto sobre la altura de la planta a lo largo del crecimiento del cultivo mostrando un aumento de 11.7% sobre la media general del ensayo, a los 30 ddt y a los 50 ddt el método de riego tres presentó las plantas con menor altura (Cuadro 6).

**Cuadro 6.** Efecto de dos tamaños de bolsa, cuatro métodos de riego y su interacción en la altura tomada en diferentes edades de transplante de tomate, Zamorano 2002.

Fuente de variación		Altura (cm)			
		30 ddt <sup>1</sup>		50 ddt	
<b>Bolsas</b>	<b>Mediana</b>	116.87	a <sup>2</sup>	160.50	a
	<b>Grande</b>	113.18	a	162.63	a
<b>Método de riego</b>	<b>1</b>	124.38	a	161.62	a
	<b>2</b>	121.75	a	162.62	a
	<b>3</b>	112.25	b	157.25	b
	<b>4</b>	101.75	c	164.75	a
<b>Interacciones</b>	<b>M1</b>	128.50	a	160.00	ab
	<b>M2</b>	119.50	b	160.75	ab
	<b>M3</b>	117.00	b	157.25	b
	<b>M4</b>	102.50	d	164.00	ab
	<b>G1</b>	120.25	b	163.25	ab
	<b>G2</b>	124.00	ab	164.50	ab
	<b>G3</b>	107.50	cd	157.25	b
	<b>G4</b>	101.00	d	165.50	a
CV (%)		4.68		3.24	
Media (altura/cm)		115.03		161.56	
Error estándar		2.7		2.62	

<sup>1</sup> ddt = Días después de transplante

<sup>2</sup> Grupos de medias dentro de las misma fuente de variación seguida por diferente letra difieren entre si, SNK (P≤0.05).

#### 4.1.3 Días a floración

Existió diferencia significativa (P≤0.05), en métodos de riego (Anexo 6). El método de riego tres entró a floración a los 62 días, dos días menos que la media general del ensayo, el resto de métodos estuvieron iguales o por encima de la media (Cuadro 7).

**Cuadro 7.** Efecto de dos tamaños de bolsa, cuatro métodos de riego y su interacción en los días a floración en tomate, Zamorano 2002.

Fuente de variación	Días a floración		
		ddt <sup>1</sup>	Grupo
<b>Bolsas</b>	<b>Mediana</b>	63 <sup>2</sup>	a
	<b>Grande</b>	64	a
<b>Método de riego</b>	<b>1</b>	64	a
	<b>2</b>	64	a
	<b>3</b>	62	b
	<b>4</b>	65	a
<b>Interacciones</b>	<b>M1</b>	63	a
	<b>M2</b>	63	a
	<b>M3</b>	62	a
	<b>M4</b>	65	a
	<b>G1</b>	64	a
	<b>G2</b>	65	a
	<b>G3</b>	62	a
	<b>G4</b>	65	a
CV (%)		3	
Media (días a floración)		64	
Error estándar		1	

<sup>1</sup> ddt = Días después de transplante

<sup>2</sup> Grupos de medias dentro de las misma fuente de variación seguida por diferente letra difieren entre si, SNK (P≤0.05).

#### 4.1.4 Rendimiento total

##### 4.1.4.1 Número total de frutos

Se encontraron diferencias significativas (P≤0.05) únicamente en tamaño de bolsa (Anexo 7). El número total de frutos fue afectado por el tamaño de bolsa, siendo la mediana la que superó en 17.5% a la bolsa grande y en 8% a la media general del ensayo (Cuadro 8). El método de riego por si solo no tuvo efecto alguno sobre el número total de frutos del ensayo (Cuadro 8).

El mejor tratamiento fue, bolsa mediana con método de riego tres, produciendo 19.9% más frutos por hectárea que la media general del ensayo. El resto de bolsas medianas y la

bolsa grande con método de riego tres estuvieron también por encima de la media (Cuadro 8).

#### **4.1.4.2 Peso total de frutos**

Se encontraron diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) en tamaño de bolsa, métodos de riego y método x bolsa (Anexo 7). El tamaño de la bolsa mediana presentó un rendimiento mayor en 13.8% en comparación a la bolsa grande y 6.4% en relación a la media general del ensayo (Cuadro 8).

No existió diferencia estadística en el uso de métodos de riego, pero el método de riego tres se distinguió por tener un peso 9% mayor que el segundo mejor método de riego (método de riego dos), (Cuadro 8).

El mejor tratamiento fue la bolsa mediana con método de riego tres, produciendo 18.6% más que la media general del ensayo, esto va relacionado a la mayor producción de frutos por este mismo tratamiento (Cuadro 8).

#### **4.1.4.3 Peso promedio total de frutos**

Existió diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ) en interacción método x bolsa (Anexo 7). Tanto la bolsa como los métodos de riego no tuvieron efecto alguno sobre la variable evaluada (Cuadro 8).

La bolsa grande con método de riego cuatro resultó como mejor tratamiento, produciendo tomates 10.9% más pesados que la media general del ensayo (Cuadro 8), lo cual concuerda con los resultados de Aroche (2001), en donde los mayores pesos promedio por tomate los obtuvo con el uso de bolsas grandes en comparación con bolsas medianas y pequeñas.

**Cuadro 8.** Efecto de dos tamaños de bolsa, cuatro métodos de riego y su interacción en el rendimiento total de frutos de tomate, Zamorano 2002.

Fuente de variación		NT <sup>1</sup>		PT <sup>2</sup>		PPTF <sup>3</sup>	
<b>Bolsas</b>	<b>Mediana</b>	1,015,339	a <sup>4</sup>	131,250	a	129.37	a
	<b>Grande</b>	863,468	b	115,250	b	134.08	b
<b>Método de riego</b>	<b>1</b>	901,048	a	115,750	a	128.96	a
	<b>2</b>	929,151	a	124,875	a	134.32	a
	<b>3</b>	104,489	a	136,250	a	130.75	a
	<b>4</b>	882,522	a	116,125	a	132.86	a
<b>Interacciones</b>	<b>M1</b>	949,540	bcd	123,500	cde	130.44	cde
	<b>M2</b>	1,023,542	ab	140,500	ab	137.45	ab
	<b>M3</b>	1,126,644	a	146,250	a	130.04	ab
	<b>M4</b>	961,631	bc	114,750	cde	119.50	cde
	<b>G1</b>	852,555	cd	108,000	e	127.40	e
	<b>G2</b>	834,759	cd	109,250	de	131.17	de
	<b>G3</b>	963,142	bc	126,250	bc	131.44	bc
	<b>G4</b>	803,413	d	117,500	cde	146.20	cde
CV (%)		10.39		8.49		4.79	
Media		939,403		123,250		131.72	
Error estándar		48,813		5,237		3.15	

<sup>1</sup> NT = Numero total (frutos/ha)

<sup>2</sup> PT = Peso total (kg/ha)

<sup>3</sup> PPTF = Peso promedio total de fruto (g/fruto)

<sup>4</sup> Grupos de medias dentro de las misma fuente de variación seguida por diferente letra difieren entre si, SNK ( $P \leq 0.05$ ).

