

# **Evaluación agroeconómica del cultivo de tomate de mesa en sustratos alternativos al suelo bajo condiciones de macrotúnel en Zamorano**

Tesis presentada como requisito parcial  
para optar al título de Ingeniero Agrónomo  
en el grado académico de Licenciatura

presentado por

**Ana Rocío Ríos Gálvez**

613-1112-1112


300948

MICROFIS:	_____
FECHA:	_____
ENCARGADO:	_____

**Honduras: Abril, 2000**

# 1112

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.



---

Ana Rocio Rios Gálvez

Zamorano, Honduras  
Abril, 2000

## **DEDICATORIA**

Al límite que traza uno mismo,  
al destino del que somos dueños,  
a la fortaleza de la que depende la vida.

## AGRADECIMIENTOS

Dios, autor principal de todo.

Guillermo Ríos, por desempeñar al máximo el papel de padre y amigo.

Lydia Gálvez, por ser más que una madre, una aliada.

Ingeniero José María Miselem, por su confianza, apoyo e interés.

Profesor Miguel Avedillo, por su incomparable ayuda y consejos.

Doctora Margot Andrews, Ingeniero Rony Muñoz y Licenciada Hilda Flores, por sus enseñanzas.

Doctor Odilo Duarte, por su comprensión.

Doctor Raúl Espinal, por su amable colaboración.

Al personal de la Zamoempresa de Cultivos Intensivos, en especial: Oscar, Marvin, Anita, Raúl y Carlos.

Diego Aguirre, por ser lo que es.

Flor Quispe, por compartir los buenos y malos momentos.

Julio López, Peter Avila, Fausto Marín, Francisco Donoso, Beatriz Pozo, Vanessa Quesada y Héctor Ferreira, por su amistad.

## **AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES**

A la Embajada Británica por financiar el Programa de Ingeniería.


A la Fundación W.K. Kellogg por contribuir al Programa de Agrónomo.

## RESUMEN

Ríos, Ana Rocío. 2000. Evaluación agroeconómica del cultivo de tomate de mesa en sustratos alternativos al suelo bajo condiciones de macrotúnel en Zamorano. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras. 90 p.

La restricción en el uso de bromuro de metilo en un futuro cercano, ha provocado la búsqueda de tratamientos no químicos al suelo. Por lo tanto, el empleo de alternativas respetuosas al ambiente se perfila como el nuevo modelo de producción a nivel mundial. En los suelos existe la contaminación que aumenta con el tiempo y la falta de rotación de cultivos, lo que no ocurre con los sustratos. Además, la propagación de las infecciones en las unidades de cultivo aisladas con sustrato es más lenta que en el suelo. El objetivo principal fue evaluar la productividad y rentabilidad de la producción en suelo comparado con sustratos. El experimento contó con dos variedades (Galileo y EF-52) y tres medios (suelo y dos sustratos preparados) en un diseño factorial en bloques completamente al azar. Los sustratos fueron 58:34:8 y 38:50:12, compuestos por proporciones en base al volumen de compost, casulla de arroz quemada y arena. Se recolectaron datos de variables fenológicas, de producción, de calidad, deficiencias en frutos y de sanidad. El análisis estadístico consistió en ANDEVA o ANCOVA, separación de medias, correlaciones y regresiones. En la parte económica se hizo análisis marginal y de sensibilidad en dos escenarios. No se encontró diferencia en el rendimiento total ni comercial, el rendimiento no comercial fue mayor en los sustratos. Es posible que este resultado se debió a que existió un marcado desbalance de Ca, Mg y K en los medios, en particular en los sustratos. Además, desde el inicio se presentó un ataque severo de geminivirus. La calidad del fruto y sanidad del cultivo resultó mejor en los sustratos. Galileo en suelo obtuvo la rentabilidad más alta a nivel global; EF-52 en 58:34:8 fue la forma de producción más apropiada para esta variedad. Sin embargo, el resultado en el ingreso neto no fue significativo estadísticamente.

**Palabras claves:** Ambientalmente amigable, calidad del fruto, desbalance nutricional, geminivirus, pasteurización, proporciones.



---

Abelino Pitty, Ph.D.

## NOTA DE PRENSA

### **EN ZAMORANO SE ENCONTRO QUE ES FACTIBLE EL CULTIVO DE TOMATE DE MESA EN SUSTRATOS ALTERNATIVOS AL SUELO**

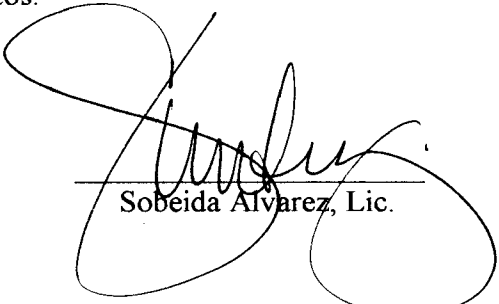
El empleo de alternativas respetuosas al ambiente se perfila como el nuevo modelo de producción a nivel mundial. La restricción en el uso de bromuro de metilo en un futuro cercano, ha provocado la búsqueda incesante de tratamientos no químicos al suelo.

Con la elaboración de sustratos se modifican las condiciones de tal forma que las raíces obtienen con facilidad agua y nutrientes en el momento adecuado. Además, con la pasteurización se reducen las poblaciones de patógenos, al mismo tiempo que se matan semillas de malezas.

La Empresa de Cultivos Intensivos de Zamorano, Honduras, con el interés de contribuir a la conservación de los recursos, decidió establecer un ensayo experimental entre septiembre de 1999 y febrero del 2000. Bajo condiciones protegidas de macrotúnel se evaluó el comportamiento agroeconómico de las variedades Galileo y EF-52 en suelo contra dos sustratos, preparados con proporciones definidas de compost, casulla de arroz quemada y arena.

El grupo de investigadores compuesto por: Agr. Ana Rocío Ríos, Ing. José María Miselem, Prof. Miguel Avedillo, Ph.D. Margot Andrews e Ing. Rony Muñoz, no encontró diferencia en el rendimiento total ni comercial. Sin embargo, el rendimiento no comercial fue mayor en los sustratos. Galileo en suelo presentó la rentabilidad más alta a nivel global; EF-52 en sustrato se perfiló como la mejor forma de producción para esta variedad.

A pesar de que el cultivo en sustratos no aumentó la producción, se recomienda optimizar el programa de fertilización foliar o experimentar con bajas proporciones de compost para corregir los desbalances nutricionales y aumentar rendimientos.



Sobeida Álvarez, Lic.

## CONTENIDO

	Portadilla.....	i
	Autoría.....	ii
	Página de firmas.....	iii
	Dedicatoria.....	iv
	Agradecimientos.....	v
	Agradecimiento a patrocinadores.....	vi
	Resumen.....	vii
	Nota de prensa.....	viii
	Contenido.....	ix
	Indice de Cuadros.....	xiii
	Indice de Figuras.....	xvii
	Indice de Anexos.....	xix
<b>1.</b>	<b>INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
1.1	OBJETIVO GENERAL.....	2
1.2	OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	2
1.3	JUSTIFICACION.....	2
1.4	LIMITACIONES.....	2
<b>2.</b>	<b>REVISION DE LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
2.1	ADAPTACION AL CULTIVO PROTEGIDO.....	3
2.2	ALTERNATIVAS PARA TRATAMIENTOS AL SUELO.....	3
2.2.1	Vapor.....	3
2.3	MEDIOS HORTICOLAS Y CULTIVOS SIN SUELO.....	4
2.3.1	Uso de compost en cultivos sin suelo.....	5
2.4	HIBRIDOS DE TOMATE.....	5
2.5	NUTRICION.....	5
2.6	ENTUTORADO.....	6
2.7	PODA.....	6
2.8	GEMINIVIRUS.....	6
2.8.1	Mosca blanca.....	7
2.8.2	Distribución y expansión.....	7
2.8.3	Etiología.....	8
2.8.4	Reporte de Honduras.....	8
2.8.5	Manejo.....	8
2.9	ENFERMEDADES.....	9
2.9.1	<i>Fusarium</i> sp.....	9
2.9.2	<i>Pseudomonas corrugata</i> Roberts y Scarlett.....	9
2.9.3	<i>Pseudomonas solanacearum</i> .....	9
2.9.4	<i>Rhizoctonia solani</i> Kuhn, <i>Phuthium</i> sp. y <i>Phytophthor</i> sp.....	9
2.9.5	<i>Alternaria solani</i> (Ellis et Martin) Soraver.....	10
2.10	INSECTOS.....	10
2.10.1	<i>Liriomyza</i> sp.....	10
2.10.2	<i>Spodoptera</i> sp.....	10

2.11	DAÑOS AL FRUTO.....	10
2.11.1	Necrosis apical (Blossom-End Rot).....	10
2.11.2	Deformaciones.....	11
2.11.2.1	Cicatriz estiar leñosa (Catface).....	11
2.11.2.2	Hendidura de crecimiento.....	11
2.11.2.3	Epidermis ásperas (Russeting).....	11
2.11.2.4	Varias.....	11
2.11.3	Enfermedades.....	11
2.11.3.1	Pared gris (Blotchy Ripening/ Gray Wall).....	11
<b>3.</b>	<b>MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>12</b>
3.1	UBICACION.....	12
3.2	INVERNADERO.....	12
3.3	MEDIOS PREPARADOS.....	12
3.2.1	Bolsas.....	13
3.3	MANEJO.....	13
3.3.1	Preparación del suelo.....	13
3.3.2	Sistema de riego.....	13
3.3.3	Siembra y transplante.....	13
3.3.4	Nutrición.....	14
3.3.5	Entutorado.....	14
3.3.6	Poda.....	15
3.3.7	Criterio de riego.....	15
3.3.8	Control de malezas.....	15
3.3.8.1	Bolsas.....	15
3.3.8.2	Suelo.....	15
3.3.9	Control fitosanitario.....	15
3.3.10	Cosecha.....	16
3.4	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	17
3.4.1	Drenaje.....	17
3.4.2	Variedad.....	17
3.4.3	Medio.....	17
3.5	UNIDAD EXPERIMENTAL.....	17
3.6	TOMA DE DATOS.....	18
3.6.1	Etapas vegetativa.....	18
3.6.2	Etapas reproductiva.....	18
3.6.3	Etapas de cosecha.....	18
3.6.3.1	Clasificación de frutos no comerciales.....	19
3.6.4	Datos económicos.....	19
3.6.5	Otros datos.....	20
3.7	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	20
3.7.1	Variables agronómicas.....	20
3.7.2	Variables económicos.....	22
3.8	ANÁLISIS ECONOMICO.....	23

<b>4.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSION</b> .....	26
4.1	ANALISIS ESTADISTICO.....	26
4.1.1	Transformación de datos.....	26
4.1.2	Variables fenológicas.....	26
4.1.2.1	Altura a la primera inflorescencia (número de nudo).....	27
4.1.2.2	Altura a la primera inflorescencia (cm).....	27
4.1.2.3	Porcentaje de cuaje.....	28
4.1.3	Variables de producción.....	29
4.1.3.1	Rendimiento total.....	29
4.1.3.2	Número total de frutos.....	29
4.1.3.3	Peso promedio del total de frutos.....	30
4.1.3.4	Rendimiento comercial.....	31
4.1.3.5	Número de frutos comerciales.....	31
4.1.3.6	Peso promedio de frutos comerciales.....	32
4.1.3.7	Rendimiento no comercial.....	32
4.1.3.8	Número de frutos no comerciales.....	33
4.1.3.9	Peso de frutos no comerciales.....	35
4.1.4.0	Variables de calidad.....	36
4.1.4.1	Consistencia.....	37
4.1.4.2	Número de lóculos.....	39
4.1.4.3	Grados Brix.....	40
4.1.4.4	Grosor de la pared externa.....	42
4.1.4.5	Grosor del septo o pared radial.....	43
4.1.5	Variables clasificatorias del fruto no comercial.....	43
4.1.5.1	Deficiencia de Ca.....	44
4.1.5.2	Deformaciones.....	45
4.1.5.3	Enfermedades e insectos.....	47
4.1.5.4	Tamaño.....	47
4.1.6	Variables sanitarias.....	49
4.1.6.1	Densidad final de plantas.....	49
4.1.6.2	Mortalidad por Damping off.....	50
4.1.6.3	Mortalidad por <i>Pseudomonas</i> .....	50
4.1.6.4	Grado de sintomatología visual del ataque de geminivirus.....	51
4.1.7	Correlaciones.....	53
4.1.7.1	Variables de calidad.....	53
4.1.7.2	Variables de deficiencia en fruto.....	54
4.1.8	Efectos del tiempo en variables de producción.....	55
4.1.9	Ingreso neto.....	58
4.2	ANALISIS ECONOMICO.....	58
4.2.1	Epoca seca.....	59
4.2.1.1	Presupuesto total y parcial.....	59
4.2.1.2	Análisis de sensibilidad.....	59
4.2.2	Epoca lluviosa.....	60
4.2.2.1	Presupuesto total y parcial.....	60
4.2.2.2	Análisis de sensibilidad.....	60

5.	<b>CONCLUSIONES</b> .....	62
6.	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	63
7.	<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	64
8.	<b>ANEXOS</b> .....	67

## INDICE DE CUADROS

### Cuadro

1.	Programa de aplicaciones foliares.....	14
2.	Aplicaciones semanales contra plagas y enfermedades.....	16
3.	Escala de clasificación para la firmeza del fruto.....	19
4.	Estimación del ajuste requerido para el rendimiento.....	22
5.	VARIABLES ECONÓMICAS, ABRVIATURAS Y ORIGENES.....	23
6.	Relaciones para establecer el método de transformación de variables.....	26
7.	Resultados del análisis de varianza (ANDEVA), niveles de significancia y determinación.....	27
8.	Influencia de la variedad en la altura a la primera inflorescencia (nudo) (Método SNK).....	27
9.	Influencia de la variedad en la altura a la primera inflorescencia (nudo) (Método SNK).....	28
10.	Influencia del medio en el porcentaje de cuaje (MétodoSNK).....	28
11.	Influencia de la variedad en el porcentaje de cuaje (Método SNK).....	28
12.	Influencia del tiempo en el porcentaje de cuaje (Método SNK).....	29
13.	Influencia del medio en el número total de frutos (miles/ha) (Método SNK).....	29
14.	Influencia de la variedad en el número total de frutos (miles/ha) (Método SNK).....	30
15.	Influencia de la variedad en el peso promedio total de frutos (g) (Método SNK).....	30
16.	Influencia del medio*variedad en el peso promedio del total de frutos (g) (Método LSD).....	31
17.	Influencia de la variedad en el número de frutos comerciales (miles/ha) (Método SNK).....	32

18.	Influencia de la variedad en el peso promedio de frutos comerciales (g) (Método SNK).....	32
19.	Influencia del medio en el rendimiento no comercial (t/ha) (Método SNK).....	32
20.	Influencia de la variedad en el rendimiento no comercial de frutos (t/ha) (Método LSD).....	33
21.	Influencia del medio en el número de frutos no comerciales (miles/ha) (Método LSD).....	33
22.	Influencia de la variedad en el número de frutos no comerciales (miles/ha) (Método LSD).....	34
23.	Influencia del medio*variedad en el número de frutos no comerciales (miles/ha) (Método LSD).....	34
24.	Influencia de la variedad en el peso promedio de frutos no comerciales (g) (Método SNK).....	35
25.	Influencia del medio*variedad en el peso promedio de frutos no comerciales (g) (Método LSD).....	36
26.	Resultados del análisis de varianza (ANDEVA), niveles de significancia y determinación.....	37
27.	Influencia del medio en la consistencia (Método LSD). (Donde 1= muy blando; 9 muy duro).....	37
28.	Influencia de la variedad en la consistencia (Método SNK). (Donde 1= muy blando; 9 muy duro).....	38
29.	Influencia del medio*variedad en la consistencia (Método LSD). (Donde 1= muy blando; 9 muy duro).....	38
30.	Influencia de la variedad en el número de lóculos (Módulo SNK).....	39
31.	Influencia del medio*variedad en el número de loculos (Método LSD)....	40
32.	Influencia del medio en grados Brix (Método SNK).....	41
33.	Influencia de la variedad en grados Brix (Método SNK).....	41
34.	Influencia del medio*variedad en grados Brix (Método LSD).....	42

35.	Influencia del medio en el grosor de la pared externa (cm) (Método SNK).....	43
36.	Influencia del medio en el grosor del septo o pared radial (cm) (Método SNK).....	43
37.	Resultados del análisis de varianza (ANDEVA) o análisis de covarianza (ANCOVA), niveles de significancia y determinación.....	44
38.	Influencia del medio en pérdidas por deficiencia de Ca (kg/ha) (Método SNK).....	44
39.	Influencia del medio*variedad en pérdidas por deficiencia de Ca (kg/ha) (Método LSD).....	45
40.	Influencia de la variedad en pérdidas por deformaciones(kg/ha) (Método SNK).....	46
41.	Influencia del medio*variedad en pérdidas por deformaciones (kg/ha) (Método LSD).....	46
42.	Influencia de la variedad en pérdidas por enfermedades e insectos en el fruto (kg/ha) (Método SNK).....	47
43.	Influencia del medio en pérdidas por tamaño (kg/ha) (Método LSD).....	48
44.	Influencia de la variedad en pérdidas por tamaño (kg/ha) (Método LSD)	48
45.	Influencia del medio*variedad en pérdidas por tamaño (kg/ha) (Método LSD).....	48
46.	Resultados del análisis de varianza (ANDEVA), niveles de significancia y determinación.....	49
47.	Influencia del medio en la densidad final de plantas por hectárea (Método SNK).....	50
48.	Influencia del medio en la mortalidad por <i>Pseudomonas</i> sp. (plantas/ha) (Método SNK).....	50
49.	Influencia del tiempo en las muertes de plantas causadas por <i>Pseudomonas</i> sp. (plantas/ha) (Método SNK).....	51
50.	Influencia del medio en el grado sintomatología visual del ataque de geminivirus (Método SNK). (Donde 0= nula; 5 severa).....	51

51.	Influencia del tiempo en el grado sintomatología visual del ataque de geminivirus (Método SNK). (Donde 0= nula; 5 severa).....	52
52.	Influencia del medio*variedad en el grado sintomatología visual del ataque de geminivirus (Método LSD). (Donde 0= nula; 5 severa).....	52
53.	Coefficiente de correlación de Pearson entre variables de calidad.....	54
54.	Coefficiente de correlación de Pearson entre variables de deficiencias en fruto.....	54
55.	Efecto del tiempo en el rendimiento total (t/ha).....	55
56.	Efecto del tiempo en el número total de frutos (miles/ha).....	55
57.	Efecto del tiempo en el peso promedio del total de frutos (g).....	56
58.	Efecto del tiempo en el rendimiento comercial (t/ha).....	56
59.	Efecto del tiempo en el número de frutos comerciales (miles/ha).....	56
60.	Efecto del tiempo en el peso promedio de frutos comerciales (g).....	57
61.	Efecto del tiempo en el rendimiento no comercial (t/ha).....	57
62.	Efecto del tiempo en el número de frutos no comerciales (miles/ha).....	57
63.	Efecto del tiempo en el peso promedio de frutos no comerciales (g).....	58
64.	Resultados del análisis de varianza (ANDEVA), niveles de significancia y determinación.....	58
65.	Sensibilidad del precio de venta (Lps/lb) para una rentabilidad mínima del 10 %.....	59
66.	Sensibilidad en producción (t/ha) para una rentabilidad mínima del 10%.	59
67.	Sensibilidad en costos totales (Lps/ha) para una rentabilidad mínima del 10 %.....	60
68.	Sensibilidad del precio de venta (Lps/lb) para una rentabilidad mínima del 10 %.....	60
69.	Sensibilidad en producción (t/ha) para una rentabilidad mínima del 10%..	61

70. Sensibilidad en costos totales (Lps/ha) para una rentabilidad mínima del 10 %..... 61

## INDICE DE FIGURAS

### Figura

1.	Flujograma del análisis estadístico.....	21
2.	Esquema de metodología.....	25
3.	Influencia del medio*variedad en el peso promedio del total de frutos (g).....	31
4.	Influencia del medio*variedad en el número de frutos no comerciales (miles/ha).....	35
5.	Influencia del medio*variedad en el peso promedio de frutos no comerciales (g).....	36
6.	Influencia del medio*variedad en la consistencia.....	39
7.	Influencia del medio*variedad en el número de lóculos.....	40
8.	Influencia del medio*variedad en grados Brix.....	42
9.	Influencia del medio*variedad en pérdidas por deficiencia de Ca (kg/ha).....	45
10.	Influencia del medio*variedad en pérdidas por deformaciones (kg/ha)..	47
11.	Influencia del medio*variedad en pérdidas por tamaño (kg/ha).....	49
12.	Influencia del medio*variedad en el grado de sintomatología visual del ataque de geminivirus.....	53

## INDICE DE ANEXOS

### Anexo

1.	Distribución de los tratamientos en el campo.....	67
2.	Resultados de análisis de laboratorio.....	68
3.	Resultados de análisis foliar.....	70
4.	Diagnósticos fitopatológicos y moleculares.....	71
5.	Información geminivirus.....	74
6.	Estimación del número de frutos totales y no comerciales.....	80
7.	VARIABLES DE PRODUCCIÓN.....	80
8.	Costos comunes (Lps/ha).....	81
9.	Costos diferenciales para suelo (Lps/ha).....	83
10.	Costos diferenciales para sustrato 1 (Lps/ha).....	84
11.	Costos diferenciales para sustrato 2 (Lps/ha).....	85
12.	Presupuesto total (Epoca seca, precio promedio de venta de Lps 2.12/lb).....	86
13.	Presupuesto total (Epoca lluviosa, precio promedio de venta de Lps 3.52/lb).....	87
14.	Presupuesto parcial (Epoca seca, precio promedio de venta de Lps 2.12/lb).....	88
15.	Presupuesto parcial (Epoca lluviosa, precio promedio de venta de Lps 3.52/lb).....	89
16.	Análisis de dominancia (Epoca seca, precio promedio de venta de Lps 2.12/lb).....	90
17.	Análisis de dominancia (Epoca lluviosa, precio promedio de venta de Lps 3.52/lb).....	90

## 1. INTRODUCCION

El tomate es una planta perenne de porte arbustivo que se cultiva como anual. Puede desarrollarse de forma rastrera, semierecta o erecta; el crecimiento es limitado en las variedades determinadas e ilimitado en las indeterminadas. La ramificación es generalmente simpodial, con lo que los ejes sucesivos se desarrollan a partir de la yema axilar del eje precedente y la yema terminal da lugar a la inflorescencia o a ramas abortivas. Las hojas son compuestas, imparipinadas con 7 a 9 foliolos (Nuez, 1995). Su flor es perfecta, presentándose en racimos de 4-12 flores según el cultivar. El fruto es una baya, variando en forma y color. Puede ser cuadrado, oval, aperado, redondo y por su color se clasifica en rojo, amarillo, escarlata y naranja para las especies cultivadas (Montes, 1990).