#### 4.1.5 Rendimiento comercial

##### 4.1.5.1 Número de frutos comerciales

Se obtuvo diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ) en tamaño de bolsa y método de riego (Anexo 8), indicando que las bolsas medianas tuvieron 14.9% más frutos comerciales que la bolsa grande. El método de riego tres superó a las frecuencias 1, 2 y 4 aumentando en 17.9, 12.5 y 23.4% la producción de frutos comerciales, respectivamente (Cuadro 9).

El método de riego tres con bolsa mediana resultó ser el mejor tratamiento, produciendo 22% más frutos comerciales que la media general del ensayo (Cuadro 9).

#### **4.1.5.2 Peso de frutos comerciales**

Existieron diferencias estadísticas ( $P \leq 0.05$ ) en método de riego, tamaño de bolsa y método x bolsa (Anexo 8), teniendo un aumento de 12% al usar bolsa mediana en comparación con la bolsa grande. El método tuvo influencia en esta variable, siendo el método tres el mejor, superando al método uno, dos y cuatro en 19.1, 9.8 y 20.6%, respectivamente (Cuadro 9).

El mejor tratamiento fue bolsa mediana con método de riego tres, teniendo una producción de frutos comerciales mayor en 19.6% a la media general del ensayo; también superaron la media general del ensayo los métodos dos y tres con bolsa mediana y método tres con bolsa grande (Cuadro 9).

#### **4.1.5.3 Peso promedio de fruto comercial**

Se obtuvo diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ) en la interacción método x bolsa (Anexo 8). Las bolsas y los diferentes métodos de riego no tuvieron efecto alguno sobre el peso promedio de fruto comercial (Cuadro 9).

El mejor resultado se presentó con el tratamiento de bolsa grande con método de riego cuatro, presentando frutos 10.6% más pesados con respecto a la media general del ensayo (Cuadro 9).

Entre el mejor de los tratamientos (método de riego cuatro con bolsa grande) y el peor de los tratamientos (método de riego cuatro con bolsa mediana) existió una diferencia de 24.5 gramos de peso por fruto (Cuadro 9).

**Cuadro 9.** Efecto de dos tamaños de bolsa, cuatro métodos de riego y su interacción en el rendimiento comercial de frutos de tomate, Zamorano 2002.

Fuente de variación		NC <sup>1</sup>		PC <sup>2</sup>		PPFC <sup>3</sup>	
<b>Bolsas</b>	<b>Mediana</b>	946,788	a <sup>4</sup>	126,250	a	133.19	a
	<b>Grande</b>	823,524	b	112,813	b	137.44	a
<b>Método de riego</b>	<b>1</b>	846,354	b	112,125	b	132.75	a
	<b>2</b>	887,153	b	121,625	ab	136.87	a
	<b>3</b>	998,437	a	133,625	a	134.13	a
	<b>4</b>	808,681	b	110,750	b	137.50	a
<b>Interacciones</b>	<b>M1</b>	879,167	bcd	118,250	cde	134.50	bcd
	<b>M2</b>	965,972	ab	135,000	ab	140.50	b
	<b>M3</b>	1,080,208	a	143,000	a	132.50	bcd
	<b>M4</b>	861,806	bcd	108,250	e	125.25	d
	<b>G1</b>	813,542	cd	106,000	e	131.00	cd
	<b>G2</b>	808,333	cd	107,750	e	133.25	bcd
	<b>G3</b>	916,667	bcd	124,250	bcd	135.75	bc
	<b>G4</b>	755,556	d	113,250	de	149.75	a
CV (%)		9.61		8.53		4.34	
Media		885,156		119,531		135.31	
Error estándar		42,570		5,099		2.94	

<sup>1</sup> NC = Número comercial (frutos/ha)

<sup>2</sup> PC = Peso comercial (kg/ha)

<sup>3</sup> PPFC = Peso promedio de fruto comercial (g/fruto)

<sup>4</sup> Grupos de medias dentro de las misma fuente de variación seguida por diferente letra difieren entre sí, SNK ( $P \leq 0.05$ ).

#### 4.1.6 Producción no comercial

##### 4.1.6.1 Número de frutos no comerciales

Existió diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ) entre los tratamientos en cuanto al tamaño de las bolsas (Anexo 8). La producción de frutos comerciales se incrementó con las bolsas medianas, manteniendo la misma tendencia en cuanto a la producción de frutos no comerciales; produciendo 71.6% más frutos no comerciales la bolsa mediana en comparación a la bolsa grande (Cuadro 10). No hubo diferencia estadística entre los diferentes métodos, pero la frecuencias cuatro produjo 36.1% mayor cantidad de frutos no comerciales en comparación con la media general del ensayo (Cuadro 10).

No se encontraron diferencias significativas en el uso de los métodos de riego en la producción de número de frutos no comerciales (Cuadro 10).

El tratamiento de bolsa mediana con método de riego cuatro produjo la mayor cantidad de frutos no comerciales superando la media general del ensayo en un 84% (Cuadro 10).

#### **4.1.6.2 Peso de frutos no comerciales**

Existió diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ) en tamaño de bolsa y bloque x método (Anexo 8). La bolsa mediana presentó una diferencia en peso de fruto no comercial mayor en 21.3% en comparación al uso de bolsa grande, debido principalmente a que la bolsa mediana tuvo una mayor producción comercial (Cuadro 10).

No se encontraron diferencias significativas en el uso de métodos de riego en el peso de frutos no comerciales (Cuadro 10).

La interacción de bolsa mediana con método de riego cuatro tuvo efecto en la variable, presentando 74% más de peso no comercial que la media general del ensayo, la bolsa mediana con método de riego dos y cuatro y la bolsa grande con método cuatro estuvieron también por encima de la media general del ensayo (Cuadro 10).

#### **4.1.6.3 Peso promedio de fruto no comercial**

No existió diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ), (Anexo 8). El uso de bolsa, métodos de riego y la interacción entre las dos, no tuvieron efecto en cuanto al peso promedio de fruto no comercial. Debido probablemente a que en promedio el 96% de la producción clasificó como no comercial (Cuadro 10).

**Cuadro 10.** Efecto de dos tamaños de bolsa, cuatro métodos de riego y su interacción en el rendimiento no comercial de frutos de tomate, Zamorano 2002.

Fuente de variación		NNC <sup>1</sup>		PNC <sup>2</sup>		PPFNC <sup>3</sup>	
<b>Bolsas</b>	<b>Mediana</b>	68,551	a <sup>4</sup>	5,000	a	79.81	a
	<b>Grande</b>	39,943	b	2,438	b	65.75	a
<b>Método de riego</b>	<b>1</b>	54,693	a	3,625	a	69.13	a
	<b>2</b>	41,998	a	3,250	a	79.25	a
	<b>3</b>	46,456	a	2,625	a	64.25	a
	<b>4</b>	73,842	a	5,375	a	78.50	a
<b>Interacciones</b>	<b>M1</b>	70,374	ab	5,250	ab	73.25	abc
	<b>M2</b>	57,570	bc	5,000	abc	103.25	a
	<b>M3</b>	46,434	bc	3,250	cd	73.00	abc
	<b>M4</b>	99,825	a	6,500	a	69.75	abc
	<b>G1</b>	39,013	bc	2,000	d	65.00	bc
	<b>G2</b>	26,426	bc	1,500	d	55.25	c
	<b>G3</b>	46,475	bc	2,000	d	55.50	bc
	<b>G4</b>	47,858	bc	4,250	bc	87.25	ab
CV (%)		44.47		36.09		28.56	
Media		54,247		3,718		72.78	
Error estándar		12,063		671		10.39	

<sup>1</sup> NNC = Numero no comercial (frutos/ha)

<sup>2</sup> PNC = Peso no comercial (kg/ha)

<sup>3</sup> PPFNC = Peso promedio de fruto no comercial (g/fruto)

<sup>4</sup> Grupos de medias dentro de las misma fuente de variación seguida por diferente letra difieren entre si, SNK ( $P \leq 0.05$ ).

#### 4.1.7 Rendimiento por calibre de tomate

##### 4.1.7.1 MMM

Se obtuvo diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ) en tamaño de bolsa y método de riego (Anexo 9). La bolsa mediana produjo 70.4% más frutos calibre “MMM” en relación con la bolsa grande. El método tres y cuatro sobrepasaron la media general del ensayo en 13 y 39%, respectivamente (Cuadro 11).

La mayor cantidad de tomates calibre “MMM” se produjo con la bolsa mediana con método de riego cuatro, superando la media general del ensayo en 91.2%; mostrando una

tendencia a ser las bolsas medianas las que producen mayor cantidad de tomate de este calibre (Cuadro 11).

#### **4.1.7.2 MM**

Existió una diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ) en tamaño de bolsa (Anexo 9). La bolsa mediana produjo 30.4% más frutos calibre “MM” que la bolsa grande (Cuadro 11).

Con el método uno en bolsa mediana se obtuvo mayor cantidad de tomate calibre “MM”, superando la media general del ensayo en 27.4%. Nuevamente las bolsas medianas dominaron la producción de tomates calibre “MM” (Cuadro 11).

#### **4.1.7.3 M**

Se obtuvo diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ) en tamaño de bolsa y método de riego (Anexo 9). La bolsa mediana tuvo efecto en la cantidad de tomates calibre “M”, produciendo 9.9% más que la bolsa grande (Cuadro 11).

El tratamiento, bolsa mediana con método de riego cuatro produjo 11% más tomates calibre “M” que la media general del ensayo, pero sin ser estadísticamente diferente a las bolsas medianas con métodos uno y dos (Cuadro 11).

#### **4.1.7.4 G**

En lo que respecta a método de riego, bloque x método y método x bolsa se encontró diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ), (Anexo 9). La bolsa mediana produjo 4% más que la bolsa grande. Siendo el método de riego tres el que tuvo mayor efecto aumentando 19% la producción de tomate calibre “G” en comparación con la media general del ensayo (Cuadro 12).

El mayor número de tomates calibre “G” se obtuvo en bolsa mediana con método de riego tres, produciendo 25.3% más que la media general del ensayo (Cuadro 11).

#### **4.1.7.5 GG**

Existió diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ) en tamaño de bolsa y método de riego (Anexo 9). La mayor cantidad de tomate calibre “GG” se obtuvo usando la bolsa mediana con método de riego tres, produciendo 54.8% mayor cantidad que la media general del ensayo. Las bolsas medianas con método cuatro y dos estuvieron por encima de la media en 41.9 y 35.4%, respectivamente (Cuadro 12).

**Cuadro 11.** Efecto de dos tamaños de bolsa, cuatro métodos de riego y su interacción en el calibre de frutos de tomate, Zamorano 2002.

Fuente de variación	Media ( kg / ha)						
		MMM <sup>1</sup>		MM		M	
<b>Bolsas</b>	<b>Mediana</b>	1,812	a <sup>2</sup>	10,438	a	46,250	a
	<b>Grande</b>	1,063	b	8,000	b	42,063	b
<b>Método de riego</b>	<b>1</b>	1,125	b	10,250	a	49,125	a
	<b>2</b>	1,000	b	9,000	a	46,625	a
	<b>3</b>	1,625	ab	8,500	a	46,375	a
	<b>4</b>	2,000	a	9,125	a	34,500	a
<b>Interacciones</b>	<b>M1</b>	1,500	bc	11,750	abcd	53,250	a
	<b>M2</b>	1,000	c	9,250	abcd	51,250	abcd
	<b>M3</b>	2,000	ab	8,750	bcd	48,500	abcd
	<b>M4</b>	2,750	a	12,000	a	32,000	c
	<b>G1</b>	750	c	8,250	cd	45,000	bcd
	<b>G2</b>	1,000	c	6,250	c	42,000	bcd
	<b>G3</b>	1,250	bc	8,750	bcd	44,250	bcd
	<b>G4</b>	1,250	bc	8,750	bcd	37,000	de
CV (%)		41.40		21.77		11.64	
Media (kg/ha)		1,438		9,219		44,156	
Error estándar		298		1,004		2570	

<sup>1</sup> Calibres = MMM--MM--M

<sup>2</sup> Grupos de medias dentro de las misma fuente de variación seguida por diferente letra difieren entre si, SNK (P≤0.05).

**Cuadro 12.** Efecto de dos tamaños de bolsa, cuatro métodos de riego y su interacción en el calibre de frutos de tomate, Zamorano 2002.

Fuente de variación	Media ( kg / ha)				
		G <sup>1</sup>		GG	
<b>Bolsas</b>	<b>Mediana</b>	58,188	a <sup>2</sup>	9,500	a
	<b>Grande</b>	55,938	a	6,000	b
<b>Método de riego</b>	<b>1</b>	47,000	b	5,000	b
	<b>2</b>	56,500	b	8,875	a
	<b>3</b>	68,000	a	9,000	a
	<b>4</b>	56,750	a	8,125	a
<b>Interacciones</b>	<b>M1</b>	47,250	d	4,500	c
	<b>M2</b>	63,750	c	10,500	ab
	<b>M3</b>	71,500	a	12,000	a
	<b>M4</b>	50,250	d	11,000	ab
	<b>G1</b>	46,750	d	5,500	c
	<b>G2</b>	49,250	d	7,250	bc
	<b>G3</b>	64,500	bc	6,000	c
	<b>G4</b>	63,250	c	5,250	c
CV (%)		7.80		35.48	
Media (kg/ha)		57,062		7750	
Error estándar		2,227		1,375	

<sup>1</sup> Calibres = G--GG

<sup>2</sup> Grupos de medias dentro de las misma fuente de variación seguida por diferente letra difieren entre si, SNK (P≤0.05).