La manipulación para la hibridización se facilita dado el tamaño de las flores, esto junto con el alto rendimiento de semillas permite la producción en gran escala de semilla híbrida. Estos cruces presentan aumento en el vigor, rápido desarrollo de combinaciones de características deseables, en especial resistencia a enfermedades regidas por genes dominantes, todo lo cual ha propiciado que en los últimos años los híbridos alcancen una rápida difusión (Nuez, 1995).

De la diversidad de hortalizas de follaje y fruto que se explotan en Centro América, el tomate es la más importante, tanto por la superficie de siembra (21,000ha/año) como por el valor de la producción que supera los US\$50 millones. Este cultivo genera una alta entrada de divisas, emplea gran cantidad de mano de obra y promueve actividad económica por el monto de insumos y horas hombre dedicadas a su producción, mercadeo y agroindustria. Asimismo, tiene un considerable valor nutricional, siendo una fuente de vitaminas y minerales, con un consumo per cápita diario de 30 g por habitante (CATIE, 1990).

El creciente interés por la salud y los productos naturales obtenidos con tecnologías limpias, ha elevado la demanda de hortalizas, particularmente la de tomate. La preocupación por mantenerse sano se manifiesta no solo en la naturaleza física del producto, afecta también los sistemas de producción. No se admite la utilización de factores que puedan suponer un riesgo al conjunto del entorno ambiental, el empleo de alternativas respetuosas a la naturaleza, se configuran como los nuevos modelos de la demanda de alimentos (Nuez, 1995).

Recientemente se han llevado a cabo una serie de investigaciones y avances para el aumento de la producción. Una de las técnicas que más se está estudiando y

desarrollando es el cambio del cultivo en suelo por el cultivo sin suelo, o sobre sustrato (HortoinFormación, 1995).

La inestabilidad en los precios y la competitividad del mercado ha conducido a los productores a reexaminar los costos y beneficios de las prácticas culturales. En 1988 y 1989 se realizaron estudios para determinar si una variación en el espaciamiento y/o en el momento de la poda causa reducción en los costos, aumento en la producción y mejora el retorno neto (Davis y Estes, 1993).

## **1.1 OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la productividad y rentabilidad de la producción de tomate en bolsas bajo invernadero en las condiciones de Zamorano.

## **1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Estimar el nivel de adaptación de un cultivar indeterminado y un semideterminado al sistema de producción en bolsa.
- Evaluar la variación en rendimiento causada por el medio donde se desarrolló la planta.
- Determinar la relación entre susceptibilidad a plagas y enfermedades, y el medio de crecimiento.
- Conocer el paquete de producción con mejor comportamiento hortícola y económico.

## **1.3 JUSTIFICACION**

Los resultados de este estudio fueron el inicio de un programa encaminado a la búsqueda de sistemas alternativos de producción hortícola en invernaderos tipo macrotúnel en Zamorano. Se pretendió lograr un paquete que incorpore una serie de cambios acordes a la tecnología disponible y que resuelva los problemas presentes.

## **1.4 LIMITACIONES**

De diversa índole:

- Humanas: primera vez que se experimentó con sustratos alternativos, por lo que se desconocía el comportamiento y manejo adecuado del cultivo bajo estas condiciones. Los registros de insumos que se llevan en el campo contaron con deficiencias en cuanto uniformidad y claridad.
- Infraestructura: el invernadero no contó con las instalaciones necesarias para un aprovechamiento máximo de los insumos y prácticas. Lo que más afectó fue la carencia de malla antiviral.
- Presupuesto: el recurso económico fue restringido.

- Ambiente: influyó en los materiales disponibles para la elaboración de los medios y en el desarrollo de las plantas.

## **2. REVISION DE LITERATURA**

### **2.1 ADAPTACION AL CULTIVO PROTEGIDO**

Los cultivos al aire libre persisten en una extensión cada vez más reducida por falta de una buena productividad, envejecimiento prematuro de la planta y rozamiento de los frutos. No existen diferencias significativas en las producciones entre un cultivo bajo malla y plástico, pero si de ambas modalidades respecto a un cultivo al aire libre (Tabares, 1992).

De los invernaderos muy ligeros se ha ido pasando a estructuras más estables con polietilenos térmicos y de larga duración . El objetivo original, que pretendía alargar el ciclo productivo adelantando o atrasando las cosechas, se ha superado. Con estas estructuras se mejora también la producción, alcanzándose rendimientos de tomate superiores a 100 t/ha. Se ha impulsado el desarrollo de nuevos cultivares adaptados a condiciones ambientales adversas tales como baja luminosidad y frío o calor en sus efectos negativos sobre el cuajado (Nuez, 1995).

### **2.2 ALTERNATIVAS PARA TRATAMIENTOS DE SUELO**

La fumigación del suelo con bromuro de metilo, usada desde 1940, puede ser vista como una técnica de desinfestación, un tratamiento para controlar un amplio espectro de plagas antes de la siembra. Existen desventajas que han llevado a restricciones en su uso: puede ocurrir contaminación del agua en zonas con manto freático alto, elevada toxicidad y volatilidad, reducción de la biodiversidad en el suelo, contaminación del aire, problemas en la eliminación del plástico usado para contener el fumigante durante el tratamiento (Pesticide Action Network North America, 1995).

En la década de 1981 a 1991, Holanda y Alemania eliminaron completamente su uso como fumigante del suelo integrando alternativas no químicas, como técnicas mejoradas de la esterilización con vapor, uso de sustratos de crecimiento artificiales y naturales, uso de variedades resistentes y rotación de cultivos (Pesticide Action Network North America, 1995).

#### **2.2.1 Vapor**

Bajo condiciones apropiadas, la pasteurización del 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 (Pesticide Action Network North America, 1995). Floricultores en Colombia usan el vapor de agua con calderas y tuberías enterradas, para controlar *Fusarium oxysporum* y *Phialophora cinerescens* (Nivia, 1997).

Los tratamientos con vapor artesanal mantienen las poblaciones de nemátodos fitoparasíticos (*Meloidogyne*, *Helicotylenchus*) reducidas a su mínima expresión sin que pudieran causar problemas en los semilleros de plantas de tomate, además de tener un excelente control de malezas (Solís *et al.*, 1999).

### 2.3 SUSTRATOS HORTICOLAS Y CULTIVOS SIN SUELO

El término **sustrato** se aplica en Horticultura a todo material sólido distinto del suelo, natural o de síntesis, mineral u orgánico, que, colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite que se ancle el sistema radicular, desempeñando el papel de soporte para la planta. El sustrato puede intervenir o no en el proceso de la nutrición vegetal (Abad y Martínez, 1995).

Los avances en la aplicación de los materiales plásticos ha permitido el fácil y barato envasado en sacos o contenedores, facilitando su transporte y utilización. Necesita inevitablemente la utilización del riego por goteo (HortoinFormación, 1995).

En los suelos existe un riesgo de contaminación, que aumenta conforme el tiempo y la repetición de los cultivos, lo que no suele ocurrir con los sustratos. La propagación de las infecciones en las unidades de cultivo aisladas es más lenta que en el suelo. Las desinfecciones, son mucho más caras y menos eficientes en el suelo (HortoinFormación, 1995).

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 (HortoinFormación, 1995).

Otras razones causantes del uso progresivo de sustratos son: la necesidad de transportar las plantas de un lugar a otro y la existencia de factores limitantes para la continuidad de los cultivos intensivos en el suelo natural, en especial salinización y agotamiento de los suelos agrícolas (Abad y Martínez, 1995).

La perlita y la lana de roca han demostrado ser factibles, seguros, rentables y altamente productivos. Los problemas ambientales planteados por la eliminación de los residuos de esos materiales transformados o tratados, una vez finalizada su vida útil, despiertan el interés por sustitutos biodegradables y no contaminantes. Con el objeto de proceder a la transformación ecológica y al reciclado de los materiales de desecho, numerosos residuos y subproductos agrícolas, industriales y urbanos (paja de cereales, casulla de arroz y

compost entre otros) son utilizados con éxito como constituyentes de los medios de cultivo de las plantas (Abad y Martínez, 1995).

### **2.3.1 Uso de compost en cultivos sin suelo**

La expansión de los cultivos sin suelo ha provocado un aumento en la demanda de medios de crecimiento. Existe interés en encontrar materiales con bajo costo y que puedan ser reciclados por varios ciclos, además de que se puedan desechar sin causar contaminación. El compost proveniente de la corteza de árboles y de lodo de alcantarillas es un buen sustituto a la turba en concentraciones del 25-50% en la siembra de tomate y pepino. De hecho, posee las características físicas y químicas para el cultivo en bolsas (Pinamonti *et al.*, 1997).

## **2.4 HIBRIDOS DE TOMATE**

La mayoría de cultivares para cultivo intensivo son híbridos F<sub>1</sub> entre líneas bastante estudiadas, alto rendimiento y uniformidad. La ventaja esencial es la capacidad de cuajar en condiciones de estrés, mejorando y estabilizando los rendimientos. Además, se pueden acumular resistencias a varias enfermedades. Sin embargo, no puede multiplicarse por semillas, ya que segregarian parte de sus cualidades, el agricultor se ve obligado a comprar la semilla cada vez que la quiera utilizar (Nuez, 1995).

La introducción del gen "Long Shelf Life", así como diversas resistencias, aplicando nuevas técnicas de hibridaciones, han traído mejoras sustanciales. La presencia de variedades poseedoras de tal gen ha permitido lograr una fruta que mantiene características de gran firmeza y color. Si bien el significativo grosor de las paredes confieren gran consistencia, reduce la masa gelatinosa con el consiguiente detrimento del sabor (Tabares, 1992).

## **2.5 NUTRICION**

La absorción de los elementos nutritivos, durante los dos primeros meses es muy escasa, incrementándose a partir del primer cuajado de fruto. Las extracciones pueden variar según la variedad cultivada y el rendimiento obtenido, en función de las técnicas de cultivo empleadas (Fernández, 1995).

Nitrógeno (N) aplicado en exceso produce fruto blando, menor riqueza en azúcares, retraso en la maduración y menor tiempo de conservación. El fósforo (P) juega un gran papel en el desarrollo radicular y sobre todo en la floración. La firmeza de la piel está regulada por el potasio (K), que contribuye también a mejorar la calidad del tomate (Fernández, 1995).

## 2.6 ENTUTORADO

Aunque el tomate es una planta herbácea en la etapa inicial de crecimiento, el tallo se lignifica parcialmente en las etapas siguientes, pero la debilidad del cuello exige el empleo de soportes o tutores, salvo en cultivares enanos (Nisen *et al.*, 1990). El empleo de entutorado mejora cualitativamente el fruto, evita competencia lumínica, mejora la aireación y facilita los tratamientos fitosanitarios (Tabares, 1992).

Además del sistema holandés (hilo vertical), el más extendido en invernaderos, y el inglés (amarrado en V), existe el danés (“Hook Layering”) que posee las características de gran longevidad y alta productividad, con el inconveniente de aumentar la mano de obra y la necesidad de un amarrado bajo (Tabares, 1992).

## 2.7 PODA

La planta madura de tomate consta de hojas iniciadas en el meristema apical (hojas verdaderas o principales) y en meristemas axilares (hojas axilares). La proporción entre éstas ejerce influencia en la producción. Un gran número de hojas axilares durante el crecimiento vegetativo retrasa el inicio de la fase reproductiva. Como consecuencia, los frutos de estas plantas son más pequeños que en aquellas donde se ha realizado poda (Decoteau, 1990).

Los costos de producción, tiempo de cosecha, peso y tamaño del fruto pueden ser manipulados mediante el distanciamiento entre hileras y la poda. Buenos retornos se obtienen gracias a: precocidad en la producción, entrando en el mercado cuando los precios son altos y grandes volúmenes de fruta grande y extra grande (Davis y Estes, 1993).

Cosechas precoces se logran con un espaciamiento entre plantas menor o igual a 46cm y una poda temprana. Si la poda se retrasa y los brotes son mayores de 10cm, el trabajo se dificulta, requiriéndose más mano de obra (Davis y Estes, 1993).

## 2.8 GEMINIVIRUS

Los virus comprenden un enorme grupo de patógenos con características muy diversas, capaces de afectar a todos los seres vivos. Su forma más simple posee un solo tipo de ácido nucleico, el cual es la parte infecciosa de la partícula viral, y una o más proteínas que lo recubren. En los virus más evolucionados, existen además lípidos y estructuras más complejas. El descubrimiento de los geminivirus fue muy importante en la virología, debido a las características particulares de éstos. Morfológicamente todos los virus de plantas están caracterizados por poseer partículas isométricas o alargadas, conteniendo una cadena sencilla de ARN. La existencia de partículas casi isométricas formando parejas es un caso excepcional; hasta ahora presentes solo en plantas. Las características morfológicas y químicas tan especiales, hicieron que en 1979 se considerara a los geminivirus como un nuevo grupo de virus (Lastra, 1992).

El diagnóstico de las enfermedades inducidas por los geminivirus es algo complejo, debido a las características propias del grupo. El no ser transmisibles con facilidad mediante la inoculación mecánica, dificulta el aislamiento para estudios en laboratorio (Lastra, 1992).

### **2.8.1 Mosca blanca**

Se conocen como moscas blancas a los insectos de la familia Aleyrodidae, orden Homóptera, con 1156 especies. En América Central se han detectado cerca de 30 especies, de las que *Bemisia tabaci* (Gennadius) es la más importante plaga directa y vector de virus en varios cultivos. La especie puede completar su ciclo de vida en 506 especies dentro de 74 familias de plantas cultivadas y silvestres (Guharay y Salguero, 1993).

La taxonomía de *B. tabaci* ha sido difícil de reconciliar debido a la plasticidad de sus características morfológicas claves, las cuales pueden variar para adaptarse a la planta hospedante (Polston y Anderson, 1997).

La relación de *B. tabaci* con los geminivirus es del tipo persistente-circulativo, lo que significa que las partículas virales adquiridas por el insecto durante su alimentación circulan dentro de su cuerpo, pasando del intestino a la hemolinfa, hasta llegar a las glándulas salivales. Al alimentarse una mosca infectiva en una planta sana, inocula junto con su saliva las partículas virales, colocándolas en el sistema vascular donde se multiplican (Lastra, 1992).

Los adultos son vectores muy eficientes, son capaces de adquirir el virus de una planta sana al alimentarse por apenas cuatro horas. Después de un periodo de latencia, entre cuatro y veinte horas, está en capacidad de transmitir los geminivirus en forma intermitente por un periodo de diez días. Es importante señalar que los geminivirus no se transmiten transovariamente, es decir, de la madre a su prole (Lastra, 1992).

### **2.8.2 Distribución y expansión**

El primer reporte de daño en tomate causado por geminivirus ocurrió en Brasil en 1960, donde del 30-40% de las plantaciones se vieron afectadas con una "clorosis infecciosa" (Flores *et al.*, 1960). El responsable se identificó luego como virus del mosaico dorado del tomate (TGMV) (Matyis *et al.*, 1975).

Desde finales de 1980 la mayoría de zonas de producción de tomate en Florida, el Caribe, México, América Central, Venezuela y Brasil han tenido ataques de geminivirus transmitidos por mosca blanca, provocando consecuencias económicas devastadoras en la industria. Esto los ha convertido en el grupo principal de patógenos de vegetales en el trópico y subtropical del Hemisferio Oeste (Polston y Anderson, 1997).

### 2.8.3 Etiología

Las plantaciones de tomate en América son afectadas por 17 geminivirus. La severidad del ataque está en relación con el virus, cultivar, edad de la planta al momento de la infección y condiciones ambientales. Los síntomas abarcan combinaciones de: mosaico amarillo brillante, moteado clorótico, márgenes cloróticos en las hojas, enrollamiento foliar, distorsión de hojas, reducción del tamaño de hojas, achaparramiento y abscisión floral (Polston y Anderson, 1997).

La técnica de detección y diagnóstico viral más reciente, es conocida como "PCR" (Polymerase Chain Reaction). Consiste en una reacción en cadena que amplifica un segmento de ADN en presencia de una polimerasa (Taq) de ADN que resiste altas temperaturas, imprimidores ("primers") para indicar la reacción, y los cuatro nucleótidos (dNTPs) para formar el segmento deseado del ácido nucleico viral (Morales, 1993).

### 2.8.4 Reporte de Honduras

Las moscas blancas, especialmente *Bemisia tabaci*, han estado presentes en varios cultivos en el país desde hace mucho tiempo. Hasta fines de 1980 se les consideró plaga secundaria, aunque su control fue necesario en cultivos y épocas específicas. En 1989 se convirtieron plagas claves (Caballero y Rueda, 1992).

En el valle de Comayagua anualmente se siembran 770ha de tomate; por problema de virosis transmitido por *B. tabaci*, se reduce en más del 70% la producción. En cultivos con alta tecnología las pérdidas son del 30%. El último ataque arrasó con 462ha, 60% del área sembrada, con un valor de \$4, 600,000 (Caballero y Rueda, 1992).

Caracterizaciones moleculares revelan la existencia de tres virus en Honduras: virus del enrollamiento severo de hojas/Honduras (ToSLCV//HN), virus moteado del tomate-Honduras1 (ToMoV-HN1) y virus moteado del tomate-Honduras2 (ToMoV-HN2). En algunos casos hay infecciones combinadas de ToMoV-HN1 y ToSLCV//HN, y ToMoV-HN1 y ToMoV-HN2 (Nakhla *et al.*, 1998).

### 2.8.5 Manejo

Debe basarse en la reducción de mosca blanca, y si es posible de los inóculos de virus. El uso de insecticidas y el empleo de variedades resistentes son las tácticas implementadas con mayor frecuencia en la protección de cultivos. El TYLCV es al único geminivirus al que se ha podido desarrollar cultivares resistentes (Polston y Anderson, 1997). Algunos de éstos: Fiona F<sub>1</sub> (=E437), Jackal F<sub>1</sub> (=E438)(Sluis and Groot), Big Strike F<sub>1</sub> (GSN Semences), Top 21 F<sub>1</sub> (Clause), Tyking F<sub>1</sub>, Tydal F<sub>1</sub>, Tyger F<sub>1</sub>, Tygold F<sub>1</sub>, Tycoon F<sub>1</sub>, Tymoor F<sub>1</sub> (Royal Sluis) y Saria (PetoSeed) (Laterrot, 1993).

## **2.9 ENFERMEDADES**

### **2.9.1 *Fusarium* sp.**

Capaz de causar pérdidas severas en los cultivos susceptibles cuando la temperatura del suelo es superior a 28°C. Los síntomas empiezan con un amarillamiento de las hojas más viejas, color que luego se extiende. En el tallo se observa necrosis vascular café en forma de anillo. La infección marchita y mata a las plántulas. Las plantas viejas pueden marchitarse y morir, aunque por lo general muestran achaparramiento, amarillamiento de hojas inferiores, marchitez de hojas y tallos jóvenes, defoliación, necrosis marginal de hojas y por último, muere. La mejor medida de control es sembrar cultivares resistentes (Cruz *et al.*, 1998).

### **2.9.2 *Pseudomonas corrugata* Roberts y Scarlett**

Responsable de la médula negra. Favorecida por una alimentación nitrogenada excesiva, las plantas enfermas son a menudo muy vigorosas (bastante vegetación y tallos gruesos). Se manifiesta con mayor frecuencia en cultivos bajo cubierta y en los cultivados al aire libre en tiempo nublado y húmedo. No existe medio eficaz para combatirla; por lo que se aconseja controlar la fertilización, evitar exceso de humedad y eliminar las plantas muy afectadas o muertas (Blancard, 1992).

### **2.9.3 *Pseudomonas solanacearum* Smith**

Causa la marchitez bacterial. Esta bacteria es endémica de áreas tropicales y subtropicales, constituyendo uno de los principales obstáculos de la producción. Rapidez de marchitamiento, ausencia de clorosis y la no pudrición de la médula en etapas intermedias de desarrollo, son las características del ataque que se presenta entre la fase de 5-8 hojas y al inicio de la cosecha. La forma más eficaz y barata de manejo es el uso de cultivares resistentes. El combate cultural es errático en condiciones del trópico húmedo ya que en estas condiciones la bacteria persiste en el suelo desnudo por largos períodos (CATIE, 1990).