#### 4.1.8 Relación porcentual entre rendimiento comercial, comercial por calibre y no comercial.

Podemos observar que en promedio, más de las tres cuartas partes de la producción comercial se clasificó dentro de los calibres “M” y “G”, siendo estos tipos de calibre los que se buscan dentro de una producción por representar el tamaño óptimo para la venta. Tamaño pequeño y problemas de bacteriosis fueron los principales problemas que influyeron en el descarte de la producción como no comercial (Cuadro 13).

**Cuadro 13.** Comparación porcentual del rendimiento (kg/ha) entre frutos comerciales, sus respectivos calibres y rendimiento no comercial, Zamorano 2002.

Fuente de variación		%						
		MMM <sup>1</sup>	MM	M	G	GG	Comercial	No comercial
<b>Bolsas</b>	<b>Mediana</b>	1.4	8.3	36.6	46.1	7.5	96.1	3.9
	<b>Grande</b>	0.9	7.1	37.3	49.6	5.3	97.8	2.2
<b>Método de riego</b>	<b>1</b>	1.0	9.1	43.8	41.9	4.5	96.8	3.2
	<b>2</b>	0.8	7.4	38.3	46.5	7.3	97.3	2.7
	<b>3</b>	1.2	6.4	34.7	50.9	6.7	98.0	2.0
	<b>4</b>	1.8	8.2	31.2	51.2	7.3	95.2	4.8
<b>Interacciones</b>	<b>M1</b>	1.3	9.9	45.0	40.0	3.8	95.7	4.3
	<b>M2</b>	0.7	6.9	38.0	47.2	7.8	96.0	4.0
	<b>M3</b>	1.4	6.1	33.9	50.0	8.4	97.7	2.3
	<b>M4</b>	2.5	11.1	29.6	46.4	10.2	94.3	5.7
	<b>G1</b>	0.7	7.8	42.5	44.1	5.2	98.1	1.9
	<b>G2</b>	0.9	5.8	39.0	45.7	6.7	98.6	1.4
	<b>G3</b>	1.0	7.0	35.6	51.9	4.8	98.4	1.6
	<b>G4</b>	1.1	7.7	32.7	55.8	4.6	96.3	3.7

<sup>1</sup> Calibres = MMM--MM--M--G--GG

## 4.2 ANÁLISIS ECONÓMICO

### 4.2.1 Presupuestos diferenciales

Se tomaron como costos comunes, las plántulas, la mano de obra para las distintas tareas a lo largo del ciclo del cultivo, equipos y los insumos utilizados (Anexo 10).

Los costos que se consideraron como variables dentro del experimento fueron: el costo de las bolsas, el sustrato, el agua, mezcla del sustrato, su acarreo, la pasteurización, el llenado y la colocación (Anexos 11, 12, 13, 14).

El precio que se utilizó para calcular el beneficio bruto de los distintos tratamientos, fue el precio promedio de transferencia de la ZECI por kilogramo de tomate manzano, durante el periodo en que fue realizado el ensayo, este precio fue de Lps. 3.30 por kilogramo. Para realizar el análisis marginal pesimista y optimista se tomaron durante el mismo periodo de tiempo el precio más alto de Lps. 11.00 por kilogramo y el precio más bajo de Lps. 2.4 por kilogramo.

Para este tipo de experimentos el CIMMYT (1988) recomienda realizar un ajuste al rendimiento obtenido experimentalmente de 10 a 30%, dependiendo del manejo que se le dé al cultivo, métodos de cultivo, etc., para el análisis se tomó en consideración una reducción del 10%, para el escenario pesimista una reducción del 20% y una reducción en rendimiento del 5% para el escenario optimista.

Como resultado del presupuesto diferencial, podemos observar que con el uso de bolsas medianas se obtuvieron mayores utilidades que con el uso de bolsas grandes, independiente del método de riego aplicado (Cuadro 14), esto se debió principalmente a la diferencia de costos en lo que a volumen de sustrato se refiere (Anexo 14, 15, 16, 17).

La bolsa mediana con método de riego tres presentó una utilidad neta de Lps. 236,123 y rentabilidad de 127%, siendo esta la más alta del ensayo (Cuadro 14).

**Cuadro 14.** Presupuestos diferenciales para los tratamientos de tamaños de bolsa y métodos de riego en tomate, Zamorano 2002.

<b>Tratamientos</b>	<b>Rendimiento comercial medio (kg/ha)</b>	<b>Rendimiento comercial ajustado (kg/ha)</b>	<b>Beneficios brutos (Lps/ha)</b>	<b>Costos diferenciales (Lps/ha)</b>	<b>Costos totales (Lps/ha)</b>	<b>Beneficios netos marginales (Lps/ha)</b>	<b>Utilidad neta (Lps/ha)</b>	<b>Rentabilidad sobre costos %</b>
M1	118,200	106,380	348,926	45,745	185,701	303,181	163,225	88
M2	135,700	122,130	400,586	45,745	185,701	354,841	214,885	116
M3	142,900	128,610	421,841	45,763	185,718	376,078	236,123	127
M4	108,200	97,380	319,406	45,763	185,718	273,644	133,688	72
G1	106,100	95,490	313,207	74,773	214,729	238,434	98,479	46
G2	107,700	96,930	317,930	74,773	214,729	243,157	103,202	48
G3	124,300	111,870	366,934	74,790	214,746	292,143	152,188	71
G4	113,200	101,880	334,166	74,790	214,746	259,376	119,421	56

Tasa de cambio actual Lps. 16.70 por US dólar.

Precio de venta utilizado de L.3.30 la libra de tomate.

M = Bolsa mediana (0.019 m<sup>3</sup>)

G = Bolsa grande (0.035 m<sup>3</sup>)

Método 1: 20 min.(7:30am), 20 min.(10:30am), 20 min.(1:30pm) y 25 min.(3:30pm)

Método 2: 25 min.(7:30am), 25 min.(10:30am) y 35 min.(1:30pm)

Método 3: 25 min.(7:30am), 25 min.(10:30am), 25 min.(1:30pm) y 25 min.(3:30pm)

Método 4: 35 min.(7:30am), 35 min.(10:30am) y 30 min.(1:30pm)

#### 4.2.2 Análisis de dominancia

Los tratamientos que tuvieron bolsa grande fueron dominados (Cuadro 15), debido principalmente a que el rendimiento con el uso de estos contenedores fue menor, además del elevado costo que tiene el sustrato en estas bolsas en comparación con las bolsas medianas (Anexo 12, 14).

Siendo las bolsas medianas con método de riego dos y tres las dominantes, sin embargo la bolsa mediana con método de riego tres presentó mayores beneficios netos, siendo desde el punto de vista económico superior al resto de los tratamientos (Cuadro 14); esto contradice a lo presentado por Aroche (2001), donde presenta que con el uso de bolsas grandes se obtuvieron mayores beneficios netos que al utilizar a las bolsas medianas y pequeñas.