### **2.9.4 *Rhizoctonia solani* Kuhn, *Pythium* sp. y *Phytophthora* sp.**

Provocan la secadera de plántulas o "damping off". Hay reducción del número de plantas, uniformidad, desarrollo y rendimiento del cultivo. El tejido del tallo en la línea de suelo se torna blando y acuoso. Después que la planta alcanza cierta altura, la parte interna del tallo es más leñosa, por lo que se producen áreas hundidas de color café o negro cerca de la superficie del suelo. La esterilización del suelo de los almácigos o invernaderos es importante para obtener plantas sanas (Cruz *et al.*, 1998).

### **2.9.5 *Alternaria solani* (Ellis et Martin) Soraver**

En la región centroamericana hay pérdidas económicas por la disminución en la producción, los costos de control y amplia diseminación del tizón temprano. Aparece en forma de manchas foliares irregulares constituídas por anillos concéntricos. El daño físico o por insectos facilita la entrada del hongo. La enfermedad inicia en las hojas inferiores y, de acuerdo a las condiciones ambientales, progresa hacia el follaje superior. Un ataque fuerte presenta defoliación, disminución del área fotosintética y frutos con quemaduras. Se controla con semilla tratada o por aspersiones con fungicidas (CATIE, 1990).

## **2.10 INSECTOS**

### **2.10.1 *Liriomyza* sp.**

Los daños originados por los adultos, al alimentarse y realizar la puesta, no tienen trascendencia en el tomate, aunque en ocasiones estas heridas favorecen la instalación de hongos de evolución aérea. Las larvas realizan galerías sinuosas situadas en los espacios internerviales del limbo. Si el ataque es intenso los folíolos se desecan, reduciéndose la capacidad fotosintética (Nuez, 1995). Es difícil de controlar una vez que está presente en poblaciones altas, tanto por su resistencia como por su hábito de minador que lo protege de las aspersiones. Los insecticidas de amplio espectro eliminan sus enemigos naturales y es común que su densidad aumente después de una aplicación (CATIE, 1990).

### **2.10.2 *Spodoptera* sp.**

Se les conoce como gusanos soldados, atacan el follaje y frutos. Cortan plántulas, consumen hojas, y hacen excavaciones grandes pero superficiales en los frutos. Debe monitorearse semanalmente desde el momento que se establece la plantación, examinando las hojas y buscando oviposiciones o larvas (CATIE, 1990).

## **2.11 DAÑOS AL FRUTO**

### **2.11.1 Necrosis apical (Blossom-end rot)**

Conocido también como necrosis apical. Se inicia con lesiones café claro con contenido de agua, con el tiempo se tornan negras con aspecto de cuero. Por lo general aparece en la parte baja del fruto, en el cual la maduración es acelerada (Jones *et al.*, 1993). Este síntoma está ligado a: falta de calcio a nivel de fruto (carencia verdadera o inducida), técnica de riego, falta o exceso de agua, condiciones agroclimáticas (exceso de salinidad, exceso de N, mala preparación del suelo), ataques de parásitos telúricos que atacan las raíces, variedades sensibles (Blancard, 1992).

## 2.11.2 Deformaciones

**2.11.2.1 Cicatriz estilar leñosa (Catface).** Bastante frecuente en variedades precoces (bajo cubierta y al aire libre) que encuentran condiciones desfavorables durante la floración y cuajado (Blancard, 1992). Los frutos presentan cicatrices alargadas y hoyos en la parte baja. Causado por baja temperatura, poda y altos niveles de N (Jones *et al.*, 1993).

**2.11.2.2 Hendidura de crecimiento.** Plantas poco vigorosas con follaje reducido, así como las variedades de fruto grande son más susceptibles. Período de sequía seguido por uno de humedad, aportaciones irregulares de agua y aumento brusco de temperatura son condiciones óptimas para la presencia de deformación (Cruz *et al.*, 1998).

**2.11.2.3 Epidermis ásperas (Russetting).** Se observa en los hombros o en la mitad superior del fruto. Causado por desbalance hídrico o sobredosisificación de plaguicidas (Cruz *et al.*, 1998).

**2.11.2.4 Varias.** Frutos demasiado acostillados u ondulados, huecos, apezonados, deformes, amamelonados provocados por fitotoxicidad de herbicidas en las plantas (Blancard, 1992).

## 2.11.3 Enfermedades

**2.11.3.1 Pared gris (Blotchy ripening/ Gray wall).** Se manifiesta como tejido necrótico negro o café oscuro en las paredes del fruto. Por lo general, sólo las paredes exteriores son afectadas. La necrosis causa hundimiento y coloración gris en la superficie. Existen evidencias de que el virus del mosaico del tabaco (TMV), falta de luminosidad, suelo compactado y exceso de humedad lo promueven (Jones *et al.*, 1993).

### 3. MATERIALES Y METODOS

El esquema de la metodología se indica en la Figura 2.

#### 3.1 UBICACIÓN

El experimento se realizó en el invernadero “F” de Zona III, manejado por la Zamoempresa de Cultivos Intensivos, ubicado en el Valle del Río Yeguaré, Departamento de Francisco Morazán, Honduras. Latitud 14° Norte y 87° Oeste, 800 msnm; con una precipitación media anual de 1100 mm y una temperatura media anual de 26.5°C. El Valle del Yeguaré está catalogado por el Sistema de Clasificación de Zonas de Vida de Holdrige como bosque seco subtropical (bs-str).

#### 3.2 INVERNADERO

Invernadero tipo macrotúnel ubicado de este a oeste, cubierto con polietileno transparente, 84 m de largo y 9.85 m de ancho, para un área total de 827 m<sup>2</sup>. Parte frontal y trasera cubierta por un sarán al 50%, al igual que las secciones laterales el primer metro desde la base. Presenta manto freático superficial y gradiente de pendiente hacia el este, lo cual dificulta el drenaje y causa problemas de anegamiento.

#### 3.2 MEDIOS PREPARADOS

Compuestos por la mezcla de compost, casulla de arroz quemada y arena en diferentes proporciones medidas en porcentaje del volumen:

**Sustrato 1.** 58:34:8.

**Sustrato 2.** 38:50:12.

Antes de hacer el volumen total de medio, se realizó una mezcla representativa de cada sustrato tomándose como muestra a analizar. El análisis mostró niveles altos de K, que provoca la indisponibilidad de Ca y Mg; por lo que se decidió recurrir a aplicar estos microelementos en forma foliar (Anexo 2).

El compost procedió de la Sección de Postcosecha, la cantidad de los ingredientes empleados en su elaboración varía a lo largo del año dependiendo de la disponibilidad de materia prima. La casulla se quemó para evitar problemas de fijación de N durante la descomposición. La arena se cernió a través de una malla metálica con un calibre de 1.1 cm<sup>2</sup>.

Funciones de los ingredientes:

- Compost: materia orgánica, nutrimentos, sostén y retención de agua.
- Casulla de arroz: porosidad y volumen.
- Arena: drenaje y aireación.

Luego de la elaboración, se procedió a pasteurizar el medio durante tres horas a 70°C en la caldera de la Zamoempresa de Lácteos y Cárnicos. La pasteurización tuvo como objetivo matar microorganismos patógenos y semillas de malezas.

### **3.2.1 Bolsas**

Las bolsas plásticas eran negras, perforadas y con una capacidad de 0.017 m<sup>3</sup> (22.5 cm x 44 cm). Se llenaron con medio hasta una altura de una pulgada abajo del borde superior, las puntas inferiores se metieron para que tuviera base ovalada y por ende mayor estabilidad. Se emplastaron las camas donde iban bolsas para evitar el pase de las raíces hacia el suelo.

## **3.3 MANEJO**

### **3.3.1 Preparación del suelo**

Volteo del suelo mediante arado, seguido por dos pases de rastra para deshacer terrones y nivelar. Se surcó a 0.75 m de separación entre centro de surco. Previo al transplante se tomó una muestra compuesta de diez submuestras, recolectadas al azar a una profundidad de 0.30 m. Tomando en cuenta los resultados, se decidió no aplicar fertilización básica al tratamiento que usó el suelo nativo como medio de crecimiento (Anexo 2).

### **3.3.2 Sistema de riego**

Por el empleo de bolsas se recurrió al riego localizado mediante microtubos de 0.60 m de longitud, separados 0.45 m, uno por planta, y una descarga prosustrato de 3 lph según el aforo efectuado. Un día antes del transplante se regó hasta capacidad de campo.

### **3.3.3 Siembra y transplante**

El 6 de septiembre de 1999 se sembraron para cada variedad, Galileo (PETOSEED) y EF-52 (ASGROW), cinco bandejas con capacidad de 200 pilones cada una. El transplante se efectuó 18 días después, adelantándose tres días a lo previsto debido a las altas temperaturas.

La distancia entre plantas fue de 0.45 m en ocho camas efectivas, con una densidad de 19,500 plantas por hectárea. Al terminar la labor, se regó y se aplicó Volatón granulado como preventivo contra cortador. Durante la primer semana después del transplante se repusieron las plantas muertas con el objetivo de conseguir la densidad planeada.

### 3.3.4 Nutrición

Fertiriego con Nitrógeno a una dosis de 7.4 kg/ha empleando urea (46%N), semanalmente los primeros veinte días después del transplante, dos veces por semana hasta el final de cosecha. El 15 de octubre, floreció el 50% de las plantas, empezó la fertilización foliar usando Poliquel Calcio (10%Ca, 1%Mg) 5.8 kg/ha. Se aplicó en forma foliar 20-20-20 (0.9 kg/ha) y Calcio-Boro (2.2 kg/ha).

**Cuadro 1.** Programa de aplicaciones foliares (una aplicación semanal).

Semana después del transplante	Producto
2	20-20-20
3	Poliquel Calcio
5	20-20-20
7	20-20-20
8	Poliquel Calcio
10	Poliquel Calcio
12	Poliquel Calcio
13	Calcio-Boro
14	Poliquel Calcio
14	Calcio-Boro

Para determinar los niveles de absorción de nutrientes se recolectaron 15 pedúnculos por muestra a los 25, 59 y 116 días posteriores al transplante. Primer análisis global; segundo por variedad; tercero por tratamiento (Anexo 3). También se muestreó el sustrato en cada tratamiento y variedad 14 días antes de la última cosecha (Anexo 2).

### 3.3.5 Entutorado

Por los resultados de Romero (1999), se usó el tutorado en T. En sustrato de dos hileras se colocaron postes de 3 m de altura enterrados 0.50 m, distanciados 6 m entre ellos. Como se manejó suelo y bolsa en una misma hilera, se clavaron dos reglas de 1 m, separadas verticalmente 0.40 m en la parte superior del poste. Esto se realizó con la finalidad de que la altura del sistema de tutoreo no afectase los resultados; quedando a 2.10 m de la base de la planta en los dos sistemas. En los extremos de las reglas se colocó alambre No.10 a lo largo de toda la cama, se tensó con templadores de 3/8 de pulgada colocados en el poste inicial, sustrato y final de hilera. Estos postes se aseguraron con un pie de amigo de 3 m, a excepción del poste sustrato en el que se pusieron dos.

Del alambre colgaban pedazos de cabuya con una longitud de 1.5 veces la altura de la T, a 0.45 cm entre ellos. Siete días después del transplante empezó el tutoreo, sujetando la cinta plástica por sustrato de una argolla alrededor de la base de la planta. Conforme el desarrollo de la planta, se iba enrollando de manera tal que siempre se mantuviera erecta. A partir de diciembre (90 ddt) plantas de la variedad Galileo sobrepasaron la altura del poste, dificultando las labores de tutoreo, poda y cosecha.

### 3.3.6 Poda

La poda vegetativa a un solo eje consistió en la eliminación temprana y periódica de los brotes axilares, dejando la yema apical. Empezó 20 días después del transplante realizándose dos veces por semana los primeros quince días; luego una sola vez, hasta llegar a la última cosecha. En la variedad EF-52 se tuvo dificultad debido al hábito de crecimiento y al estrés por poda que causó enrollamiento de hojas.

### 3.3.7 Criterio de riego

El medio 2, el más poroso, funcionó como indicador. Evaluación de la humedad a 0.3m de profundidad, conforme ésto se determinó cuándo regar.

### 3.3.8 Control de malezas

**3.3.8.1 Bolsas.** Realización de una deshierba manual en la que se encontró camotillo (*Impomoea purpurea*) y verdolaga (*Portulaca oleracea*), predominando el primero. Se aplicó Gramoxone (Paraquat) en el suelo entre las hileras, ya que el plástico no cubrió esta sección.

**3.3.8.2 Suelo.** Bajo el criterio de mantener el cultivo libre de malezas, se deshierbó con azadón cada vez que fue necesario.

### 3.3.9 Control fitosanitario

Se llevaron a cabo monitoreos constantes de plagas y enfermedades, manteniendo siempre un criterio de nivel crítico antes de las aplicaciones. Con el fin de determinar los agentes causantes de daño se llevaron muestras al Centro de Inventario Agroecológico y Diagnóstico (Carrera Ciencia y Producción, Sección Protección Vegetal) (Anexo 4).

Los primeros quince días en el campo definitivo atacó minador, “damping off” y *Phytophthora* sp. Se eliminaron las hojas verdaderas uno y dos por presentar galerías con larvas de minador (método de control cultural). La mortalidad por “damping off” existió en todos los tratamientos. Comparado con las bolsas, el suelo tuvo mayor tendencia a presentar *Pseudomonas corrugata*, *Pseudomonas solanacearum* y *Fusarium* como patógeno obligado.

Aparecieron plantas con síntomas de ataque de geminivirus: encolochamiento de las hojas, mosaico, clorosis, moteado, ampollamiento en el haz de las hojas y marchitamiento en general, síntomas que se expandieron por todo el invernadero, siendo más notorios en los últimos bloques (Anexo 5). Por esta razón se eliminó la repetición cuatro y 113 plantas de la tres (34%).

**Cuadro 2.** Aplicaciones semanales contra plagas y enfermedades.

Semana	Problema fitosanitario	Producto aplicado
1	Preventivo contra cortador <i>Phytophthora</i> sp. "Damping off"	Volatón granulado (Foxim) Acrobat (Manzate) •Benlate (Benomil)
2	Minador ( <i>Lyriomyza</i> sp.)	Vydate-L (Oxamil) Manzate 80WP (Mancozeb) Vertimec (Abamectina) Talstar 10EC (Biferentrin)
	Mosca blanca ( <i>Bemisia tabaci</i> )	Talstar 10EC (Biferentrin)
3	Mosca blanca ( <i>Bemisia tabaci</i> )	Evisect (Tiociclam)
4	Minador ( <i>Lyriomyza</i> sp.)	Evisect (Tiociclam)
	Mosca blanca ( <i>Bemisia tabaci</i> )	Thiodan (Endosulfan) Manzate 80WP (Mancozeb) Vydate-L (Oxamil) Evisect (Tiociclam)
	<i>Fusarium</i> sp.	Agrymicin 16.5WP (Estreptomycin)
5	Mosca blanca ( <i>Bemisia tabaci</i> )	Confidor 70WG (Imidacloprid)
	Preventivo contra hongos	Manzate 80WP (Mancozeb)
6	Minador ( <i>Lyriomyza</i> sp.)	Evisect (Tiociclam)
7	Preventivo contra hongos	Manzate 80WP (Mancozeb)
	<i>Spodoptera</i> sp.	Lannate (Metomil) Manzate 80WP (Mancozeb)
9	Preventivo contra hongos	Manzate 80WP (Mancozeb)
11	Bacterias	•Agrymicin 16.5WP (Estreptomycin)
12	Preventivo contra hongos	Manzate 80WP (Mancozeb)
	<i>Spodoptera</i> sp.	Lannate (Metomil)
13	Preventivo contra hongos	Manzate 80WP (Mancozeb)
14	<i>Spodoptera</i> sp.	Lannate (Metomil)
		Talstar 10EC (Biferentrin)

• No se aplicó en bolsas

### 3.3.10 Cosecha

Duró 61 días, del día 70 al 131 después del transplante, realizándose preferiblemente por la mañana según ocurría maduración. Se decidió dejar de tomar datos de las cosechas porque el fruto presentó tamaño muy pequeño; sin embargo, se estimó el peso de lo que quedó en

campo. La estimación se hizo contando el número de frutos en diez plantas para sacar un prosustrato, se multiplicó por el peso prosustrato en la última cosecha y según la densidad existente se extrapoló a una hectárea.

### **3.4 DISEÑO EXPERIMENTAL**

Inicialmente se tenía previsto trabajar con parcelas divididas en cuatro bloques distribuidos completamente al azar, por el ataque severo de geminivirus quedó un diseño factorial 2x3 en tres bloques y dos repeticiones por bloque. Los componentes fueron:

#### **3.4.1 Drenaje**

El invernadero se dividió en tres bloques para remover el efecto de la gradiente de pendiente. El primer bloque tuvo un área de 20.91 m<sup>2</sup> y los otros dos 20.01 m<sup>2</sup>, dejando una separación de 0.45 m entre éstos.

#### **3.4.2 Variedad**

Se emplearon dos variedades: Galileo (PETOSEED) de hábito de crecimiento indeterminado y EF-52 (ASGROW), semideterminado. La distribución por variedad se hizo en secciones longitudinales equitativas.

#### **3.4.3 Medio**

Se evaluaron tres medios de cultivo: sustrato 1, sustrato 2 y suelo. Los sustratos estuvieron en bolsas.

### **3.5 UNIDAD EXPERIMENTAL**

Consistió en una parcela con cinco camas, cuatro útiles y una muerta al centro, 28 plantas totales y un área de 15.67 m<sup>2</sup> (2.46 m de ancho y 6.37 m de largo); a excepción de las primeras del drenaje uno que midieron 17.88 m<sup>2</sup> ( 0.9 m adicionales en longitud por efecto de borde). Se dejó un metro libre al inicio del invernadero y 0.45 m entre unidades experimentales. Toda la parcela se consideró en el estudio debido al daño que causó el geminivirus.

Cada unidad experimental presentó una combinación de las variables de estudio: drenaje, variedad y medio.

### 3.6 TOMA DE DATOS

#### 3.6.1 Etapa vegetativa

- Altura promedio a la primera inflorescencia (centímetros y número de nudos): medido a diez plantas por unidad experimental.

#### 3.6.2 Etapa reproductiva

- Cuaje (porcentaje): en una inflorescencia marcada se contó el número de flores y 21 días después los frutos con un diámetro mayor o igual a 2.54 cm. Entre cada marcación se dejó un lapso de un mes. Observación hecha en cinco plantas por unidad experimental.

#### 3.6.3 Etapa de cosecha

Recolección de frutos en estado pintón y maduro. Se pesó con balanza romana con capacidad de 30 lb, la unidad mínima de medida fue la onza. Para cada parcela se tomó:

- Número de frutos totales.
- Peso total (kg).
- Número de frutos no comerciales.
- Peso de frutos no comerciales (kg).
- Clasificación de frutos no comerciales.
- Peso de frutos no comerciales según cada tipo de clasificación (kg).
- Diámetro y altura del fruto (cm): se midió con Pie de Rey graduado en décimas de pulgada. Utilizados para determinar la forma por medio de la relación altura/diámetro:
  - <1 achatada.
  - =1 redonda.
  - >1 alargada.
- Por diferencia entre total y no comercial se obtuvo el número y peso (kg) comerciales.

Por variedad y tipo de sustrato:

- Grados Brix: con refractómetro.
- Número de lóculos.
- Grosor de la pared (cm): mediante Pie de Rey graduado en décimas de pulgada.
- Grosor de la pared entre lóculos: se midió con Pie de Rey graduado en décimas de pulgada.
- Consistencia: usando la escala para la firmeza de los frutos detallada en el Cuadro 3.

**Cuadro 3.** Escala de clasificación para la firmeza del fruto.

Puntuación	Clase	Base de descripción	
		Resistencia a la compresión con los dedos	Características de corte
9	Muy duro	El fruto no cede ante una presión importante.	No hay pérdidas de jugo o semillas cuando se corta.
7	Duro	El fruto cede, sólo un poco, ante una presión importante.	No hay pérdidas de jugo o semillas cuando se corta.
5	Firme	El fruto cede un poco ante una presión moderada.	Se separan algunas gotas de jugo y/o semillas al realizar el corte.
3	Blando	El fruto cede fácilmente con una ligera presión.	Se desprende algo de jugo y/o semillas al realizar el corte.
1	Muy blando	El fruto cede muy fácilmente con una ligera presión.	Se separa la mayor parte del jugo y de las semillas al realizar el corte.

Fuente: Kader y Morris (1976), citado por Nuez (1995).

**3.6.3.1 Clasificación de frutos no comerciales.** Para fines de análisis se agruparon en cuatro categorías según la causa:

- **Deficiencia de calcio:**  
Blossom-End Rot.
- **Deformaciones:**  
Catface.  
Russeting .  
Hendidura de crecimiento.  
Amamelonado.  
Gemelos.
- **Enfermedades e insectos:**  
Blotchy Ripening.  
Fruit Pox.  
*Pseudomonas* sp.  
*Spodoptera* sp.
- **Tamaño:** diámetro menor de 2.54 cm.

### 3.6.4 Datos económicos

- Precio de venta en la época seca y la lluviosa (Lps/lb): se recolectó de 1999 para sacar un promedio con el que se trabajó.
- Costo de la mano de obra (Lps/hr).
- Costo de insumos.

### 3.6.5 Otros datos

- Número de plantas: se contó al inicio, 15 días antes de cosecha, 15 y 45 días después.
- Grado de ataque de virosis: evaluación de la sintomatología visual de ataque de geminivirus, 0 representó la ausencia y 5 la manifestación máxima. Se realizó en diez plantas por parcela; 15 días antes del inicio de cosecha, 15 y 45 días después.
- Mortalidad por *Pseudomonas* sp. y “damping off”.