**Cuadro 15.** Análisis de dominancia para los tratamientos de tamaños de bolsa y métodos de riego en tomate, Zamorano 2002.

Tratamientos	Costos diferenciales (Lps/ha)	Beneficios netos marginales (Lps/ha)	Dominancia
M1	45745.3	303181.1	Dominado
M2	45745.3	354841.1	<b>Dominante</b>
M3	45762.6	376078.2	<b>Dominante</b>
M4	45762.6	273643.8	Dominado
G1	74773.0	238434.2	Dominado
G2	74773.0	243157.4	Dominado
G3	74790.2	292143.4	Dominado
G4	74790.2	259376.2	Dominado

Tasa de cambio actual Lps. 16.70 por US dólar

M = Bolsa mediana (0.019 m<sup>3</sup>)

G = Bolsa grande ( 0.035 m<sup>3</sup>)

Método 1: 20 min., 20 min, 20 min.y 25 min.

Método 2: 25 min., 25 min, y 35 min.

Método 3: 25 min, 25 min, 25 min y 25 min

Método 4: 35 min, 35 min, y 30 min

#### 4.2.3 Análisis de la tasa de retorno marginal

##### 4.2.3.1 Escenario esperado

Usando el precio promedio que se obtuvo durante el tiempo que duró el experimento de Lps. 3.30 el kilogramo de tomate manzano, se obtuvo una tasa de retorno marginal que se consiguió al pasar de bolsa mediana con método de riego dos a bolsa mediana con

método de riego tres de 117983%, obteniendo por cada lempira invertido un retorno de Lps. 1179.8 (Cuadro 16).

Esto se debe principalmente a la diferencia en rendimiento, donde la bolsa mediana con método de riego tres produjo 5.3% más que la bolsa mediana con método de riego dos, esta diferencia representó un aumento de la utilidad neta en el orden de Lps. 21238 (Cuadro 14).

**Cuadro 16.** Análisis marginal para el precio de Lps. 3.30 por kg para los tratamientos de tamaños de bolsa y métodos de riego en tomate, Zamorano 2002.

<b>Tratamientos</b>	<b>Costos diferenciales (Lps/ha)</b>	<b>Costos marginales (Lps/ha)</b>	<b>Beneficios Netos (Lps/ha)</b>	<b>Beneficios netos marginales (Lps/ha)</b>	<b>Tasa de retorno marginal (%)</b>
<b>M2</b>	45745		354841		
		18		21237	117983
<b>M3</b>	45763		376078		

Tasa de cambio actual Lps. 16.70 por US dólar.

M = Bolsa mediana (0.019m<sup>3</sup>)

Método 2: 25 min, 25 min y 35 min.

Método 3: 25 min, 25 min, 25 min y 25 min

#### 4.2.3.2 Escenario pesimista

Sin embargo cuando el precio por kilogramo de tomate es de Lps. 2.4, la tasa de retorno marginal indica que para implementar esta nueva tecnología, se recupera el lempira invertido y se obtiene Lps.792.6 adicionales (Cuadro 17).

**Cuadro 17.** Análisis marginal para el precio de Lps. 2.40 por kg para los tratamientos de tamaños de bolsa y métodos de riego en tomate, Zamorano 2002.

<b>Tratamientos</b>	<b>Costos diferenciales (Lps/ha)</b>	<b>Costos marginales (Lps/ha)</b>	<b>Beneficios Netos (Lps/ha)</b>	<b>Beneficios netos marginales (Lps/ha)</b>	<b>Tasa de retorno marginal (Lps/ha)</b>
<b>M2</b>	45745		223483		
		18		14268	79267
<b>M3</b>	45763		237751		

Tasa de cambio actual Lps. 16.70 por US dólar.

M = Bolsa mediana (0.019m<sup>3</sup>)

Método 2: 25 min, 25 min y 35 min

Método 3: 25 min, 25 min, 25 min y 25 min

#### 4.2.3.3 Escenario optimista

De la misma forma teniendo un escenario optimista con un precio de Lps.11 por kilogramo de tomate, se obtiene una tasa de retorno marginal de 417144%, con lo cual por cada lempira invertido por implementar la bolsa mediana con método de riego tres en vez de bolsa mediana con método de riego dos, se obtienen Lps.4171.4 adicionales (Cuadro 18).

**Cuadro 18.** Análisis marginal para el precio de Lps. 11.00 por kg para los tratamientos de tamaños de bolsa y métodos de riego en tomate, Zamorano 2002.

<b>Tratamientos</b>	<b>Costos diferenciales (Lps/ha)</b>	<b>Costos marginales (Lps/ha)</b>	<b>Beneficios Netos (Lps/ha)</b>	<b>Beneficios netos marginales (Lps/ha)</b>	<b>Tasa de retorno marginal (%)</b>
<b>MF2</b>	45745		1369741		
		18		75086	417144
<b>MF3</b>	45763		1444827		

Tasa de cambio actual Lps. 16.70 por US dólar.

M = Bolsa mediana (0.019 m<sup>3</sup>)

Método 2: 25 min, 25 min, y 35 min

Método 3: 25 min, 25 min, 25 min, y 25 min

## 5. CONCLUSIONES

Hubo diferencias en el rendimiento total, comercial y no comercial de frutos de la variedad de tomate Floradade.

No existe diferencia final en cuanto a altura y diámetro de la planta.

El mayor peso comercial se obtuvo al producir en bolsa mediana con método de riego tres (60 minutos fraccionado cuatro veces al día).

La mayor cantidad de frutos no comerciales fue producida al utilizar bolsa mediana con método de riego cuatro (60 minutos fraccionado tres veces al día).

EL peso promedio de fruto más alto, se obtuvo usando bolsa grande con método de riego tres (60 minutos fraccionado cuatro veces al día).

El uso de bolsa mediana con método de riego tres (60 minutos fraccionado cuatro veces al día) presentó la mejor rentabilidad con un 127.3%.

Las bolsas medianas son más rentables económicamente que las bolsas grandes debido al alto costo de sustrato.

## **6. RECOMENDACIONES**

Automatizar el sistema de riego para manejar de una manera más exacta la aplicación de los volúmenes de agua junto con la nutrición.

Realizar podas bajas en las plantas de tomate para alargar la vida productiva del cultivo.

Evaluar el contenido mineral de los materiales a utilizar en la elaboración del compost, para evitar problemas de salinidad al momento de establecer la plantación.

Mediante el método de aplicación de riego actual, se recomienda la utilización de un manómetro, que mantenga la presión constante y así suministrar la misma cantidad de agua durante futuros ensayos.

## 7. BIBLIOGRAFIA

Agrotécnica, 2002. Editorial Española de publicaciones especializadas en Agricultura. Consultado el 30 de septiembre de 2002. Disponible en: <http://www.agrotecnica.com/Publicaciones/sustratos/sust1.asp>

Alpi, A. 1991. Cultivo en invernadero. 2da edición Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 347 p.