## 3.7 ANALISIS ESTADISTICO

### 3.7.1 Variables agronómicas

El paquete estadístico utilizado para el análisis fue el “Statistical Analysis System” (SAS®) versión 6.12.

La metodología en la elaboración de análisis de varianza univariado (ANDEVA) se detalla en el flujograma (Figura 1).

Cuando la covariable geminivirus se consideró y resultó significativa, se ajustó al modelo lineal:

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \alpha_j + (\tau\alpha)_{ij} + \beta_k + (\tau\alpha\beta)_{ijk} + \gamma + \varepsilon_{ijk}.$$

En donde:

- $Y_{ijk}$  = valor de la variable dependiente para la variedad  $i$ , medio  $j$ , drenaje  $k$ .
- $\mu$  = media general del experimento.
- $\tau_i$  = efecto de la variedad  $i$ .
- $\alpha_j$  = efecto del medio  $j$ .
- $\tau\alpha_{ij}$  = efecto de la interacción entre la variedad  $i$  y el medio  $j$ .
- $\beta_k$  = efecto del drenaje  $k$ .
- $\tau\alpha\beta_{ijk}$  = efecto de la interacción entre la variedad  $i$ , medio  $j$  y drenaje  $k$ .
- $\gamma$  = efecto de la covariable geminivirus.
- $\varepsilon_{ijk}$  = efecto del error experimental para la variedad  $i$ , medio  $j$  y drenaje  $k$ .

Si la covariable no resultó significativa o no se consideró, se ajustó a:

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \alpha_j + (\tau\alpha)_{ij} + \beta_k + (\tau\alpha\beta)_{ijk} + \varepsilon_{ijk}.$$

En donde:

- $Y_{ijk}$  = valor de la variable dependiente para la variedad  $i$ , medio  $j$ , drenaje  $k$ .
- $\mu$  = media general del experimento.
- $\tau_i$  = efecto de la variedad  $i$ .
- $\alpha_j$  = efecto del medio  $j$ .
- $\tau\alpha_{ij}$  = efecto de la interacción entre la variedad  $i$  y el medio  $j$ .
- $\beta_k$  = efecto del drenaje  $k$ .
- $\tau\alpha\beta_{ijk}$  = efecto de la interacción entre la variedad  $i$ , medio  $j$  y drenaje  $k$ .
- $\varepsilon_{ijk}$  = efecto del error experimental para la variedad  $i$ , medio  $j$  y drenaje  $k$ .

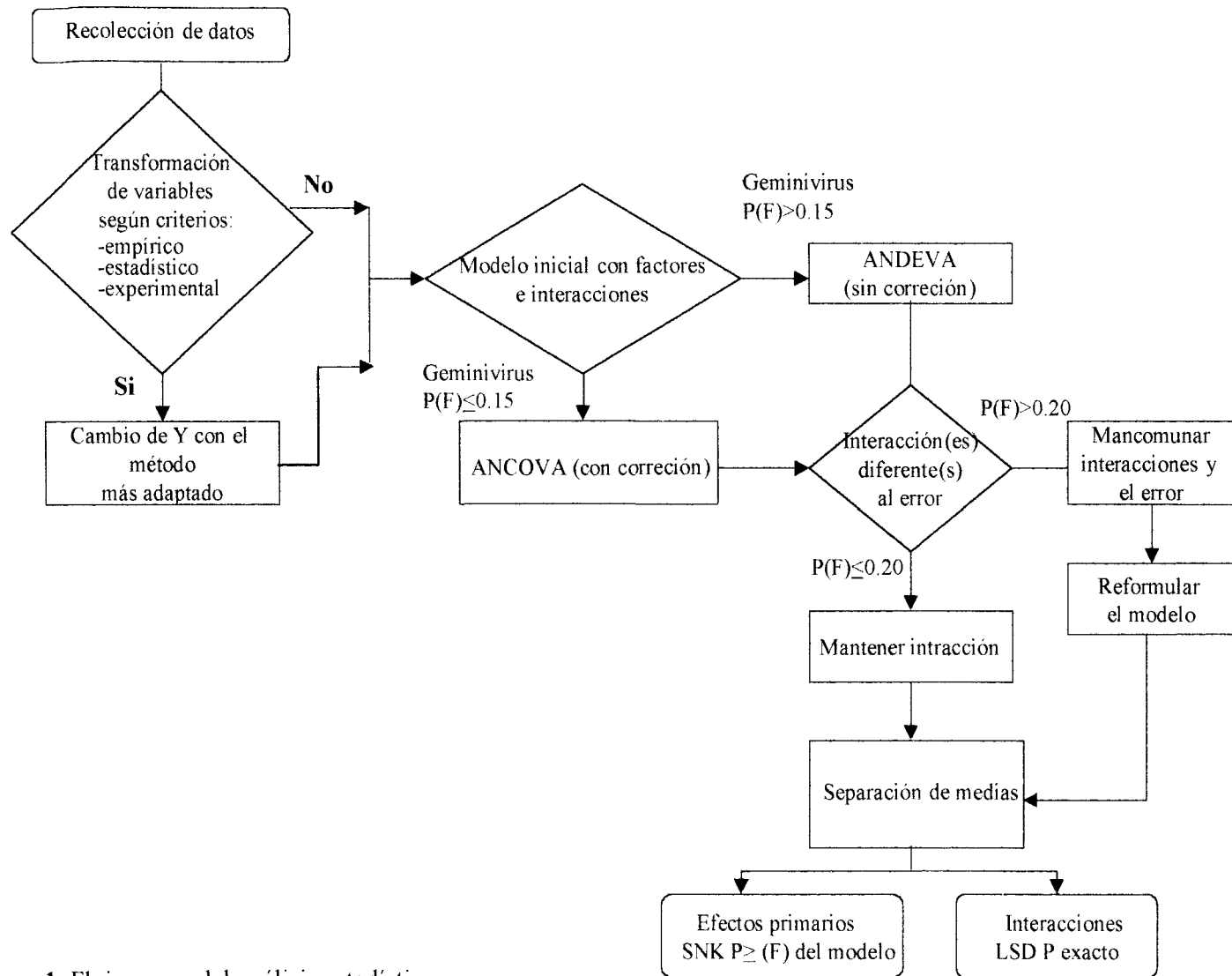


Figura 1. Flujograma del análisis estadístico.

Hipótesis:

**H<sub>0</sub>:** no existen diferencias significativas entre variedades y/o medios de cultivo en la variable analizada.

**H<sub>A</sub>:** existen diferencias significativas entre variedades y/o medios de cultivo en la variable analizada.

El número de frutos totales y comerciales de las primeras tres cosechas se estimó por medio de regresión ya que este valor se tomó desde la cuarta.

### 3.7.2 Variables económicas

Se siguieron los pasos para calcular el presupuesto parcial en cada tratamiento según la metodología del CIMMYT (1988):

- El análisis económico se efectuó con los resultados combinados de las unidades experimentales con igual tratamiento.
- Se calculó el rendimiento sustrato de todas las parcelas con el mismo tratamiento. Como existió suficiente evidencia de que las diferencias en rendimiento se debieron a los tratamientos, se desarrolló el presupuesto parcial completo.
- Se ajustó el rendimiento hacia abajo porque el rendimiento experimental logrado y el que se obtendrá a nivel comercial diferirá por: (Cuadro 4).

**Manejo:** se realizaron las actividades en forma más oportuna que lo normal.

**Tamaño de la parcela:** las parcelas pequeñas son más uniformes que las grandes.

**Fecha de cosecha:** se cosechó en el momento que el fruto estaba pintón o maduro, no se dejó sobre madurar.

- Se calculó el ingreso bruto.
- Se calculó el ingreso neto.

**Cuadro 4.** Estimación del ajuste requerido para el rendimiento.

<b>Factor</b>	<b>Ponderación</b>
Manejo	0.10
Tamaño de la parcela	0.05
Fecha de cosecha	0.05
<b>Total</b>	<b>0.20</b>

Las variables obtenidas para la evaluación económica se detallan en el cuadro 5.

**Cuadro 5.** Variables económicas, abreviaturas y orígenes.

Variable	Abreviatura	Origen
Ingreso bruto (Lps/ha)	IB	Producción comercial total x Precio de venta
Costos de producción	Co	Registros contables
Ingreso neto	IN	IB-Co
Relación beneficio/costo (%)	RBC	(IN/Co)100
Tasa de retorno marginal (%)	TRM	( $\Delta$ IN/ $\Delta$ Co)100

La única variable que se analizó en forma estadística fue el ingreso neto por ser la de mayor interés al momento de ver la diferencia entre medios y variedades. Se trabajó con los costos relacionados con los insumos comprados, mano de obra y la maquinaria, que varían de un tratamiento a otro.

El modelo ajustado fue:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \alpha_j + (\tau\alpha)_{ij} + \varepsilon_{ij}.$$

En donde:

- $Y_{ij}$  = valor de la variable dependiente para la variedad  $i$  y medio  $j$ .
- $\mu$  = media general del experimento.
- $\tau_i$  = efecto de la variedad  $i$ .
- $\alpha_j$  = efecto del medio  $j$ .
- $\tau\alpha_{ij}$  = efecto de la interacción entre la variedad  $i$  y el medio  $j$ .
- $\varepsilon_{ij}$  = efecto del error experimental para la variedad  $i$  y medio  $j$ .

Hipótesis:

- $H_0$ :** no existen diferencias significativas entre variedades y/o medios de cultivo en la variable analizada.
- $H_A$ :** existen diferencias significativas entre variedades y/o medios de cultivo en la variable analizada.

### 3.8 ANALISIS ECONOMICO

Se basó en la metodología del CIMMYT (1988) que consta de:

- **Análisis de dominancia.** Se ordenaron los tratamientos en orden ascendente según los costos variables. El que tuvo ingresos netos menores o iguales a uno con costos más bajos resultó dominado.
- **Tasa de retorno marginal mínima.** Por estar recomendando una tecnología nueva que requiere la adquisición de nuevas habilidades, se fijó como mínimo el 17%.
- **Análisis de retornos mínimos.** Para tener mayor información sobre la variabilidad de los retornos al emplear un sistema de producción, se compararon los ingresos netos de cada tratamiento no dominado.
- **Análisis de sensibilidad.** Se hizo el análisis marginal con precios de venta, costos totales y producción para alcanzar la rentabilidad mínima.

Los filtros utilizados para la elección de la mejor opción fueron:

- Relación beneficio sobre costos:  $\geq 20\%$  anual (fijado por el empresario).
- Análisis de dominancia.
- Tasa de retorno marginal:  $\geq 17\%$  (fijado por el empresario).

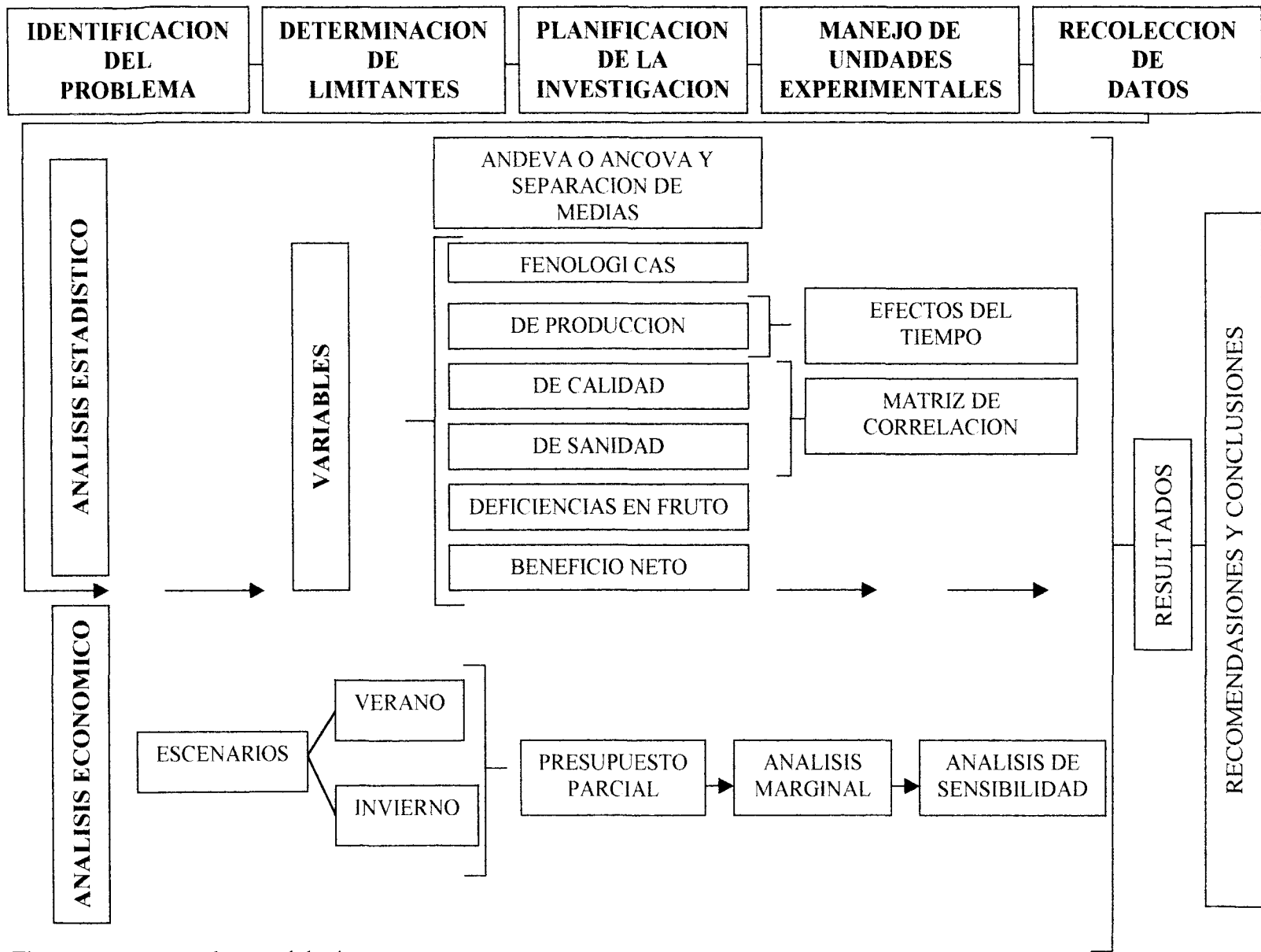


Figura 2. Esquema de metodología

## 4. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1 ANALISIS ESTADISTICO

Para mayor facilidad se agruparon variables con características similares: etapa en la que se presentan, clasificación de la producción, calidad de fruto, anomalías en el fruto y sanitarias. Además se realizó en la parte económica.

#### 4.1.1 Transformación de datos

Consideración de tres tipos de criterios:

- empíricos: coeficiente de variación alto o coeficiente de determinación bajo.
- estadísticos: valores pequeños, muchos ceros o porcentajes.
- experimentales: conocimientos del comportamiento de las variables en el campo.

Se hizo según la metodología mencionada por Locatelli y Peterser (1975), similar a la de Box y Cox con la diferencia de que trabaja con promedios (Cuadro 6).

**Cuadro 6.** Relaciones para establecer el método de transformación de variables.

Varianza muestral/promedio	Transformación
<1	$\sqrt{x}$ ; $\sqrt{(x+k)}$
$\approx 1$	$\log x$ ; $\log(x+k)$
>1	$\arcsen \sqrt{x}$ ; $\arcsen \sqrt{(x+k)}$

Siguiendo los pasos anteriores, las variables que requirieron de transformación fueron: porcentaje de cuaje, grados brix, grosor de la pared externa y grosor del septo o pared radial.

#### 4.1.2 Variables fenológicas

La covariable geminivirus sólo se consideró en la variable porcentaje de cuaje, en donde se trabajó con una evaluación correspondiente al momento de la toma de datos. Sin embargo, su efecto resultó no significativo, debido posiblemente a que se presentó por igual en todos los tratamientos. Para la altura a la primera inflorescencia (nudo y cm) no se tomó en cuenta debido a que todavía no se observaba en el campo.

**Cuadro 7.** Resultados del análisis de varianza (ANDEVA), niveles de significancia y determinación.

Fuente de variación	Variables		
	APIN	APICM	PC
Medio	0.52	0.58	0.02
Drenaje	0.91	0.11	0.003
Variedad	0.0001	0.0001	0.0001
Tiempo	nc	nc	0.0001
Drenaje*Variedad	ns	ns	0.0001
Covariable geminivirus	nc	nc	ns
<b>Modelo:</b>			
<b>P(F)</b>	0.006	0.0001	0.0001
<b>R<sup>2</sup></b>	0.40	0.60	0.30
<b>CV%</b>	6.24	8.04	55.95

APIN= altura primera inflorescencia (nudo).

nc= no considerado.

APICM= altura primera inflorescencia (cm).

ns= no significativo.

PC= porcentaje de cuaje.

**4.1.2.1 Altura a la primera inflorescencia (número de nudo).** El Cuadro 7 muestra que el medio y drenaje no tuvieron diferencia significativa ( $P > 0.50$ ), pudiéndose deber a que es una variable controlada genéticamente, suposición que confirma la significancia de la variedad ( $P = 0.0001$ ). En la separación de medias (Cuadro 8) las plantas EF-52 florecieron casi un nudo más abajo ( $P \leq 0.0006$ ), debido quizás al hábito de crecimiento semideterminado de éstas.

**Cuadro 8.** Influencia de la variedad en la altura a la primera inflorescencia (nudo) (Método SNK).

Variedad	Variedad	EF-52
	Medias	
Galileo	9.00	0.78 ( $\leq 0.0006$ )

(Nivel de significación)

**4.1.2.2 Altura a la primera inflorescencia (cm).** Se encontró diferencia significativa a nivel de variedad ( $P = 0.0001$ ), no así en medio ni drenaje (Cuadro 7). La aparición de la primera inflorescencia entre los 40-55 cm confirma lo encontrado por Rayo (1999) en un ensayo con diez cultivares de tomate de mesa en la zona. La variedad EF-52 presentó floración casi ocho centímetros antes que la Galileo (Cuadro 9).

**Cuadro 9.** Influencia de la variedad en la altura a la primera inflorescencia (cm) (Método SNK).

	<b>Variedad</b>	<b>EF-52</b>
<b>Variedad</b>	<b>Medias</b>	42.61
<b>Galileo</b>	50.50	7.89 ( $\leq 0.0006$ )

(Nivel de significación)

**4.1.2.3 Porcentaje de cuaje.** Por criterios empíricos, estadísticos y experimentales se transformó la variable, se recurrió a la transformación  $\arcsen\sqrt{x}$ . Existieron diferencias significativas a nivel de medio ( $P=0.02$ ), drenaje ( $P=0.003$ ), variedad (0.0001), tiempo (0.0001) y la interacción drenaje\*variedad (0.0001) (Cuadro 7). El sustrato 2 tuvo 18% más cuaje comparado con el suelo (Cuadro 10), efecto que pudo provocarse por el mejor drenaje además de que este sustrato funcionó como indicador de riego.

**Cuadro 10.** Influencia del medio en el porcentaje de cuaje (Método SNK).

	<b>Medio</b>	<b>Suelo</b>	<b>Sustrato 2</b>
<b>Medio</b>	<b>Medias</b>	0.66	0.78
<b>Sustrato 1</b>	0.71	0.05 (ns)	0.07 (ns)
<b>Sustrato 2</b>	0.78	0.12 ( $\leq 0.05$ )	

ns= no significativo.

(Nivel de significación)

La variedad Galileo tuvo un cuaje mayor en un 88%, en EF-52 quizás la aborción de flores es una medida de autoregulación y concentración de nutrientes en pocos frutos grandes (Cuadro 11).

**Cuadro 11.** Influencia de la variedad en el porcentaje de cuaje (Método SNK).

	<b>Variedad</b>	<b>EF-52</b>
<b>Variedad</b>	<b>Medias</b>	0.49
<b>Galileo</b>	0.92	0.43 ( $\leq 0.0006$ )

(Nivel de significación)

La disminución del porcentaje de cuaje conforme avanza el tiempo es similar a la reportada por Romero (1999), teniendo una reducción mayor (32%) del día 118 al 139 después de iniciada la floración (Cuadro 12). Lo que lleva a pensar que entre más alejada de la raíz esté la inflorescencia, menor es la cantidad de nutrientes que le llegan, efecto que se ve favorecido por la pérdida de energía y vigor de la planta a lo largo del ciclo.

**Cuadro 12.** Influencia del tiempo en el porcentaje de cuaje (Método SNK).

	<b>Tiempo</b>	<b>Tiempo 3</b>	<b>Tiempo 2</b>
<b>Tiempo</b>	<b>Medias</b>		
<b>Tiempo 1</b>	0.78	0.59 0.19 ( $\leq 0.0006$ )	0.75 0.03 (ns)
<b>Tiempo 2</b>	0.75	0.16 (ns)	

Tiempo 1= 84 días después del trasplante.

Tiempo 2= 118 días después del trasplante.

Tiempo 3= 139 días después del trasplante.

ns= no significativo.

(Nivel de significación)

#### 4.1.3 Variables de producción

Se trabajó con promedio ponderado del grado de ataque de geminivirus, dando peso del 60% a la primera observación y 40% a la última. Los frutos no se contaron en las primeras tres cosechas, por lo que se recurrió a estimarlos mediante regresión (Anexo 6). La forma del fruto en las dos variedades fue alargada a lo largo de toda la cosecha.