Aroche, H. 2001. Evaluación agroeconómica de tres tamaños de bolsa con sustratos y tres frecuencias de riego en la producción de tomate bajo condiciones de macrotúnel en Zamorano. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 46p.

Benton, J. 1999. Tomato Plant Culture: In the Field, Greenhouse, and Home Garden. Boca Raton, Florida, USA. CRC Press. 199 p.

Cadahia, C. 2000. Fertirrigación. Cultivos Hortícolas y Ornamentales. 2da. edición. Ediciones Mundi-Prensa. Barcelona, España. 475 p.

Calderón, F; Cevallos, F. 2001. Los Sustratos. Consultado el 2 de octubre de 2002. Disponible en: [http://www.drcalderonlabs.com/Publicaciones/Los\\_Sustratos.htm#Fig2](http://www.drcalderonlabs.com/Publicaciones/Los_Sustratos.htm#Fig2)

Cañadas, M. 2002. Sistemas de Cultivo en sustrato: A solución perdida y con recirculación del lixiviado. Consultado el 15 de septiembre de 2002. Disponible en: <http://www.nortecastilla.es/canalagro/datos/abonos/99174.htm#3.3.2.%20Cultivo%20en%20sacos%20rellenos%20de%20sustrato>

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

CIMMYT. 1998. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos; un manual metodológico de evaluación económica. México D.F., México. CIMMYT. 79 p.

Durán, M; Martines, E; Navas, L. 2000. Los cultivos sin suelo: de la hidroponía a la aeroponía. Consultado el 2 de septiembre de 2002. Disponible en: <http://www.eumedia.es/articulos/vr/Hortofrut/1febcultivos.HTML>

Infoagro, 2002 . Principales Tipos de Invernadero. Consultado el 23 de septiembre de 2002. Disponible en: [http://www.infoagro.com/industria\\_auxiliar/tipo\\_invernaderos.asp](http://www.infoagro.com/industria_auxiliar/tipo_invernaderos.asp)

Jarvis, W. 1992. Managing Diseases in Greenhouse Crops. Harrow, Ontario. 288 p.

Resh, M. 1997. Cultivos Hidropónicos, nuevas técnicas de producción. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 509 p.

SAS INSTITUTE Inc. 1996. User guide versión 6.12. SAS Institute Inc. Cary, NC, USA. 512 p.

## **8. ANEXOS**

Anexo 1. Resultado de análisis de agua, Zamorano 2002.

**ZAMORANO**  
**CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA**  
**LABORATORIO DE SUELOS**

RESULTADO DE ANÁLISIS DE AGUA

1 de julio de 2002  
 Solicitante: Tomás Hasing

# lab. 625 Muestra: Agua potable

CATIONES	Mg/l	Meq/l
<b>Calcio</b>	<b>2.6</b>	<b>0.13</b>
<b>Magnesio</b>	<b>0.85</b>	<b>0.07</b>
<b>Potasio</b>	<b>8.6</b>	<b>0.22</b>
<b>Sodio</b>	<b>11.5</b>	<b>0.50</b>
<b>NH<sub>4</sub><sup>-</sup></b>	<b>1.8</b>	<b>0.10</b>
<b>Boro</b>	<b>0.03</b>	<b>0.01</b>
<b>Suma</b>	<b>25.39</b>	<b>1.03</b>
<b>Relación C.E./suma de cationes: 80.58</b>		

ANIONES	Mg/l	Meq/l
<b>Cloruros</b>	<b>15.95</b>	<b>0.45</b>
<b>Sulfatos</b>	<b>20.17</b>	<b>0.42</b>
<b>Carbonatos</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
<b>Bicarbonatos</b>	<b>3.05</b>	<b>0.05</b>
<b>NO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	<b>5.20</b>	<b>0.10</b>
<b>PO<sub>4</sub><sup>3-</sup></b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
<b>Suma</b>	<b>45.38</b>	<b>1.02</b>
<b>Relación C.E./suma de aniones: 81.37</b>		

Interpretación de resultados

PH.....	<b>4.34 Muy ácido</b>
C.E.....	<b>83 µmhos/cm. No hay problema de salinización</b>
Sales totales (mg/l).....	<b>53.12</b>
Presión osmótica (atm).....	<b>0.03</b>
SAR.....	<b>1.58 Sin riesgo de alcalinización</b>
Dureza (grados franceses).....	<b>2 agua muy dulce</b>
Normas Riverside, Blaseo, Rubia	<b>C1S1</b> <b>Baja salinidad, se pueden regar todos los cultivos y suelos salvo los de mal drenaje. Aguas con bajo contenido en sodio, su uso no presenta problemas, solo en algunos frutales muy sensibles.</b>
Relación Ca/Mg.....	<b>1.85 Agua buena</b>
Fitotoxicidad por boro.....	<b>No hay problema</b>
Fitotoxicidad por cloro.....	<b>No hay problema</b>
Fitotoxicidad por sodio.....	<b>Sin problema en riego por aspersión</b> <b>No hay problema en riegos de superficie</b>

Responsable: \_\_\_\_\_  
 Ing. Hilda Flores

**Anexo 2.** Resultado de análisis del extracto de saturación de agua en medios de crecimiento, Zamorano 2002.

**ZAMORANO**  
**CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA**  
**LABORATORIO DE SUELOS**

**Resultado de análisis del extracto de saturación en agua en medios de crecimiento**

Fecha: 4 de julio de 2002

**Solicitante: Andrés Egas**

**Interpretación**

A= Alto

pH

C.E

Muy A= Muy Alto

MLA= Muy Levemente Ácido

Muy S= Muy Salino

# Lab	Muestra	PH	C.E mmhos/cm	ppm					
				Sales Solubles	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P	K	Ca	Mg
620	Medio 2 Inv. A	MLA 6.99	MS 3.0	Muy A 2752	Muy A 210	Muy A 30	Muy A 712	Op 217	A 112
<b>Rango óptimo</b>		<b>5.8-6.8</b>	<b>1.5-2.3</b>	<b>1000-1500</b>	<b>80-140</b>	<b>8-14</b>	<b>110-180</b>	<b>140-220</b>	<b>60-100</b>

**Responsable:** \_\_\_\_\_

**Ing. Hilda Flores**

**Anexo 3.** Resultado de análisis del extracto de saturación en agua en medios de crecimiento, Zamorano 2002.

**ZAMORANO**  
**CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA**  
**LABORATORIO DE SUELOS**

**Resultado de análisis del extracto de saturación en agua en medios de crecimiento**

Fecha: 16 de julio de 2002

Solicitante: Andrés Egas

**Interpretación**

A= Alto

pH

C.E

Muy A= Muy Alto

MLA= Muy Levemente Ácido

Muy S= Muy Salino

# Lab	Muestra	PH	C.E mmhos/cm	ppm					
				Sales Solubles	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P	K	Ca	Mg
620	Medio 2 Inv. A	MLA 6.76	PS 3.1	A 1984	Op 112	Muy A 26	Muy A 375	Op 155	Op 65
<b>Rango óptimo</b>		<b>5.8-6.8</b>	<b>1.5-2.3</b>	<b>1000-1500</b>	<b>80-140</b>	<b>8-14</b>	<b>110-180</b>	<b>140-220</b>	<b>60-100</b>

Responsable: \_\_\_\_\_

Ing. Hilda Flores

**Anexo 4.** Resultado de análisis foliar de tomate, Zamorano 2002.

**ZAMORANO  
CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCIÓN  
AGROPECUARIA  
LABORATORIO DE SUELOS**

**24 de julio de 2002**

**Resultado de análisis foliar de tomate**

**Solicitante: Andrés Egas**

# Lab	Muestra	%					ppm			
		N	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn
698	G1	1.62	0.65	9.24	0.84	0.38	12	72	50	67
699	M1	1.83	0.66	9.75	0.86	0.44	12	60	60	79
700	G2	1.91	0.63	8.42	0.76	0.32	10	44	51	59
701	M2	1.81	0.67	8.75	0.83	0.40	12	49	59	83
702	G3	1.70	0.66	8.25	0.79	0.34	12	33	50	65
703	M3	1.73	0.64	8.83	0.83	0.41	12	63	63	92
704	G4	1.83	0.65	8.87	0.83	0.37	14	66	53	73
705	M4	1.76	0.66	8.75	0.87	0.49	10	46	67	101

**Responsable:** \_\_\_\_\_  
**Ing. Hilda Flores**

**Anexo 5.** Distribución de tratamientos en el invernadero “A”, Zamorano, Honduras, 2002.

**Anexo 6.** Resultado del análisis de varianza (ANDEVA), niveles de significancia y determinación para variables de crecimiento y desarrollo.

<b>Fuente de Variación</b>	<b>Altura 30 días</b>	<b>Altura 50 días</b>	<b>Diámetro 31 días</b>	<b>Diámetro 51 días</b>	<b>Floración</b>
Bloque	ns	ns	0.00475	ns	ns
Método	0.0001	0.0148	ns	0.0153	0.0148
Bolsa	ns	ns	0.0003	ns	ns
Bloque x Método	ns	ns	ns	0.0091	ns
Método x Bolsa	ns	ns	ns	ns	ns
R- square	0.9024	0.5667	0.7537	0.8855	0.5684

**Anexo 7.** Resultado del análisis de varianza (ANDEVA), niveles de significancia y determinación para variables de rendimiento total.

<b>Fuente de Variación</b>	<b>PPTFC</b>	<b>PPTFNC</b>	<b>PPTF</b>	<b>NT</b>	<b>PT</b>
Bloque	ns	ns	ns	ns	ns
Método	ns	ns	ns	ns	0.0063
Bolsa	ns	ns	ns	0.0009	0.001
Bloque x Método	ns	ns	ns	ns	ns
Método x Bolsa	0.0006	0.0424	0.0008	ns	0.0445
R- square	0.8359	0.6963	0.8282	0.8226	0.8659
PPTFC = Peso promedio total de frutos comerciales (g/fruto)					
PPTFNC = Peso promedio total de frutos no comerciales (g/fruto)					
PPTF = Peso promedio total de frutos (g/fruto)					
NT = Número total de frutos (frutos/ha)					
PT = Peso total (kg/ha)					

**Anexo 8.** Resultado del análisis de varianza (ANDEVA), niveles de significancia y determinación para variables de rendimiento comercial y no comercial.

<b>Fuente de Variacion</b>	<b>NC</b>	<b>PC</b>	<b>PFC</b>	<b>NNC</b>	<b>PNC</b>	<b>PFNC</b>
Bloque	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Método	0.0045	0.0026	ns	ns	ns	ns
Bolsa	0.0015	0.0029	ns	0.0057	0.0002	ns
Bloque x Método	ns	ns	ns	ns	0.0453	ns
Método x Bolsa	ns	0.0434	0.0007	ns	ns	ns
R- square	0.8355	0.8626	0.8662	0.7805	0.876	0.7153
NC = Número de frutos comerciales (frutos/ha)						
PC = Peso comercial (kg/ha)						
PFC = Promedio de frutos comercial (g/fruto)						
NNC = Número de frutos no comercial (frutos/ha)						
PNC = Peso no comercial (kg/ha)						
PFNC = Promedio de frutos no comercial (g/fruto)						

**Anexo 9.** Resultado del análisis de varianza (ANDEVA), niveles de significancia y determinación para variables de los diferentes calibres de tomate.

<b>Fuente de Variacion</b>	<b>MMM</b>	<b>MM</b>	<b>M</b>	<b>G</b>	<b>GG</b>
Bloque	ns	ns	ns	ns	ns
Método	0.0199	ns	0.0004	0.0001	0.0424
Bolsa	0.0039	0.005	0.0399	ns	0.0036
Bloque x Método	ns	ns	ns	0.0458	ns
Método x Bolsa	ns	ns	ns	0.0003	ns
R- square	0.7861	0.7304	0.8699	0.9367	0.7708
MMM--MM--M--G--GG = Calibres de tomate (kg/ha)					

<b>Anexo 10. Costos comunes para los tratamientos.</b>						
<b>Concepto</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad/ha</b>	<b>Costo unitario (Lps.)</b>	<b>Costo subtotal (Lps/ha)</b>	<b>Costo por concepto (Lps/ha)</b>	<b>%</b>
<b>Plantulas</b>	plantula	22,222	0.25	5,556	<b>5,556</b>	<b>4</b>
<b>Equipo</b>					<b>59,369</b>	<b>42</b>
Invernadero*	dia	135	379.58	51,243		
Plástico (camas)**	m2	6,596	1.02	6,754		
Manguera de riego***	m	4,444	0.10	422		
Microtúbulos****	m	13,440	0.06	840		
Válvulas****	c/u	10	11.00	110		
<b>Mano de obra</b>					<b>25,377</b>	<b>18</b>
Instalación de riego***	Hrs-hm	156	1.38	215		
Preparacion de camas****	Hrs-hm	642	1.10	706		
Emplasticar**	Hrs-hm	67	2.20	147		
Mulch de casulla**	Hrs-hm	194	2.20	427		
Transplante	Hrs-hm	84	11.00	924		
Control Fitosanitario	Hrs-hm	300	11.00	3,300		
Control de Malezas	Hrs-hm	107	11.00	1,177		
Operario de riego	Hrs-hm	188	11.00	2,072		
Mano de obra Posteadado**	Hrs-hm	89	2.20	196		
Mano de obra tutorado	Hrs-hm	375	11.00	4,125		
Mano de obra estaquillado*****	Hrs-hm	180	5.50	990		
Cosecha	Hrs-hm	938	11.00	10,313		
Eliminación del cultivo	Hrs-hm	71	11.00	785		
<b>Tutorado</b>					<b>7,430</b>	<b>5</b>
Postes**	Unidad	740	5.00	3,700		
Estacas*****	Unidad	2,667	1.25	3,334		
Cabuya**	m	36,000	0.01	396		
<b>Insumos</b>					<b>22,100</b>	<b>16</b>
<b>Fertilizantes</b>						
Urea	kg	3,717	3.04	11,299		
Fosfato monoamonico	kg	382	24.00	9,171		
Nitrato de Potasio	Kg	326	5.00	1,629		
<b>Plaguicidas</b>					<b>20,124</b>	<b>14</b>
Confidor	g	200	4.90	980		
Xentary	g	2,483	0.68	1,688		
Dipel	g	625	0.41	255		
Vanodine	cc	2,600	0.19	494		
Nim	cc	12,333	0.67	8,201		
Phyton	cc	2,400	0.75	1,805		
Actara	cc	500	3.21	1,605		
Vertimec	cc	667	3.21	2,141		
Terramicina	g	10,267	0.15	1,540		
Vidate	cc	267	0.29	77		
Manzate	g	667	0.08	52		
Evisect	g	675	0.81	545		
Talstar	cc	675	0.81	543		
Cobre	g	750	0.06	46		
Adherente	cc	3,783	0.04	151		
<b>Total costos comunes</b>					<b>139,956</b>	<b>100</b>
Tasa de cambio actual Lps. 16.70 por US dólar						
* Depreciación 25 ciclos, valor residual 16700 lempiras						
**Depreciación 5 ciclos						
***Depreciación 8 ciclos						
****Depreciación 10 ciclos						
*****Depreciación 2 ciclos						
1 año = 2.5 ciclos						