**4.1.3.1 Rendimiento total.** Se encontró diferencia significativa en drenaje ( $P=0.02$ ) (Anexo 7).

**4.1.3.2 Número total de frutos.** Se encontraron diferencias significativas en medio ( $P=0.04$ ), variedad ( $P=0.0001$ ) y bloque\*variedad ( $P=0.08$ ) (Anexo 7). Los sustratos rindieron más frutos totales que el suelo: sustrato 2, 24% y sustrato 1, 18% (Cuadro 13). Menor incidencia de patógenos del medio y mayor absorción de macronutrientes por la planta pudieron causar este resultado.

**Cuadro 13.** Influencia del medio en el número total de frutos (miles/ha) (Método SNK).

	<b>Medio</b>	<b>Suelo</b>	<b>Sustrato 2</b>
<b>Medio</b>	<b>Medias</b>		
<b>Sustrato 1</b>	480.24	408.26 71.98 ( $\leq 0.10$ )	505.96 25.72 (ns)
<b>Sustrato 2</b>	505.96	97.70 ( $\leq 0.04$ )	

ns= no significativo.

Galileo rindió 156% más que EF-52, posiblemente se debe a la diferencia de tamaño de fruto entre variedades (Cuadro 14).

**Cuadro 14.** Influencia de la variedad en el número total de frutos (miles/ha) (Método SNK).

	<b>Variedad</b>	<b>EF-52</b>
<b>Variedad</b>	<b>Medias</b>	261.03
<b>Galileo</b>	668.61	407.58 ( $\leq 0.0006$ )

(Nivel de significación)

**4.1.3.3 Peso promedio del total de frutos.** Diferencias significativas existieron en drenaje ( $P=0.08$ ), variedad ( $P=0.0001$ ) y medio\*variedad ( $P=0.04$ ) (Anexo 7).

En EF-52 se obtuvieron frutos 54% más pesados que en Galileo. Se puede decir que entre mayor sea la producción, menor será el peso promedio por fruto (Cuadro 15).

**Cuadro 15.** Influencia de la variedad en el peso promedio del total de frutos (g) (Método SNK).

	<b>Variedad</b>	<b>EF-52</b>
<b>Variedad</b>	<b>Medias</b>	187.78
<b>Galileo</b>	86.11	101.67 ( $\leq 0.0006$ )

(Nivel de significación)

En relación a la Tesis de Romero (1999), en la producción en suelo el peso promedio aumentó en las dos variedades: Galileo 76% y EF-52 41% (Cuadro 16), pese al ataque de geminivirus. Posiblemente la incorporación de fertilizaciones foliares con Calcio y Mg como práctica en el cultivo contribuye al crecimiento del fruto.

El uso de sustrato provocó aumento peso promedio de fruto EF-52, cambio que no varía entre sustratos. La variedad Galileo no tuvo respuesta al medio de crecimiento (Cuadro 16).

**Cuadro 16.** Influencia del medio\*variedad en el peso promedio del total de frutos (g) (Método LSD).

	Tratamiento	GS	ES	G2	E2	G1
	<b>Medias Ajustadas</b>	96.17	143.50	85.50	203.33	76.67
<b>E1</b>	216.50	120.33 (0.0001)	73.00 (0.007)	131.00 (0.0001)	13.17 (0.60)	139.83 (0.0001)
<b>G1</b>	76.67	19.50 (0.44)	66.83 (0.01)	8.83 (0.72)	126.66 (0.0001)	
<b>E2</b>	203.33	107.16 (0.0002)	59.83 (0.02)	117.83 (0.0001)		
<b>G2</b>	85.50	10.67 (0.67)	58.00 (0.03)			
<b>ES</b>	143.50	47.33 (0.07)				

G1= Galileo, sustrato 1.

E1= EF-52, sustrato 1.

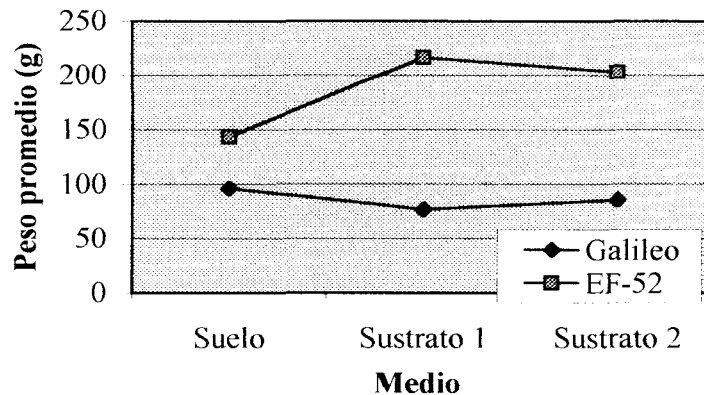
G2= Galileo, sustrato 2.

E2= EF-52, sustrato 2.

GS= Galileo, suelo.

ES= EF-52, suelo.

(Nivel de significación)



**Figura 3.** Influencia del medio\*variedad en el peso promedio del total de frutos (g).

**4.1.3.4 Rendimiento comercial .** Diferencias significativas se encontraron a nivel de drenaje (Anexo 7).

**4.1.3.5 Número de frutos comerciales.** Se hallaron diferencias significativas en variedad ( $P=0.0001$ ) y drenaje\*variedad ( $P=0.07$ ). Al igual que en el rendimiento comercial, el medio no fue significativo ( $P>0.10$ ) (Anexo 7). La variedad Galileo presentó 135% más frutos comerciales (Cuadro 17).

**Cuadro 17.** Influencia de la variedad en el número de frutos comerciales (miles/ha) (Método SNK).

Variedad	Variedad Medias	EF-52
Galileo	457.03	194.41 262.62 ( $\leq 0.0006$ )

(Nivel de significación)

**4.1.3.6 Peso promedio de frutos comerciales.** Hubieron diferencias significativas en variedad ( $P=0.0001$ ) (Anexo 7). La variedad EF-52 presentó frutos con peso 45% mayor que Galileo (Cuadro 18).

**Cuadro 18.** Influencia de la variedad en el peso promedio de frutos comerciales (g) (Método SNK).

Variedad	Variedad Medias	EF-52
Galileo	106.67	194.89 88.22 ( $\leq 0.0006$ )

(Nivel de significación)

**4.1.3.7 Rendimiento no comercial.** Se encontraron diferencias significativas en medio ( $P=0.006$ ), drenaje ( $P=0.004$ ), variedad ( $P=0.002$ ), drenaje\*variedad ( $P=0.005$ ) y la covariable geminivirus ( $P=0.08$ ) (Anexo 7). Los sustratos presentaron mayor rendimiento no comercial que el suelo; sustrato 1 56% y sustrato 2 53% (Cuadro 19). El hecho de que el sustrato 1 tuvo el mayor desbalance entre las relaciones de nutrientes puede explicar este resultado (Anexo 2), al igual que el menor contenido de calcio que revela el último análisis foliar (Anexo 3).

**Cuadro 19.** Influencia del medio en el rendimiento no comercial (t/ha) (Método SNK).

Medio	Medio Medias Ajustadas	Suelo	Sustrato 2
Sustrato 1	11.70	7.48 4.22 (0.003)	11.45 0.25 (0.82)
Sustrato 2	11.45	3.97 (0.005)	

(Nivel de significación)

La variedad EF-52 rindió 36% más fruto no comercial; la producción de tomates grandes y por consiguiente de peso mayor, puede ser una razón explicativa (Cuadro 20).

**Cuadro 20.** Influencia de la variedad en el rendimiento no comercial (t/ha) (Método LSD).

	<b>Variedad</b>	<b>EF-52</b>
<b>Variedad</b>	<b>Medias Ajustadas</b>	11.77
<b>Galileo</b>	8.65	3.12 (0.002)

(Nivel de significación)

**4.1.3.8 Número de frutos no comerciales.** Se encontró diferencia significativa en medio ( $P=0.0001$ ), drenaje ( $P=0.05$ ), variedad ( $P=0.0001$ ), medio\*variedad ( $P=0.0001$ ) y covariable geminivirus (0.005) (Anexo 7). El suelo produjo una menor cantidad de frutos no comerciales: 100% menos que el sustrato 1, y 78% menos que el sustrato 2. El menor desbalance nutricional en el suelo pudo influir en este resultado (Cuadro 21).

**Cuadro 21.** Influencia del medio en el número de frutos no comerciales (miles/ha) (Método LSD).

	<b>Medio</b>	<b>Suelo</b>	<b>Sustrato 2</b>
<b>Medio</b>	<b>Medias Ajustadas</b>	87.23	155.57
<b>Sustrato 1</b>	174.50	87.27 (0.0001)	18.93 (0.22)
<b>Sustrato 2</b>	155.57	68.34 (0.0007)	

(Nivel de significación)

La tendencia hacia la producción de fruto pequeño (diámetro  $\leq 2.54$  cm) pudo ser la causante de la mayor cantidad de frutos no comerciales en la variedad Galileo (Cuadro 22).

**Cuadro 22.** Influencia de la variedad en el número de frutos no comerciales (miles/ha) (Método LSD).

	<b>Variedad</b>	<b>EF-52</b>
<b>Variedad</b>	<b>Medias Ajustadas</b>	68.27
<b>Galileo</b>	209.93	141.66 (0.0001)

(Nivel de significación)

El tipo de medio en el que se desarrolló la variedad EF-52 no provocó diferencia en el número de frutos no comerciales; caso contrario a la Galileo, donde la producción en suelo presentó la menor cantidad, seguido por el sustrato 2 y por último el sustrato 1 (Cuadro 23).

**Cuadro 23.** Influencia del medio\*variedad en el número de frutos no comerciales (miles/ha) (Método LSD).

	<b>Tratamiento</b>	<b>GS</b>	<b>ES</b>	<b>G2</b>	<b>E2</b>	<b>G1</b>
<b>Tratamiento</b>	<b>Medias</b>	110.65	63.80	239.10	72.05	280.03
<b>E1</b>	68.96	41.69 (0.07)	5.16 (0.81)	170.14 (0.0001)	3.09 (0.89)	211.07 (0.0001)
<b>G1</b>	280.03	169.38 (0.0001)	216.23 (0.0001)	40.93 (0.07)	207.98 (0.0001)	
<b>E2</b>	72.05	38.60 (0.12)	8.25 (0.71)	167.05 (0.0001)		
<b>G2</b>	239.10	128.45 (0.0001)	175.3 (0.0001)			
<b>ES</b>	63.80	46.85 (0.04)				

G1= Galileo, sustrato 1.

G2= Galileo, sustrato 2.

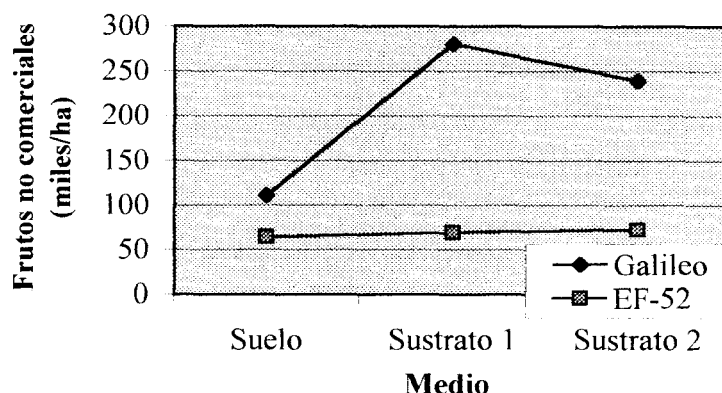
GS= Galileo, suelo.

(Nivel de significación)

E1= EF-52, sustrato 1.

E2= EF-52, sustrato 2.

ES= EF-52, suelo.



**Figura 4.** Influencia del medio\*variedad en el número de frutos no comerciales (miles/ha).

**4.1.3.9 Peso promedio de frutos no comerciales.** Hubo diferencia significativa en drenaje ( $P=0.004$ ), variedad ( $P=0.0001$ ), medio\*variedad ( $P=0.004$ ) (Anexo 7). El peso promedio del fruto no comercial de la variedad EF-52 fue el mayor, similar a lo ocurrido en la producción total y comercial (Cuadro 24).

**Cuadro 24.** Influencia de la variedad en el el peso promedio de frutos no comerciales (g) (Método SNK).

	Variedad	EF-52
<b>Variedad</b>	<b>Medias</b>	169.79
<b>Galileo</b>	44.86	124.93 ( $\leq 0.0006$ )

(Nivel de significación)

La producción de EF-52 con sustrato provocó un aumento significartivo del peso del fruto no comercial en comparación con el obtenido en suelo. No obstante, no hubo distinción entre sustrato 1 y sustrato 2. En Galileo, el medio no produjo cambio (Cuadro 25).

**Cuadro 25.** Influencia del medio\*variedad en el peso promedio de frutos no comerciales (g) (Método LSD).

	Tratamiento	GS	ES	G2	E2	G1
Tratamiento	Medias ajustadas	54.90	145.65	40.69	179.67	38.99
E1	184.05	129.15 (0.0001)	38.40 (0.002)	143.36 (0.0001)	4.38 (0.70)	145.06 (0.0001)
G1	38.99	15.91 (0.17)	106.66 (0.0001)	1.70 (0.88)	140.68 (0.0001)	
E2	179.67	124.77 (0.0001)	34.02 (0.005)	138.98 (0.0001)		
G2	40.69	14.21 (0.21)	104.96 (0.0001)			
ES	145.65	90.75 (0.0001)				

G1= Galileo, sustrato 1.

E1= EF-52, sustrato 1.

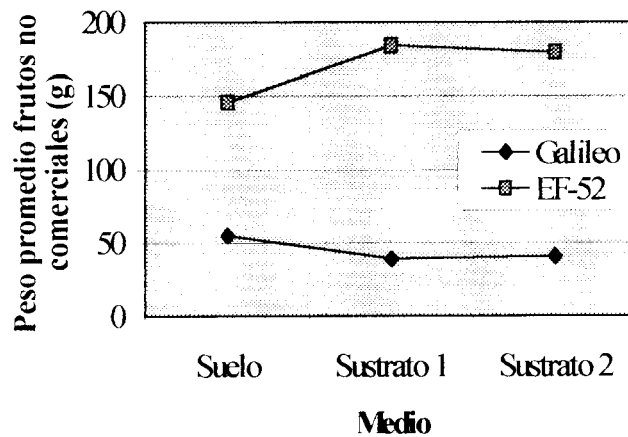
G2= Galileo, sustrato 2.

E2= EF-52, sustrato 2.

GS= Galileo, suelo.

ES= EF-52, suelo.

(Nivel de significación)



**Figura 5.** Influencia del medio\*variedad en el peso promedio de frutos no comerciales (g).

#### 4.1.4 Variables de calidad

La selección de muestras para la toma de datos de estas características se hizo tomando en cuenta únicamente la variedad y medio, razón por la cual no se consideró el efecto del bloque ni la covariable geminivirus.

**Cuadro 26.** Resultados del análisis de varianza (ANDEVA), niveles de significancia y determinación.

Fuente de variación	Variables				
	CON	LOC	GB	GPE	GS
Medio	0.006	0.21	0.008	0.02	0.02
Variedad	0.0001	0.0001	0.001	0.56	0.41
Medio*Variedad	0.006	0.02	0.003	ns	ns
<b>Modelo:</b>					
<b>P(F)</b>	0.0001	0.0001	0.0001	0.03	0.04
<b>R<sup>2</sup></b>	0.66	0.76	0.40	0.14	0.14
<b>CV%</b>	19.40	17.06	7.91	3.19	3.68

CON=consistencia.

LOC =número de lóculos.

GB=grados Brix.

GPE=grosor pared externa (cm).

GS =grosor septo o pared radial (cm).

ns= no significativo.

**4.1.4.1 Consistencia.** Se hallaron diferencias significativas en medio ( $P=0.006$ ), variedad ( $P=0.0001$ ) y medio\*variedad ( $P=0.006$ ) (Cuadro 26). Según Nuez (1995), la consistencia es un factor adicional de aceptación por el consumidor, por lo que se puede decir que en la producción en suelo se obtienen frutos menos apetecidos por el mercado que los producidos en sustrato 1 o sustrato 2 (Cuadro 27).

**Cuadro 27.** Influencia del medio en la consistencia (Método SNK).(Donde 1= muy blando; 9= muy duro).

	Medio	Suelo	Sustrato 2
<b>Medio</b>	<b>Medias</b>	3.60	4.40
<b>Sustrato 1</b>	4.20	0.60 ( $\leq 0.05$ )	0.20 (ns)
<b>Sustrato 2</b>	4.40	0.80 ( $\leq 0.007$ )	

ns= no significativo.

(Nivel de significación)

Cuartero *et al.* (1995) establecen que el ablandamiento en los híbridos de larga duración ocurre más lentamente que en los híbridos comunes y variedades tradicionales. La clasificación firme de la variedad EF-52 en relación a la blanda de Galileo (Cuadro 28), confirma el enunciado anterior.

**Cuadro 28.** Influencia de la variedad en la consistencia (Método SNK). (Donde 1= muy blando; 9= muy duro).

	<b>Variedad</b>	<b>EF-52</b>
<b>Variedad</b>	<b>Medias</b>	5.00
<b>Galileo</b>	3.13	1.87 ( $\leq 0.0006$ )

(Nivel de significación)

La variedad EF-52 respondió según el medio donde creció. Frutos más firmes se obtuvieron en el sustrato 2, seguido por el sustrato 1 y por último el suelo. En las plantas Galileo desarrolladas en diferente medio no se observó cambio significativo en esta característica (Cuadro 29).

**Cuadro 29.** Influencia del medio\*variedad en la consistencia (Método LSD). (Donde 1= muy blando; 9= muy duro).

	<b>Tratamiento</b>	<b>GS</b>	<b>ES</b>	<b>G2</b>	<b>E2</b>	<b>G1</b>
<b>Tratamiento</b>	<b>Medias ajustadas</b>	3.00	4.20	3.00	5.80	3.40
<b>E1</b>	5.00	2.00 (0.0001)	0.80 (0.03)	2.00 (0.0001)	0.80 (0.03)	1.6 (0.0001)
<b>G1</b>	3.40	0.40 (0.26)	0.80 (0.03)	0.40 (0.26)	2.40 (0.0001)	
<b>E2</b>	5.80	2.80 (0.0001)	1.60 (0.0001)	2.80 (0.0001)		
<b>G2</b>	3.00	0.00 (1.00)	1.20 (0.001)			
<b>ES</b>	4.20	1.20 (0.001)				

G1= Galileo, sustrato 1.

G2= Galileo, sustrato 2.

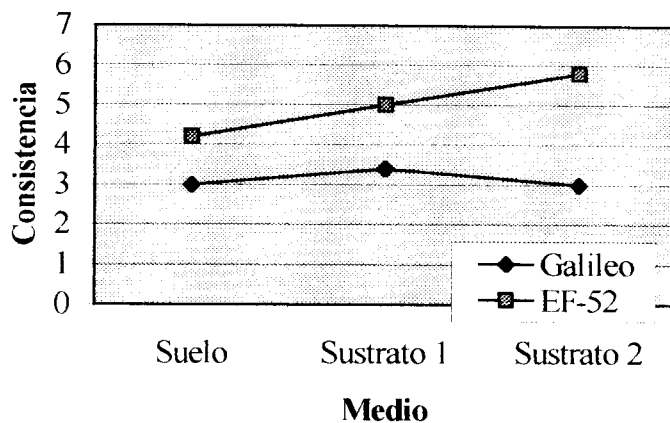
GS= Galileo, suelo.

(Nivel de significación)

E1= EF-52, sustrato 1.

E2= EF-52, sustrato 2.

ES= EF-52, suelo.



**Figura 6.** Influencia del medio\*variedad en la consistencia.

**4.1.4.2 Número de lóculos.** Se encontraron diferencias significativas en variedad ( $P=0.0001$ ) y medio\*variedad ( $P=0.02$ ) (Cuadro 26). Según Nuez (1995), el tamaño del fruto está estrechamente correlacionado con el número de lóculos, los frutos de la variedad EF-52 tuvieron más lóculos y mayor peso que los de Galileo, comprobándose así dicha relación (Cuadro 30).

**Cuadro 30.** Influencia de la variedad en el número de lóculos (Método SNK).

	<b>Variedad</b>	<b>EF-52</b>
<b>Variedad</b>	<b>Medias</b>	4.80
<b>Galileo</b>	2.70	2.10 ( $\leq 0.0006$ )

(Nivel de significación)

Nuez (1995) afirma que se consideran mejores los tomates multiloculares, lo que significa que es preferible sembrar EF-52 en sustrato que en suelo (Cuadro 31).

**Cuadro 31.** Influencia del medio\*variedad en el número de lóculos (Método LSD).

	Tratamiento	GS	ES	G2	E2	G1
Tratamiento	Medias ajustadas	2.90	4.30	2.50	4.90	2.70
E1	5.20	2.30 (0.0001)	0.90 (0.003)	2.70 (0.0001)	0.30 (0.30)	2.50 (0.0001)
G1	2.70	0.20 (0.49)	1.60 (0.0001)	0.20 (0.49)	2.20 (0.0001)	
E2	4.90	2.00 (0.0001)	0.60 (0.04)	2.40 (0.0001)		
G2	2.50	0.40 (0.17)	1.80 (0.0001)			
ES	4.30	1.40 (0.0001)				

G1= Galileo, sustrato 1.

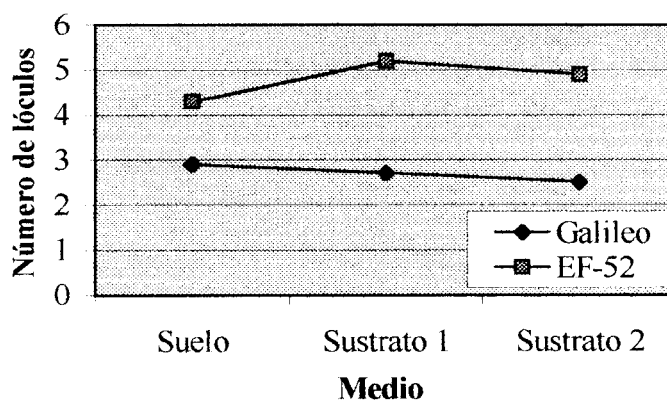
E1= EF-52, sustrato 1.

G2= Galileo, sustrato 2.

E2= EF-52, sustrato 2.

GS= Galileo, suelo.

ES= EF-52, suelo.

**Figura 7.** Influencia del medio\*variedad en el número de lóculos.

**4.1.4.3 Grados Brix.** Por criterios empíricos y estadísticos se transformó la variable, el método empleado fue  $\sqrt{(x+k)}$ . Existieron diferencias significativas en medio ( $P=0.008$ ), variedad ( $P=0.001$ ) y medio\*variedad ( $P=0.003$ ) (Cuadro 26). El cultivo en sustrato produjo frutos con mayor contenido de grados Brix, sin embargo no hubo cambio significativo en esta variable al producir en sustrato 1 o sustrato 2 (Cuadro 32).

**Cuadro 32.** Influencia del medio en grados Brix (Método SNK).

	<b>Medio</b>	<b>Suelo</b>	<b>Sustrato 2</b>
<b>Medio</b>	<b>Medias</b>	2.36	2.56
<b>Sustrato 1</b>	2.47	0.11 ( $\leq 0.10$ )	0.09 (ns)
<b>Sustrato 2</b>	2.56	0.20 ( $\leq 0.008$ )	

ns= no significativo.  
(Nivel de significación)

La variedad EF-52 tuvo menor contenido de sólidos solubles; afirmando el defecto de calidad en cuanto a coloración y sabor mencionado por Nuez (1995) sobre el tipo de híbridos de larga vida comercial (Cuadro 33).

**Cuadro 33.** Influencia de la variedad en grados Brix (Método SNK).

	<b>Variedad</b>	<b>EF-52</b>
<b>Variedad</b>	<b>Medias</b>	2.38
<b>Galileo</b>	2.55	0.17 ( $\leq 0.002$ )

(Nivel de significación)

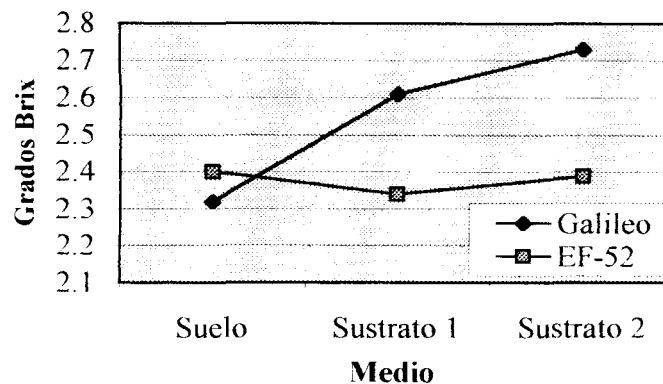
La cantidad de grados Brix en Galileo se elevó al usar sustrato como medio alternativo al suelo, aumentando en mayor cantidad en el sustrato 2; sin embargo, la producción en sustratos no mostró diferencia significativa entre el sustrato 1 y el sustrato 2. La EF-52 no mostró respuesta al cambio de medio ( $P > 0.45$ ) (Cuadro 34).

**Cuadro 34.** Influencia del medio\*variedad en grados Brix (Método LSD).

	Tratamiento	GS	ES	G2	E2	G1
	<b>Medias ajustadas</b>	2.32	2.40	2.73	2.39	2.61
<b>E1</b>	2.34	0.02 (0.81)	0.06 (0.49)	0.39 (0.0001)	0.05 (0.56)	0.27 (0.004)
<b>G1</b>	2.61	0.29 (0.002)	0.21 (0.02)	0.12 (0.16)	0.22 (0.02)	
<b>E2</b>	2.39	0.07 (0.41)	0.01 (0.91)	0.34 (0.0003)		
<b>G2</b>	2.73	0.41 (0.0001)	0.33 (0.0004)			
<b>ES</b>	2.40	0.08 (0.35)				

G1= Galileo, sustrato 1.  
 G2= Galileo, sustrato 2.  
 GS= Galileo, suelo.  
 (Nivel de significación)

E1= EF-52, sustrato 1.  
 E2= EF-52, sustrato 2.  
 ES= EF-52, suelo.

**Figura 8.** Influencia del medio\*variedad en grados Brix.

**4.1.4.4 Grosor de pared externa.** Por criterios empíricos y estadísticos se trabajó con variable transformada, por el tipo de relación se usó  $\sqrt{x+k}$ . Se encontró diferencia significativa en medio ( $P=0.02$ ), no así en variedad ( $P=0.56$ ) (Cuadro 26). Nuez (1995) afirma que el tomate con paredes gruesas posee mejor calidad, por lo que en el cultivo en sustrato 2 en vez del suelo se logró un fruto más competitivo en el mercado (Cuadro 35).

**Cuadro 35.** Influencia del medio en grosor de la pared externa (cm) (Método SNK).

	<b>Medio</b>	<b>Suelo</b>	<b>Sustrato 2</b>
<b>Medio</b>	<b>Medias</b>	1.29	1.32
<b>Sustrato 1</b>	1.30	0.01 (ns)	0.02 (ns)
<b>Sustrato 2</b>	1.32	0.03 ( $\leq 0.02$ )	

ns= no significativo.  
(Nivel de significación)

**4.1.4.5 Grosor del septo o pared radial.** La transformación de la variable se realizó según criterios estadísticos y empíricos, se empleó  $\sqrt{(x+k)}$ . Sólo se encontró diferencia en medio ( $P=0.02$ ) (Cuadro 26). El sustrato 2 produjo frutos con septo más grueso que los obtenidos en el sustrato 1 y el suelo. Entre el sustrato 1 y el suelo no existió cambio en el grosor (Cuadro 36).

**Cuadro 36.** Influencia del medio en el grosor del septo o pared radial (cm) (Método SNK).

	<b>Medio</b>	<b>Suelo</b>	<b>Sustrato 2</b>
<b>Medio</b>	<b>Medias</b>	1.28	1.32
<b>Sustrato 1</b>	1.29	0.01 (ns)	0.03 ( $\leq 0.10$ )
<b>Sustrato 2</b>	1.32	0.04 ( $\leq 0.02$ )	

ns= no significativo.  
(Nivel de significación)

#### 4.1.5 Variables de deficiencias en frutos

Fatores bióticos y abióticos en forma independiente o conjunta producen anomalías o alteraciones en los frutos. La identificación de causas que provocan mayores pérdidas es de interés para realizar esfuerzos para controlarlas o minimizar su efecto en la plantación. Para la covariable geminivirus se tomó un promedio ponderado de las evaluaciones (60% la primera y 40% la última).

**Cuadro 37.** Resultados del análisis de varianza (ANDEVA) o análisis de covarianza (ANCOVA), niveles de significancia y determinación.

FUENTE DE VARIACION	DC	DF	DEI	TF
<b>Medio</b>	0.0001	0.31	0.96	0.0001
<b>Drenaje</b>	0.53	0.26	0.59	0.004
<b>Variedad</b>	0.47	0.0001	0.06	0.0001
<b>Medio*Variedad</b>	0.003	0.04	ns	0.0001
<b>Drenaje*Variedad</b>	ns	0.03	ns	ns
<b>Covariable geminivirus</b>	ns	ns	ns	0.04
<b>Modelo:</b>				
<b>P(F)</b>	0.0001	0.0001	0.45	0.0001
<b>R<sup>2</sup></b>	0.69	0.69	0.14	0.94
<b>CV%</b>	39.00	45.06	74.09	29.28

DC=deficiencia de calcio (kg/ha).

DF=deformaciones (kg/ha).

EI=enfermedades e insectos (kg/ha).

TF =tamaño de fruto ( $\leq 2.54$  cm) (kg/ha).

ns=no significativo

**4.1.5.1 Deficiencia de Ca.** Existieron diferencias significativas en medio ( $P=0.0001$ ) y medio\*variedad ( $P=0.003$ ) (Cuadro 37). En suelo se obtuvo menor pérdida en comparación con los sustratos. El sustrato 2 presentó mayor daño que el sustrato 1, posiblemente por el hecho de que fue el más poroso, llegó a condiciones de estrés hídrico que según Jones *et al.* (1993), favorecen la aparición de esta característica.(Cuadro 38).

**Cuadro 38.** Influencia del medio en pérdidas por deficiencia de Ca (kg/ha) (Método SNK).

	Medio	Suelo	Sustrato 2
<b>Medio</b>	<b>Medias</b>	1,041.40	3,673.00
<b>Sustrato 1</b>	2,950.00	1,908.60 ( $\leq 0.0006$ )	723.00 ( $P \leq 0.10$ )
<b>Sustrato 2</b>	3,673.00	2,631.60 ( $\leq 0.0006$ )	

(Nivel de significación)

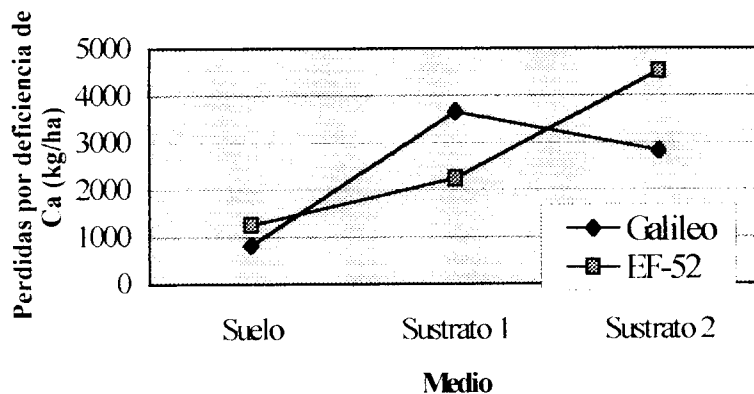
La menor cantidad de fruto con deficiencia de Ca en la variedad EF-52 se obtuvo en la siembra en suelo; comparando los sustratos, en el sustrato 1 hubo menos pérdida que en el sustrato 2. Galileo, no mostró diferencia significativa en el resultado empleando cualquiera de los dos sustratos, pero sí hay disminución de la merma cuando se usó el suelo como medio (Cuadro 39).

**Cuadro 39.** Influencia del medio\*variedad en pérdidas por deficiencia de Ca (kg/ha) (Método LSD).

	Tratamiento	GS	ES	G2	E2	G1
	<b>Medias Ajustadas</b>	828.33	1,254.50	2,821.67	4,524.33	3,653.00
<b>E1</b>	2,247.00	1,418.67 (0.02)	992.50 (0.10)	574.67 (0.33)	2,277.33 (0.0005)	1,406.00 (0.02)
<b>G1</b>	3,653.00	2,824.67 (0.0001)	2,398.50 (0.0003)	831.33 (0.16)	871.33 (0.14)	
<b>E2</b>	4,524.33	3,696.00 (0.0001)	3,269.83 (0.0001)	1,702.66 (0.006)		
<b>G2</b>	2,821.67	1,993.34 (0.002)	1,567.17 (0.01)			
<b>ES</b>	1,254.50	426.17 (0.47)				

G1= Galileo, sustrato 1.  
G2= Galileo, sustrato 2.  
GS= Galileo, suelo.  
(Nivel de significación)

E1= EF-52, sustrato 1.  
E2= EF-52, sustrato 2.  
ES= EF-52, suelo.



**Figura 9.** Influencia del medio\*variedad en pérdidas por deficiencia de Ca (kg/ha).

**4.1.5.2 Deformaciones.** Se encontraron diferencias significativas en variedad ( $P=0.0001$ ) y medio\*variedad ( $P=0.04$ ) (Cuadro 37). La variedad EF-52 posee un hábito de crecimiento semideterminado, por lo que no se recomienda podar vegetativamente. Jones *et al.* (1993) reporta al estrés por poda como uno de los factores que promueven las deformaciones de frutos, lo anterior puede explicar el 172% adicional de deformaciones en esta variedad respecto a Galileo (Cuadro 40).

**Cuadro 40.** Influencia de la variedad en pérdidas por deformaciones (kg/ha) (Método SNK).

	<b>Variedad</b>	<b>EF-52</b>
<b>Variedad</b>	<b>Medias</b>	4,418.30
<b>Galileo</b>	1,623.90	2,794.40 ( $\leq 0.0001$ )

(Nivel de significación)

En la variedad Galileo no ocurrieron diferencias significativas en la cantidad de deformaciones pese al cambio de medio. Para EF-52, el sustrato 2 produjo la mayor pérdida, pero dio igual resultado emplear sustrato 1 o suelo (Cuadro 41).

**Cuadro 41.** Influencia del medio\*variedad en pérdidas por deformaciones (kg/ha) (Método LSD).

	<b>Tratamiento</b>	<b>GS</b>	<b>ES</b>	<b>G2</b>	<b>E2</b>	<b>G1</b>
<b>Tratamiento</b>	<b>Medias ajustadas</b>	1,782.50	3,333.00	1,202.17	5,647.00	1,887.17
<b>E1</b>	4,274.83	2,492.33 (0.004)	941.83 (0.24)	3,072.66 (0.0006)	1,372.17 (0.09)	2,387.66 (0.005)
<b>G1</b>	1,887.17	104.67 (0.90)	1,445.83 (0.08)	685.00 (0.39)	3,759.83 (0.0001)	
<b>E2</b>	5,647.00	3,864.50 (0.0001)	2,314.00 (0.007)	4,444.83 (0.0001)		
<b>G2</b>	1,202.17	580.33 (0.47)	2,130.83 (0.01)			
<b>ES</b>	3,333.00	1,550.50 (0.06)				

G1= Galileo, sustrato 1.

G2= Galileo, sustrato 2.

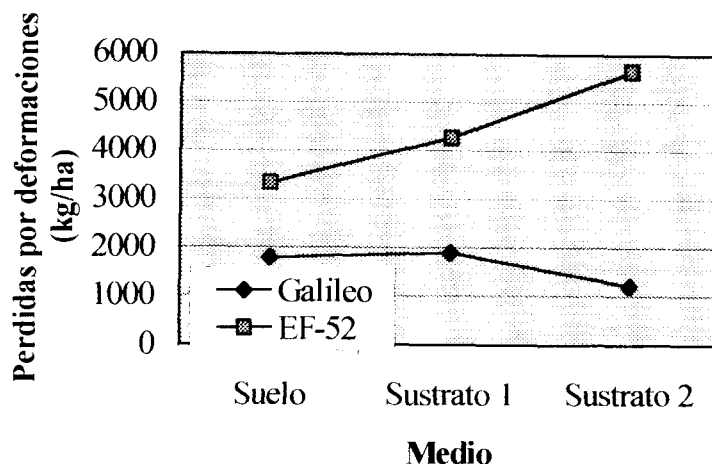
GS= Galileo, suelo.

(Nivel de significación)

E1= EF-52, sustrato 1.

E2= EF-52, sustrato 2.

ES= EF-52, suelo.



**Figura 10.** Influencia del medio\*variedad en pérdidas por deformaciones (kg/ha).

**4.1.5.3 Enfermedades e insectos.** Únicamente se encontró diferencia significativa en variedad ( $P=0.06$ ) (Cuadro 37). Sherf y Macnab (1986), nombran a la baja intensidad lumínica como causa de pared gris (Blotchy Ripening), alteración en el fruto predominante en el ensayo; la variedad EF-52 es más compacta que la Galileo, por lo que llega menos luz a los frutos. Esto pudo favorecer el 63% más de fruto no comercial debido a esta causa (Cuadro 42).

**Cuadro 42.** Influencia de la variedad en pérdidas por enfermedades e insectos en el fruto (kg/ha) (Método SNK).

	Variedad	EF-52
<b>Variedad</b>	<b>Medias</b>	1,076.40
<b>Galileo</b>	661.70	414.70 ( $\leq 0.06$ )

(Nivel de significación)

**4.1.5.4 Tamaño.** Se encontraron diferencias significativas en medio ( $P=0.0001$ ), drenaje ( $P=0.004$ ), variedad ( $P=0.0001$ ), medio\*variedad ( $P=0.0001$ ) y la covariable geminivirus ( $P=0.04$ ) (Cuadro 37). En el suelo se obtuvo la menor pérdida por fruto pequeño. Comparando los sustratos, el sustrato 1 tuvo una producción 18% mayor que el sustrato 2 (Cuadro 43).

**Cuadro 43.** Influencia del medio en pérdidas por tamaño (kg/ha) (Método LSD).

	<b>Medio</b>	<b>Suelo</b>	<b>Sustrato 2</b>
<b>Medio</b>	<b>Medias ajustadas</b>	1,608.42	2,914.32
<b>Sustrato 1</b>	3,446.78	1,838.36 (0.0001)	532.46 (0.09)
<b>Sustrato 2</b>	2,914.32	1,305.90 (0.001)	

(Nivel de significación)

Galileo perdió 328% más frutos por tamaño que EF-52 (Cuadro 44).

**Cuadro 44.** Influencia de la variedad en pérdidas por tamaño (kg/ha) (Método LSD).

	<b>Variedad</b>	<b>EF-52</b>
<b>Variedad</b>	<b>Medias ajustadas</b>	1,006.91
<b>Galileo</b>	4,306.10	3,299.19 (0.0001)

(Nivel de significación)

En la variedad EF-52 el tipo de medio no causó diferencia significativa en el peso de frutos no comerciales por tamaño. En Galileo, el suelo se mostró como la opción con menos pérdida, seguido por el sustrato 2 y por último el sustrato 1 (Cuadro 45).

**Cuadro 45.** Influencia del sustrato\*variedad en pérdidas por tamaño (kg/ha) (Método LSD).

	<b>Tratamiento</b>	<b>GS</b>	<b>ES</b>	<b>G2</b>	<b>E2</b>	<b>G1</b>
<b>Tratamiento</b>	<b>Medias ajustadas</b>	2,095.59	1,121.25	5,050.70	777.94	5,772.00
<b>E1</b>	1,121.55	974.04 (0.05)	0.30 (1.00)	3,929.15 (0.0001)	343.61 (0.44)	4,650.45 (0.0001)
<b>G1</b>	5,772.00	3,676.41 (0.0001)	4,650.75 (0.0001)	721.30 (0.10)	4,994.06 (0.0001)	
<b>E2</b>	777.94	1,317.65 (0.02)	343.31 (0.45)	4,272.76 (0.0001)		
<b>G2</b>	5,050.70	2,955.11 (0.0001)	3,929.45 (0.0001)			
<b>ES</b>	1,121.25	974.34 (0.04)				

G1= Galileo, sustrato 1.

E1= EF-52, sustrato 1.

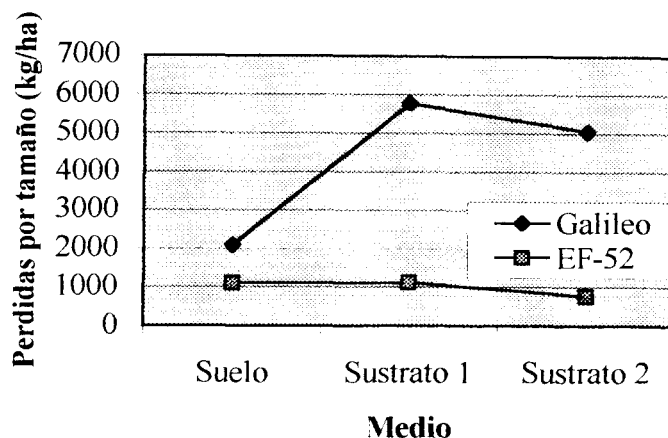
G2= Galileo, sustrato 2.

E2= EF-52, sustrato 2.

GS= Galileo, suelo.

ES= EF-52, suelo.

(Nivel de significación)



**Figura 11.** Influencia del medio\*variedad en pérdidas por tamaño (kg/ha).

#### 4.1.6 Variables sanitarias

Con la finalidad de enfatizar el efecto de la alternativa a la producción en suelo, se analizaron variables relacionadas con la incidencia de patógenos que viven en el medio.

**Cuadro 46.** Resultados del análisis de varianza (ANDEVA), niveles de significancia y determinación.

FUENTE DE VARIACION	VARIABLES			
	DFP	MD	MP	GSV
<b>Medio</b>	0.0003	0.11	0.0001	0.0001
<b>Drenaje</b>	0.33	0.30	0.20	0.30
<b>Variedad</b>	0.41	0.17	0.53	0.70
<b>Tiempo</b>	nc	nc	0.05	0.0001
<b>Medio*Variedad</b>	ns	ns	ns	0.0004
<b>Medio*Drenaje*Variedad</b>	ns	ns	ns	0.19
<b>Modelo:</b>				
<b>P(F)</b>	0.002	0.13	0.0001	0.0001
<b>Covariable geminivirus</b>	ns	nc	ns	nc
<b>R<sup>2</sup></b>	0.45	0.24	0.39	0.55
<b>CV%</b>	20.53	181.47	160.67	25.49

DFP=densidad final de plantas (plantas/ha).

MD=mortalidad por Damping off (plantas/ha).

MP= mortalidad por *Pseudomonas* sp (plantas/ha).

GSV=grado de sintomatología visual (0-5).

ns=no significativo.

nc=no considerado.

**4.1.6.1 Densidad final de plantas.** Se encontró diferencia significativa en medio ( $P=0.0003$ ) (Cuadro 46). El suelo tuvo menor densidad final que los sustratos (reducción

del 39% de la densidad inicial), se puede inferir que el ataque de patógenos del suelo causó este efecto. Entre los sustratos no existió diferencia (Cuadro 47).