<b>Anexo 11.</b> Costos diferenciales para bolsa mediana con método de riego uno y dos.						
<b>Concepto</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad/ha</b>	<b>Costo Unitario (Lps)</b>	<b>Costos Subtotales (Lps/ha)</b>	<b>Costos por Concepto (Lps/ha)</b>	<b>%</b>
<b>Insumos</b>						
Bolsas**	unidad	22,222	0.17	3,733	<b>23,392</b>	<b>51</b>
Compost**	m3	211	68.00	14,355		
Casulla**	m3	169	26.00	4,391		
Arena**	m3	42	20.00	844		
Agua	hr	150	0.45	68		
<b>Mano de Obra</b>					<b>997</b>	<b>2</b>
Llenado y colocación **	Hrs-hm	343	2.20	755		
Mazcla de Sustrato**	Hrs-hm	110	2.20	242		
<b>Acarreo</b>					<b>21,357</b>	<b>47</b>
Tractor (acarreo del medio)	hr	87	27.00	2,349		
Pasteurización **	m3	528	36.00	19,008		
<b>TOTAL</b>					<b>45,745</b>	<b>100</b>
Tasa de cambio actual Lps. 16.70 por US dólar						
* Costos subtotales y costos por concepto (Lps/ha) calculados para un ciclo de cultivo						
**Depreciación 5 ciclos						
1 año = 2.5 ciclos						

<b>Anexo 12. Costos diferenciales para bolsa grande con método de riego uno y dos.</b>						
<b>Concepto</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad /ha</b>	<b>Costo Unitario (Lps)</b>	<b>Costos Subtotales (Lps/ha)</b>	<b>Costos por Concepto (Lps/ha)</b>	<b>%</b>
<b>Insumos</b>						
Bolsas**	unidad	22,222	0.22	4,800	<b>40956</b>	<b>55</b>
Compost**	m3	389	68.00	26,444		
Casulla**	m3	311	26.00	8,089		
Arena**	m3	78	20.00	1,556		
Agua	m3	150	0.45	68		
<b>Mano de Obra</b>					<b>1507</b>	<b>2</b>
Llenado y colocación **	Hrs-hm	520	2.20	1,144		
Mazcla de Sustrato**	Hrs-hm	165	2.20	363		
<b>Acarreo</b>					<b>32310</b>	<b>43</b>
Tractor (acarreo del medio) *	unidad	130	27.00	3,510		
Pasteurización **	m3	800	36.00	28,800		
<b>TOTAL</b>					<b>74773</b>	<b>100</b>
Tasa de cambio actual Lps. 16.70 por US dólar						
* Costos subtotales y costos por concepto (Lps/ha) calculados para un ciclo de cultivo						
**Depreciación 5 ciclos						
1 año = 2.5 ciclos						

**Anexo 13.** Costos diferenciales para bolsa mediana con método de riego tres y cuatro.

<b>Concepto</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad/ha</b>	<b>Costo Unitario (Lps)</b>	<b>Costos Subtotales (Lps/ha)</b>	<b>Costos por Concepto (Lps/ha)</b>	<b>%</b>
<b>Insumos</b>						
Bolsas	unidad	22,222	0.17	3,733	<b>23409</b>	<b>51</b>
Compost	m3	211	68.00	14,355		
Casulla	m3	169	26.00	4,391		
Arena	m3	42	20.00	844		
Agua	m3	188	0.45	85		
<b>Mano de Obra</b>					<b>997</b>	<b>2</b>
Llenado y colocación	Hrs-hm	343	2.20	755		
Mazcla de Sustrato	Hrs-hm	110	2.20	242		
<b>Acarreo</b>					<b>21357</b>	<b>47</b>
Tractor (acarreo del medic	unidad	87	27.00	2,349		
Pasteurización	m3	528	36.00	19,008		
<b>TOTAL</b>					<b>45763</b>	<b>100</b>

Tasa de cambio actual Lps. 16.70 por US dólar

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

\*\*Depreciación 5 ciclos

1 año = 2.5 ciclos

<b>Anexo 14. Costos diferenciales para bolsa grande con método de riego tres y cuatro.</b>						
<b>Concepto</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad /ha</b>	<b>Costo Unitario (Lps)</b>	<b>Costos Subtotales (Lps/ha)</b>	<b>Costos por Concepto (Lps/ha)</b>	<b>%</b>
<b>Insumos</b>						
Bolsas**	unidad	22222.0	0.22	4800.0	<b>40973.2</b>	<b>54.78</b>
Compost**	m3	388.9	68.0	26444.2		
Casulla**	m3	311.1	26.0	8088.8		
Arena**	m3	77.8	20.0	1555.5		
Agua	m3	188.3	0.5	84.7		
<b>Mano de Obra</b>					<b>1507</b>	<b>2.01</b>
Llenado y colocacion **	Hrs-hm	520	2.2	1144		
Mazcla de Sustrato**	Hrs-hm	165	2.2	363		
<b>Acarreo</b>					<b>32310</b>	<b>43.20</b>
Tractor (acarreo del medio)	unidad	130	27	3510		
Pasteurizacion **	m3	800	36	28800		
<b>TOTAL</b>					<b>74790.2</b>	<b>100</b>
Tasa de cambio actual Lps. 16.70 por US dólar						
* Costos subtotales y costos por concepto (Lps/ha) calculados para un ciclo de cultivo						
**Depreciación 5 ciclos						
1 año = 2.5 ciclos						