**Cuadro 47.** Influencia del medio en la densidad final de plantas por hectárea (Método SNK).

	<b>Medio</b>	<b>Suelo</b>	<b>Sustrato 2</b>
<b>Medio</b>	<b>Medias</b>	11,992.00	16,973.00
<b>Sustrato 1</b>	17,339.00	5,347.00 ( $\leq 0.0008$ )	366.00 (ns)
<b>Sustrato 2</b>	16,973.00	4,981.00 ( $\leq 0.0008$ )	

ns= no significativo.  
(Nivel de significación)

**4.1.6.2 Mortalidad por Damping off.** No hubo diferencia significativa en ninguna fuente de variación (Cuadro 46) La covariable geminivirus no se consideró ya que se presentó en el campo en una época posterior a esta variable. Cruz *et al.* (1998) establece que la esterilización de los almácigos o invernaderos es importante para obtener plantas sanas, por lo que se puede decir que la variedad, medio o drenaje en el que se desarrolló la planta no determinó las muertes por esta causa, si no que las prácticas realizadas desde la siembra hasta el momento del transplante.

**4.1.6.3 Mortalidad por *Pseudomonas* sp.** Existió diferencia significativa en medio ( $P=0.0001$ ) y tiempo ( $P=0.05$ ) (Cuadro 46). El suelo tuvo un ataque más severo que los sustratos, produciendo una diferencia significativa (Cuadro 48). CATIE (1990), afirma que esta bacteria persiste en el suelo por largos periodos, por lo que cabe la posibilidad de que haya provocado tal efecto.

**Cuadro 48.** Influencia del medio en la mortalidad por *Pseudomonas* sp. (plantas/ha) (Método SNK).

	<b>Medio</b>	<b>Suelo</b>	<b>Sustrato 2</b>
<b>Medio</b>	<b>Medias</b>	2,454.30	307.10
<b>Sustrato 1</b>	106.30	2,348.00 ( $\leq 0.0005$ )	200.80 (ns)
<b>Sustrato 2</b>	307.10	2,147.20 ( $\leq 0.0005$ )	

ns= no significativo.  
(Nivel de significación)

En el último mes del cultivo, la mortalidad aumentó 126% en comparación con el mes anterior (Cuadro 49). Posiblemente la bacteria se fue dispersando en forma paulatina por varios focos del invernadero.

**Cuadro 49.** Influencia del tiempo en las muertes de plantas causadas por *Pseudomonas* sp. (plantas/ha) (Método SNK).

	<b>Tiempo</b>	<b>Tiempo 3</b>
<b>Tiempo</b>	<b>Medias</b>	1,325.10
<b>Tiempo 2</b>	586.70	738.40 ( $\leq 0.05$ )
<b>Tiempo 3</b>	1,325.10	

Tiempo 2= 118 días después del trasplante.

ns= no significativo.

Tiempo 3= 139 días después del trasplante.

(Nivel de significación)

**4.1.6.4 Grado de sintomatología visual del ataque de geminivirus.** Se encontró diferencia significativa en medio ( $P=0.0001$ ), tiempo ( $P=0.0001$ ) y medio\*variedad ( $P=0.0004$ ) (Cuadro 46). El suelo presentó mayor grado de sintomatología en relación a los sustratos (31-37% más). Los síntomas en el sustrato 1 y sustrato 2 se presentaron con igual magnitud. Según Agrios (1997) y Matthews (1991) los nemátodos son vectores de virus, posible explicación al resultado obtenido (Cuadro 50).

**Cuadro 50.** Influencia del medio en el grado de sintomatología visual del ataque de geminivirus (Método SNK). (Donde 0= nula; 5=severa).

	<b>Medio</b>	<b>Suelo</b>	<b>Sustrato 2</b>
<b>Medio</b>	<b>Medias</b>	3.53	2.58
<b>Sustrato 1</b>	2.69	0.84 ( $\leq 0.0006$ )	0.11 (ns)
<b>Sustrato 2</b>	2.58	0.95 ( $\leq 0.0006$ )	

ns= no significativo.

(Nivel de significación)

Conforme fue avanzando el tiempo, los síntomas se hicieron más notorios (Cuadro 51). Un mes después del trasplante aparecieron los primeros indicios de daño por geminivirus, viendo los rendimientos obtenidos, se comprueba el estudio de Baide (1996), donde afirmó que ataques tempranos de mosca blanca dejan a las plantas en condiciones desfavorables para dar una producción óptima.

**Cuadro 51.** Influencia del tiempo en el grado de sintomatología visual del ataque de geminivirus (Método SNK). (Donde 0= nula; 5=severa).

	<b>Tiempo</b>	<b>Tiempo 3</b>	<b>Tiempo 2</b>
<b>Tiempo</b>	<b>Medias</b>	3.39	3.08
<b>Tiempo 1</b>	2.33	1.06 ( $\leq 0.0006$ )	0.75 ( $\leq 0.0006$ )
<b>Tiempo 2</b>	3.08	0.31 ( $\leq 0.10$ )	

Tiempo 1= 84 días después del trasplante.  
Tiempo 2= 118 días después del trasplante.

Tiempo 3= 139 días después del trasplante.  
(Nivel de significación)

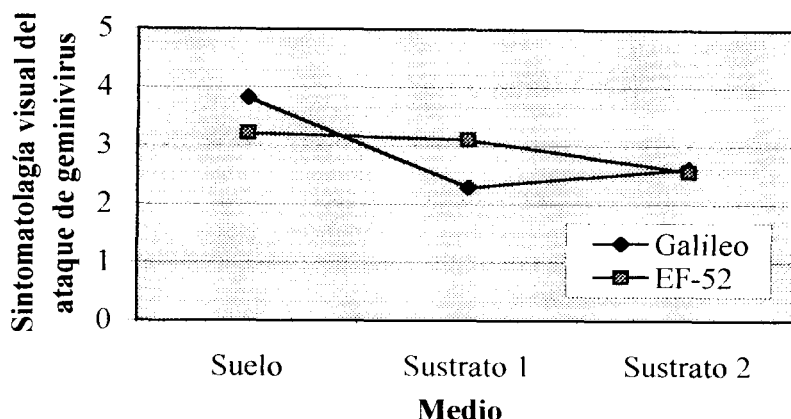
Los síntomas visuales en Galileo producido en suelo fueron más notorios que los de las plantas en sustrato; sin embargo fueron similares en el sustrato 1 y sustrato 2. Para la variedad EF-52 resultó mejor el sustrato 2 en comparación con el suelo y sustrato 1 (Cuadro 52).

**Cuadro 52.** Influencia del medio\*variedad en el grado de sintomatología visual del ataque de geminivirus (Método LSD). (Donde 0= nula; 5=severa).

<b>Diferencia</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>GS</b>	<b>ES</b>	<b>G2</b>	<b>E2</b>	<b>G1</b>
<b>Tratamiento</b>	<b>Medias ajustadas</b>	3.83	3.22	2.61	2.56	2.28
<b>E1</b>	3.11	0.72 (0.005)	0.11 (0.66)	0.50 (0.05)	0.55 (0.03)	0.83 (0.001)
<b>G1</b>	2.28	1.55 (0.0001)	0.94 (0.0003)	0.33 (0.18)	0.28 (0.27)	
<b>E2</b>	2.56	1.27 (0.0001)	0.66 (0.009)	0.05 (0.82)		
<b>G2</b>	2.61	1.22 (0.0001)	0.61 (0.02)			
<b>ES</b>	3.22	0.61 (0.02)				

G1= Galileo, sustrato 1.  
G2= Galileo, sustrato 2.  
GS= Galileo, suelo.  
(Nivel de significación)

E1= EF-52, sustrato 1.  
E2= EF-52, sustrato 2.  
ES= EF-52, suelo.



**Figura 12.** Influencia del medio\*variedad en el grado de sintomatología visual del ataque de geminivirus.

#### 4.1.7 Correlaciones

**4.1.7.1 Variables de calidad.** Se encontró asociación directa del 50% entre la consistencia del fruto y el número de lóculos; también entre el grosor de la pared externa y el grosor del septo, sólo que con menor intensidad (17%) (Cuadro 53).

El contenido de azúcares experimenta un brusco crecimiento cuando el fruto alcanza un color amarillento y aumenta paulatinamente con la maduración, mientras existe una progresiva pérdida de la dureza (Nuez, 1995). Lo anterior explica la asociación inversa del 5% entre grados Brix y consistencia (Cuadro 53).

El contenido de grados Brix disminuyó al aumentar el número de lóculos; mientras que entre mayor fue el grosor de la pared externa, mayor contenido de sólidos solubles existió en el fruto (Cuadro 53).

**Cuadro 53.** Coeficiente de correlación de Pearson entre variables de calidad.

<b>Coficiente</b>	<b>Variable</b>				
<b>Variable</b>	<b>GS</b>	<b>GPE</b>	<b>GB</b>	<b>LOC</b>	<b>CON</b>
<b>CON</b>	-0.16 (0.23)	0.07 (0.59)	-0.22 (0.09)	0.71 (0.0001)	1.00 (0.00)
<b>LOC</b>	0.001 (0.99)	0.02 (0.86)	-0.38 (0.003)	1.00 (0.00)	
<b>GB</b>	0.03 (0.82)	0.23 (0.08)	1.00 (0.00)		
<b>GPE</b>	0.41 (0.001)	1.00 (0.00)			
<b>GS</b>	1.00 (0.00)				

CON=consistencia.

LOC =número de lóculos.

GB=grados Brix.

GPE=grosor pared externa (cm).

GS =grosor septo o pared radial (cm).

(Nivel de significación)

**4.1.7.2 Variables de deficiencias en fruto.** El tamaño ( $\leq 2.54$  cm) y las deformaciones presentaron asociación inversa, es decir que a mayor cantidad de fruto pequeño, menos descartes por deformaciones. Esta misma relación se dio entre el daño de enfermedades e insectos y tamaño. Esto se comprueba con el hecho de que Galileo que produjo más frutos de menor calibre, presentó menores pérdidas en estas categorías (Cuadro 54).

Las deformaciones variaron en forma directa con la deficiencia de calcio. Watterson (1985), establece a la deficiencia de riego como una de las causas de deformaciones y de Blossom-End Rot, justificándose así esta variación (Cuadro 54).

**Cuadro 54.** Coeficiente de correlación de Pearson entre variables de deficiencias en fruto.

<b>Coficiente</b>	<b>Variable</b>			
<b>Variable</b>	<b>TF</b>	<b>EI</b>	<b>DF</b>	<b>DC</b>
<b>DC</b>	0.17 (0.32)	-0.05 (0.76)	0.39 (0.02)	1.00 (0.00)
<b>DF</b>	-0.51 (0.002)	0.20 (0.24)	1.00 (0.00)	
<b>EI</b>	-0.33 (0.05)	1.00 (0.00)		
<b>TF</b>	1.00 (0.00)			

DC=deficiencia de calcio.

DF=deformaciones.

EI=enfermedades e insectos.

TF =tamaño de fruto ( $\leq 2.54$  cm).

(Nivel de significación)

#### 4.1.8 Efectos del tiempo en variables de producción

El modelo que mejor se ajustó incluyó términos lineales y cuadráticos. Entre el tiempo y las variables de producción existió una relación inversa; conforme avanzaban los días a cosecha, ocurrió una reducción cada vez mayor en estas variables (Cuadro 55 al 63). El comportamiento hortícola en variedades y medios se puede comparar sustituyendo el día de interés en la ecuación.

**Cuadro 55.** Efecto del tiempo en el rendimiento total (t/ha).

Tratamiento	P(F)	R <sup>2</sup>	b <sub>0</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>
<b>E1</b>	0.02	0.07	-11.370	0.272	-0.001
<b>G1</b>	0.002	0.12	-3.541	0.108	-0.0004
<b>E2</b>	0.0007	0.14	-14.640	0.340	-0.002
<b>G2</b>	0.0001	0.18	-0.930	0.055	-0.0001
<b>ES</b>	0.0001	0.29	-11.210	0.240	-0.001
<b>GS</b>	0.0001	0.28	-13.990	0.300	-0.001

G1= Galileo, sustrato 1.

E1= EF-52, sustrato 1.

G2= Galileo, sustrato 2.

E2= EF-52, sustrato 2.

GS= Galileo, suelo.

ES= EF-52, suelo.

**Cuadro 56.** Efecto del tiempo en el número total de frutos (miles/ha).

Tratamiento	P(F)	R <sup>2</sup>	b <sub>0</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>
<b>E1</b>	0.002	0.13	-130.26	3.076	-0.014
<b>G1</b>	0.01	0.09	201.88	-2.97	0.02
<b>E2</b>	0.02	0.07	-82.37	2.272	-0.01
<b>G2</b>	0.0001	0.35	177.27	-2.856	0.18
<b>ES</b>	0.07	0.04	40.73	-0.465	0.003
<b>GS</b>	0.0001	0.29	-102.48	2.575	-0.009

G1= Galileo, sustrato 1.

E1= EF-52, sustrato 1.

G2= Galileo, sustrato 2.

E2= EF-52, sustrato 2.

GS= Galileo, suelo.

ES= EF-52, suelo.

**Cuadro 57.** Efecto del tiempo en el peso promedio del total de frutos (g).

Tratamiento	P(F)	R <sup>2</sup>	b <sub>0</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>
<b>E1</b>	0.005	0.10	157.13	-1.247	0.005
<b>G1</b>	0.0001	0.19	-108.01	2.878	-0.014
<b>E2</b>	0.0001	0.38	-226.03	6.053	-0.029
<b>G2</b>	0.0003	0.16	-79.99	2.532	-0.013
<b>ES</b>	0.0001	0.64	-528.58	11.517	-0.054
<b>GS</b>	0.0001	0.31	-158.37	3.981	-0.019

G1= Galileo, sustrato 1.

E1= EF-52, sustrato 1.

G2= Galileo, sustrato 2.

E2= EF-52, sustrato 2.

GS= Galileo, suelo.

ES= EF-52, suelo.

**Cuadro 58.** Efecto del tiempo en el rendimiento comercial (t/ha).

Tratamiento	P(F)	R <sup>2</sup>	b <sub>0</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>
<b>E1</b>	0.0004	0.15	-10.72	0.235	-0.001
<b>G1</b>	0.003	0.12	-5.91	0.149	-0.001
<b>E2</b>	0.0001	0.18	-12.64	0.283	-0.001
<b>G2</b>	0.0003	0.16	-2.91	0.091	-0.0003
<b>ES</b>	0.0001	0.30	-10.41	0.217	-0.001
<b>GS</b>	0.0001	0.28	-13.66	0.290	-0.001

G1= Galileo, sustrato 1.

E1= EF-52, sustrato 1.

G2= Galileo, sustrato 2.

E2= EF-52, sustrato 2.

GS= Galileo, suelo.

ES= EF-52, suelo.

**Cuadro 59.** Efecto del tiempo en el número de frutos comerciales (miles/ha).

Tratamiento	P(F)	R <sup>2</sup>	b <sub>0</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>
<b>E1</b>	0.0001	0.22	130.36	2.843	-0.013
<b>G1</b>	0.52	-0.008	85.20	-0.884	0.005
<b>E2</b>	0.02	0.08	-78.47	1.987	-0.009
<b>G2</b>	0.0008	0.14	56.92	-0.471	0.004
<b>ES</b>	0.40	-0.002	22.61	-0.12	0.001
<b>GS</b>	0.0001	0.26	-101.04	2.410	-0.009

G1= Galileo, sustrato 1.

E1= EF-52, sustrato 1.

G2= Galileo, sustrato 2.

E2= EF-52, sustrato 2.

GS= Galileo, suelo.

ES= EF-52, suelo.

**Cuadro 60.** Efecto del tiempo en el peso promedio de frutos comerciales (g).

Tratamiento	P(F)	R <sup>2</sup>	b <sub>0</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>
E1	0.30	0.006	142.72	-1.076	0.005
G1	0.001	0.22	-171.41	4.156	-0.019
E2	0.0001	0.48	-329.80	7.823	-0.036
G2	0.0005	0.15	-71.88	2.391	-0.011
ES	0.0001	0.53	-551.25	11.82	-0.054
GS	0.0001	0.19	-190.29	4.65	-0.021

G1= Galileo, sustrato 1.

E1= EF-52, sustrato 1.

G2= Galileo, sustrato 2.

E2= EF-52, sustrato 2.

GS= Galileo, suelo.

ES= EF-52, suelo.

**Cuadro 61.** Efecto del tiempo en el rendimiento no comercial (t/ha).

Tratamiento	P(F)	R <sup>2</sup>	b <sub>0</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>
E1	0.08	0.04	-0.74	0.038	-0.0002
G1	0.01	0.09	2.41	-0.04	0.0002
E2	0.16	0.02	-1.99	0.06	-0.0003
G2	0.0004	0.16	2.00	-0.036	0.0002
ES	0.01	0.08	-0.80	0.02	-0.00007
GS	0.10	0.03	-0.33	0.010	-0.00004

G1= Galileo, sustrato 1.

E1= EF-52, sustrato 1.

G2= Galileo, sustrato 2.

E2= EF-52, sustrato 2.

GS= Galileo, suelo.

ES= EF-52, suelo.

**Cuadro 62.** Efecto del tiempo en el número de frutos no comerciales (miles/ha).

Tratamiento	P(F)	R <sup>2</sup>	b <sub>0</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>
E1	0.36	0.0008	0.10	0.233	-0.001
G1	0.0008	0.14	116.67	-2.087	0.012
E2	0.40	-0.002	-3.875	0.233	-0.001
G2	0.0001	0.34	120.35	-2.385	0.014
ES	0.0001	0.18	18.14	-0.345	0.002
GS	0.15	0.02	-1.41	0.164	-0.004

G1= Galileo, sustrato 1.

E1= EF-52, sustrato 1.

G2= Galileo, sustrato 2.

E2= EF-52, sustrato 2.

GS= Galileo, suelo.

ES= EF-52, suelo.

**Cuadro 63.** Efecto del tiempo en el peso promedio de frutos no comerciales (g).

Tratamiento	P(F)	R <sup>2</sup>	b <sub>0</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>
<b>E1</b>	0.0001	0.20	8.66	2.023	-0.013
<b>G1</b>	0.03	0.06	15.90	0.194	-0.001
<b>E2</b>	0.0001	0.21	-154.24	5.247	-0.028
<b>G2</b>	0.29	0.007	-88.97	2.503	-0.013
<b>ES</b>	0.001	0.14	-357.61	8.732	-0.04
<b>GS</b>	0.15	0.02	-41.22	1.304	-0.006

G1= Galileo, sustrato 1.

E1= EF-52, sustrato 1.

G2= Galileo, sustrato 2.

E2= EF-52, sustrato 2.

GS= Galileo, suelo.

ES= EF-52, suelo.

#### 4.1.9 Ingreso neto

Se encontró diferencia significativa en drenaje ( $P=0.06$ ), No existió diferencia en el ingreso neto obtenido por causa del sustrato y variedad (Cuadro 64).

**Cuadro 64.** Resultados del análisis de varianza (ANDEVA), niveles de significancia y determinación.

Fuente de variación	Ingreso neto
<b>Medio</b>	0.68
<b>Drenaje</b>	0.06
<b>Variedad</b>	0.11
<b>Modelo:</b>	
<b>P(F)</b>	0.11
<b>R</b>	0.25
<b>CV%</b>	122

#### 4.2 ANALISIS ECONOMICO

La estacionalidad de la producción constituye un factor de indudable importancia económica en el análisis de la oferta. Como es conocido, la oferta de tomate se mantiene a lo largo de todo el año; sin embargo, se observa una diferencia marcada en el precio de venta en dos épocas: seca y lluviosa. Por esta razón se realizó un análisis completo por estación. El desglose de costos comunes y diferenciales se detalla en los Anexos 8 al 11. En el análisis marginal y de sensibilidad se separaron las mejores alternativas por variedad y la mejor alternativa global.

### 4.2.1 Época seca

Comprendió el período de enero a junio. Para establecer el precio de venta, se tomó como referencia el año 1999, donde promedió en Lps 2.12.

**4.2.1.1 Presupuesto total y parcial.** Al momento de decidir producir sin considerar la variedad, se recomendaría utilizar la variedad Galileo en suelo por su alta relación beneficio sobre costos (56%). Para mercados con exigencias en tamaño y conservación de fruto, resulta mejor EF-52 en sustrato 1 (Anexo 12).

En el análisis de dominancia, con el precio de venta de Lps 2.12 y el rendimiento promedio en cada tratamiento, los tratamientos dominantes fueron Galileo en suelo, EF-52 sustrato 1. El dominante tomando en cuenta todos los tratamientos fue Galileo en suelo, que presentó un beneficio neto 19% mayor que la alternativa anterior (Anexos 14 y 16).

**4.2.1.2 Análisis de sensibilidad.** Galileo en suelo es capaz de tolerar una baja del 30% del precio de venta actual y EF-52 en sustrato 1, 19% (Cuadro 65).

**Cuadro 65.** Sensibilidad en precio de venta (Lps/lb) para una rentabilidad mínima del 10%.

Variedad	Medio	Precio obtenido	Precio mínimo
EF-52	Sustrato 1	2.12	1.72
Galileo	Suelo	2.12	1.49

Galileo en suelo puede soportar una reducción en rendimiento 1.6 veces mayor que EF-52 en sustrato 1 (Cuadro 66).

**Cuadro 66.** Sensibilidad en producción (t/ha) para una rentabilidad mínima del 10%.

Variedad	Medio	Producción obtenida	Producción mínima
EF-52	Sustrato 1	37.99	30.74
Galileo	Suelo	42.14	29.04

Aún con un alza del 24% en los costos totales de producción en cualquier tratamiento, se obtendrá una relación beneficio costo del 10% (Cuadro 67).

**Cuadro 67.** Sensibilidad en costos totales (Lps/ha) para una rentabilidad mínima del 10%.

Variedad	Medio	Costos totales efectuados	Costos totales máximos
EF-52	Sustrato 1	130,347	161,053
Galileo	Suelo	123,148	174,686

#### 4.2.2 Epoca lluviosa

Comprendió el período de julio a diciembre. Para establecer el precio de venta, se tomó como referencia el año 1999, donde promedió en Lps 3.52.

**4.2.2.1 Presupuesto total y parcial.** En relación con el verano, la rentabilidad incrementó en 184% en Galileo en suelo y 250% en EF-52 sustrato 1 (Anexo 13). El mayor aumento porcentual en el tratamiento con menor rentabilidad, se debe a que se consideró un monto constante de costos fijos en las dos temporadas, mientras que el precio de venta incrementó.

Presupuesto parcial ver en Anexo 15. En el análisis de dominancia, los tratamientos dominantes fueron Galileo en suelo y EF-52 en sustrato 1. El dominante tomando en cuenta todos los tratamientos fue Galileo en suelo, que presentó un beneficio neto 19% mayor que la alternativa anterior (Anexo 17).

**4.2.2.2 Análisis de sensibilidad.** Una disminución del 51% en el precio de venta no hará que el inversionista deje de considerar estas alternativas por tener una rentabilidad menor a la estipulada (Cuadro 68).

**Cuadro 68.** Sensibilidad en precio de venta (Lps/lb) para una rentabilidad mínima del 10%.

Variedad	Medio	Precio obtenido	Precio mínimo
EF-52	Sustrato 1	3.52	1.72
Galileo	Suelo	3.52	1.49

Galileo en suelo soporta una caída del 58% en la producción y EF-52 en sustrato 1, el 52% (Cuadro 69).

**Cuadro 69.** Sensibilidad en producción (t/ha) para una rentabilidad mínima del 10%.

<b>Variedad</b>	<b>Medio</b>	<b>Producción obtenida</b>	<b>Producción mínima</b>
<b>EF-52</b>	Sustrato 1	37.99	18.52
<b>Galileo</b>	Suelo	42.14	17.49

Cualquier alternativa puede soportar un aumento del 105% de los costos (Cuadro 70).

**Cuadro 70.** Sensibilidad en costos totales (Lps/ha) para una rentabilidad mínima del 10%.

<b>Variedad</b>	<b>Medio</b>	<b>Costos totales efectuados</b>	<b>Costos totales máximos</b>
<b>EF-52</b>	Sustrato 1	130,347	267,464
<b>Galileo</b>	Suelo	123,148	290,141

## 5. CONCLUSIONES

La producción en sustratos no provocó diferencia en el rendimiento total ni comercial.

Pese al manto freático superficial, la presencia de patógenos radiculares y malezas, el suelo presentó menor rendimiento no comercial posiblemente por el menor desequilibrio nutricional existente.

Emplear sustrato como medio incrementó el número de frutos totales y no comerciales. Además en la variedad EF-52 elevó el peso promedio de frutos no comerciales.

El suelo produjo menores pérdidas por deficiencia de calcio y fruto pequeño.

La causa principal de pérdidas en Galielo fue la producción de fruto pequeño.

EF-52 fue más susceptible a deformaciones y ataques de enfermedades e insectos en el fruto. Tuvo mayor firmeza y número de lóculos; pero, el contenido de sólidos solubles disminuyó en comparación con Galileo.

Por características sanitarias, el uso de sustratos fue una alternativa más favorable que el suelo.

El sustrato 2 fue el mejor sistema de producción en cuanto a porcentaje de cuaje y calidad del fruto se refiere.

La producción de Galileo en suelo resultó económicamente más factible entre todos los sistemas; dentro de EF-52 fue la producción en sustrato 1. No obstante, el cambio en ingreso neto no tuvo respaldo estadístico.

## **6. RECOMENDACIONES**

Manejar un programa de siembra de manera que el cultivo no sea afectado por el traslado de plagas de plantaciones anteriores y utilizar mallas antiviruses en los macrotúneles como método preventivo de plagas.

Realizar este estudio manejando frecuencia de riego, monitoreo de plagas y fertilizaciones independientes según los requerimientos de cada medio.

Reducir el desbalance entre K, Ca y Mg mediante: mejora del programa de fertilización foliar, incorporación de sulfato de Ca y Mg, elaboración de sustratos con menos del 38% de compost o una combinación de estas alternativas.

Efectuar podas en las hojas bajas y doblamiento de plantas de la variedad Galileo para facilitar las labores. Evaluar la poda de hojas en la variedad EF-52 para incrementar la entrada de luz al fruto y mejorar el control sanitario.

Permitir el desarrollo en condiciones normales al hábito de crecimiento de EF-52, mediante la eliminación de la poda de brotes laterales.

Producir en el medio más favorable la variedad que cumpla con los requisitos exigidos por el mercado.

## 7. BIBLIOGRAFIA

- ABAD, M.; MARTINEZ, P. 1995. Sustratos hortícolas y cultivos sin suelo. HortoinFormación (España) 6(11): 32-34.
- AGRIOS, G. 1997. Plant pathology. 4ed. San Diego (EE.UU.), Academic Press. 635p.
- BAIDE, E. 1996. Calendarización de las principales plagas del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* M.) según su etapa fenológica. Tesis Ing. Agr. Hond., El Zamorano, 34p.
- BLANCARD, D. 1992. Enfermedades del tomate: observar, identificar, luchar. Trad. por Antonio Peña Iglesias. Madrid, Mundi-Prensa. 212p.
- CABALLERO, R.; RUEDA, A. 1992. Las moscas blancas en Honduras. In CATIE. Las moscas blancas (Homóptera: *Aleyrodidae*) en América Central y el Caribe. Ed. por L Hilje y O. Arboleda. Turrialba (C.R.). Informe Técnico No.205. 66p.
- CATIE. 1990. Guía para el Manejo integrado de plagas del cultivo de tomate. Turrialba (C.R.). 138p.
- CIMMYT. 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. Ed. rev. Méx. 79p.
- CRUZ, J.; GARCIA, R.; CARILLO, A. 1998. Enfermedades de las hortalizas. México, Universidad Autónoma de Sinaloa. 253p.
- CUARTERO, J.; FERNANDEZ-MUÑOZ, R; GONZALES-FERNANDEZ, J. 1995. Los híbridos de larga duración. HortoinFormación (España) 6(6): 23-25.
- DAVIS, J.; ESTES, E. 1993. Spacing and Pruning Affect Growth, Yiel, and Economic Returns of Staked Fresh-market Tomatoes. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 118(6): 719-725.
- DECOTEAU, D. 1990. Tomato Leaf Development and istribution as Influenced by Leaf Removal and Decapitation. HortScience (EE.UU.) 25(6): 681-684.
- FERNANDEZ, M. 1995. La nutrición del tomate. HortoinFormación (España) 6(6): 43-44.

- FLORES, E.; SILBERSCHMIDT, K.; KRAMER, M. 1960. Observacoes de "clorose infecciosa" das malvaceas en tomateiros do campo. *O Biologico* 26: 65-69.
- Citado por: POLSTON, J.; ANDERSON, P. 1997. The Emergence of Whitefly-Transmitted Geminiviruses in Tomato in the Western Hemisphere. *Plant Disease (EE.UU.)* 81(12): 1358-1369.
- GUHARAY, F.; SALGUERO, V. 1993. La mosca blanca. s.l., CATIE. Hoja técnica 4: i-iv.
- HORTOINFORMACIÓN. 1995. Consideraciones sobre el cultivo de sustratos. *HortoinFormación (España)* 6(6): 46-49.
- JONES, J.B.; STALL, R.E.; ZITTER, T.A. 1993. *Compendium of Tomato Diseases*. 2ed. EE.UU, APS PRESS. 73p.
- LASTRA, R. 1992. Los geminivirus: un grupo de fitovirus con características especiales. In Memoria II Taller Latinoamericano y del Caribe sobre moscas blancas y geminivirus. Ed. por L. Hilje y O. Arboleda. Managua, s.n. 95p.
- LATERROT, H. 1993. La Lucha genética aplicada a la defensa del tomate contra el tomato yellow leaf curl virus (TYLCV). *PHYTOMA(España)* 50: 116-118.
- Citado por: GREEN, S.K.; KALLOO, G. 1994. Leaf curl and yellowing viruses of pepper and tomato: an overview. Ed. by K. Lopez and J. Reeves. Taipei, Asian Vegetable Research and Development Center. 37p.
- LOCATELLI, E.; PETERSER, R. 1975. Algunos "trucos" útiles en estadística. Oregon, International Plant Protection Center. 22p.
- MATTHEWS, R.E.F. 1991. *Plant virology*. 3ed. San Diego (EE.UU), Academic Press. 835p.
- MATYS, J.C.; SILVA, D.M.; OLIVEIRA, A.R.; COSTA, A.S. 1975. Purificacao e morfologia do vírus do mosaico dourado do tomateiro. *Summa Phytopathol.* 1: 267-274.
- Citado por: POLSTON, J.; ANDERSON, P. 1997. The Emergence of Whitefly-Transmitted Geminiviruses in Tomato in the Western Hemisphere. *Plant Disease (EE.UU.)* 81(12): 1358-1369.
- MONTES, A. 1990. *Cultivos de hortalizas en el trópico*. s.l., s.n. 208p.
- MORALES, F.J. 1993. Los Geminivirus transmitidos por Mosca Blanca. In Memoria II Taller Latinoamericano y del Caribe sobre moscas blancas y geminivirus. Managua, s.n. 95p.

- NAKHLA, M.K; HRUSKA, A.J; MAXWELL, D.P. 1998. Geminiviruses associated with tomatoes, beans and *Sida* spp. in Honduras. s.l., International Workshop on *Bemisia* and Geminiviruses. p. 54.
- NIVIA, E. 1997. Bromuro de metilo: sí existen alternativas. Ed. por RAPALMIRA. Enlace (Col.) 35: 1-4.
- NUEZ, F. 1995. El cultivo del tomate. Bilbao, Mundi-Prensa. 793p.
- PESTICIDE ACTION NETWORK NORTH AMERICA. 1995. Alternativas al bromuro de metilo: extractos de la evaluación de 1995 del Comité de Opciones Técnicas al bromuro de metilo de N.U. s.l., s.n. 12p.
- PINAMONTI, F.; STRINGARI, G.; ZORZI, G. 1997. Use of Compost in Soilless Cultivation. Compost Science & Utilization (EE.UU.) 5(2): 38-46.
- POLSTON, J.; ANDERSON, P. 1997. The Emergence of Whitefly-Transmitted Geminiviruses in Tomato in the Western Hemisphere. Plant Disease (EE.UU.) 81(12): 1358-1369.
- RAYO, A. 1999. Comparación agro-económica de 14 cultivares de tomate industrial y 10 cultivares de mesa bajo protección en El Zamorano, Honduras. Tesis Ing. Agr. Hond., El Zamorano. 55p.
- ROMERO, M. 1999. Evaluación agro-económica de tipos de tutorados, podas vegetativas, podas de frutos y dos variedades de tomate de mesa (*Lycopersicon esculentum* Mill.), en invernadero. Tesis Ing. Agr. Hond., El Zamorano. 70p.
- SHERF, A.; MACNAB, A. 1986. Vegetable diseases and their control. 2ed. New York, John Wiley-Interscience. 728p.
- SOLIS, F.; CALDERON, L.; GONZALES, M. 1999. Evaluación de alternativas al uso de bromuro de metilo en semilleros de repollo y tomate. In ICTA-UNIDO-CONCYT-IPM CRSP-CONAMA. Búsqueda de alternativas al bromuro de metilo Guatemala, C.A. s.n.t. s.p.
- TABARES, J.M. 1992. Técnicas modernas en el cultivo del tomate. HortoinFormación (España) 3(6): 20-34.



## Resultados de análisis en laboratorio

Relaciones y cálculos hechos tomando como base el reporte del Laboratorio de Suelos, Ciencia y Producción Agropecuaria, Zamorano.

Muestra	Meq/100g						Relaciones							
	K		Ca		Mg		Ca/Mg		Ca/K		Mg/K		Ca+Mg/K	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
<b>E1</b>	4.89	2.31	22.50	24.38	5.55	4.50	4.05	5.42	4.6	10.55	1.13	1.95	5.73	12.50
<b>G1</b>		3.25		23.25		5.06		4.59		7.15		1.56		8.71
<b>E2</b>	3.56	2.09	19.20	23.44	4.00	4.00	4.80	5.86	5.39	11.21	1.12	1.91	6.52	13.13
<b>G2</b>		2.04		24.75		3.93		6.30		12.13		1.93		14.06
<b>ES</b>	0.72	0.80	9.20	10.65	1.31	1.62	7.02	6.57	12.78	13.31	1.82	2.02	14.60	15.34
<b>GS</b>		0.62		10.20		1.75		5.83		16.45		2.82		19.27
<b>Normal</b>	<b>0.15-0.35</b>		<b>4.00-6.00</b>		<b>1.50-2.50</b>		<b>4.00-12.00</b>		<b>15.00-35.00</b>		<b>2.00-14.00</b>		<b>25.00-40.00</b>	

E1=EF-52, sustrato 1.

E2=EF-52, sustrato 2.

E3=EF-52, suelo.

G1=Galileo, sustrato 1.

G2=Galileo, sustrato 2.

G3=Galileo, suelo.

ANEXO 2

68

Muestra	kg/ha disponible					
	N		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		K <sub>2</sub> O	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
<b>E1</b>	137	166	2,882	3,353	3,667	1,728
<b>G1</b>		144		3,309		2,433
<b>E2</b>	108	130	2,240	3,177	2,668	1,569
<b>G2</b>		166		3,264		1,526
<b>ES</b>	43	43	750	753	538	601
<b>GS</b>		47		843		467
<b>Normal</b>	<b>360</b>		<b>70</b>		<b>500</b>	

Normal=requisitos del cultivo.

La disponibilidad de N y P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> aumentó con el tiempo, posiblemente se debió a que la materia orgánica se liberó y aportó nutrientes. Lo contrario ocurrió con el K<sub>2</sub>O ya que en la fructificación hay un consumo elevado de este nutriente.

## Resultados en análisis de laboratorio

### Análisis 12/7/99

Muestra	Textura	% Arena	% Limo	% Arcilla	pH (H <sub>2</sub> O)	% M.O.	% N total	ppm (disponible)									
								P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn	B
S1					6.32		0.38	899	1910	4500	667	184	5.2	78	43	25	3.8
S2					6.23		0.30	699	1390	3840	480	150	3.7	65	36	20	1.9
Suelo	Franco arenoso	62	22	16	5.00	2.36	0.12	234	280	1840	157	58	3.2	71	47	4.2	2.8
Normal					7	2-4	0.1-0.2	17-30	59-137	800-1200	180-300	20-80	0.5-1	5-15	2-10	1-5	0.5-8

Elaborado por Laboratorio de Suelos, Ciencia y Producción Agropecuaria., Zamorano.

S1=sustrato 1

S2=sustrato 2.

### Análisis 19/01/2000

Muestra	Textura	% Arena	% Limo	% Arcilla	pH (H <sub>2</sub> O)	% M.O.	% N total	ppm (disponible)									
								P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn	B
E1					6.42	7.88	0.46	1,046	900	4,875	540						
G1					6.59	8.84	0.40	1,032	1,267	4,650	607						
E2					6.22	7.80	0.36	991	817	4,687	480						
G2					6.22	8.19	0.46	1,018	795	4,950	472						
ES					4.70	2.67	0.12	235	313	2,130	195						
GS					4.72	2.41	0.13	263	243	2,040	210						
Normal					7	2-4	0.1-0.2	17-30	59-137	800-1200	180-300	20-80	0.5-1	5-15	2-10	1-5	0.5-8

Elaborado por Laboratorio de Suelos, Ciencia y Producción Agropecuaria., Zamorano.

E1=EF-52, sustrato 1.

G1=Galileo, sustrato 1.

E2=EF-52, sustrato 2.

G2=Galileo, sustrato 2.

E3=EF-52, suelo.

G3=Galileo, suelo.

## ANEXO 3

## Resultados de análisis foliar (Laboratorio de suelos, Ciencia y Producción Agropecuaria, Zamorano)

26/10/99

Muestra	%					ppm			
	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn
General	2.22	0.68	7.67	0.55	0.44	43	392	72	87

1/12/99

Muestra	%					ppm			
	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn
EF-52	1.62	0.66	4.03	0.70	0.53	19	47	101	112
Galileo	1.56	0.47	4.16	0.53	0.51	17	68	90	55

27/1/2000

Muestra	%					ppm			
	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn
E1	1.48	0.57	3.00	1.25	0.89	21	174	115	98
G1	1.18	0.37	3.35	0.77	0.49	7	102	81	69
E2	1.27	0.65	2.87	1.57	1.04	19	67	161	144
G2	1.30	0.29	2.92	0.94	0.45	4	92	97	55
ES	1.08	0.39	3.21	1.76	0.61	23	119	227	127
GS	1.02	0.16	2.80	1.24	0.32	13	120	249	68

E1=EF-52, sustrato 1.

E2=EF-52, sustrato 2.

E3=EF-52, suelo.

G1=Galileo, sustrato 1.

G2=Galileo, sustrato 2.

G3=Galileo, suelo.

Tegucigalpa: TELS. 235-8227, 235-8228  
232-2660  
FAX: (504) 232-8543  
Zamorano: PBX. 776-6140, 776-6150  
FAX: (504) 776-6240

**ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA  
DEPARTAMENTO DE PROTECCION VEGETAL  
TEL. 776-6140, 776-6150 Ext. 2354, Fax 776-6242**

**CENTRO DE INVENTARIO AGROECOLOGICO Y  
DIAGNOSTICO**

---

FECHA: 28 DE MARZO DEL 2000  
DESTINATARIO  
**Agrónomo Ana Rocío Ríos**  
TESISTA

---

EL DIAGNOSTICO Y LA INFORMACION QUE ABAJO SE PRESENTA ES EL INFORME DE LOS PROBLEMAS IDENTIFICADOS EN LAS MUESTRAS ENVIADAS AL CENTRO DE DIAGNOSTICO, DURANTE EL PERIODO DE OCTUBRE A DICIEMBRE DE 1999.

**CULTIVO: TOMATE**

*Lycopersicon sculentum*

**TIPO DE DIAGNOSTICOS:**

**\*FITOPATOLOGICOS  
\*MOLECULARES**

**DIAGNOSTICOS:**

❖ 11 de Octubre de 1999:

Se observó marchitez generalizada en la planta, consistente con una infección bacterial, por lo cual se realizó la prueba del exudado bacterial. También se realizó un cultivo de segmentos de tallo y raíces en medios de cultivo selectivos para el aislamiento de hongos y bacterias.

❖ 21 de Octubre de 1999:

Se observaron síntomas de encolchamiento y pérdida del color natural de las hojas, por lo cual se extrajo ADN total de la muestra para realizar un análisis por la técnica molecular PCR para la detección de Geminivirus.

❖ 22 de Noviembre de 1999:

Se observaron daños en las hojas con apariencias de quemaduras en las orillas y luego se extienden hacia el centro de las hojas, de estas lesiones se prepararon placas para observar al microscopio e identificar estructuras.

❖ 29 de Noviembre de 1999:

Se observó marchitez generalizada en la planta, por lo que se realizó una prueba de exudado bacterial, y se cultivaron segmentos de cultivo en medios selectivos para el aislamiento de bacterias, para luego identificarlas mediante la coloración de Gram.

## RESULTADOS:

❖ 11 de Octubre de 1999:

La prueba del exudado bacterial resultó negativa probablemente por el diámetro reducido del tallo. De los medios de cultivo se aislaron bacterias Gram negativas que constituyen el agente causal del daño del cultivo. Se sospecha que el patógeno puede ser *Pseudomonas solanacearum*, que causa la marchitez bacterial común o *Pseudomonas corrugata* que puede causar marchitez en plantas con exceso de fertilización nitrogenada. Las infecciones por *P. corrugata* son comunes en plantas maduras y suculentas de invernadero. Así mismo se aisló el hongo del género *Fusarium*, el cual se encuentra como posible saprófito.

❖ 21 de Octubre de 1999:

La amplificación del ADN viral obtenido mediante la técnica de PCR fue positiva para la presencia de Geminivirus, indicando un geminivirus como el posible agente causal del daño a las plántulas.

❖ 22 de Noviembre de 1999:

No se observó ninguna estructura característica de hongos fitopatógenos. Según las lesiones observadas se asume que el daño es causado por fitotoxicidad.

❖ 29 de Noviembre de 1999:

La prueba del exudado bacterial resultó positiva, de los medios de cultivo se aislaron bacterias Gram negativas que constituyen el agente causal del daño al cultivo. Se sospecha que el patógeno puede ser *Pseudomonas corrugata*.

**RECOMENDACIONES:**

❖ 11 de Octubre de 1999:

La bacteria puede persistir en suelos infectados por mas de 3 años. Se recomienda esterilizar el suelo apropiadamente y evitar el exceso de humedad por mal drenaje de riego. El control químico de un patógeno de suelo es difícil, pero se podrían probar aplicaciones de un bactericida agrícola Agrimicyn o un agroquímico con actividad contra *Pseudomonas* para lo cual se recomienda tener mayor información con los Ingenieros Rony Muñoz y/o Mario Bustamante.

❖ 21 de Octubre de 1999:

Para tener mayor información de las alternativas que puede realizar en su ensayo de tesis se recomienda comunicarse con la Dra. Maria Mercedes de Doyle y/o con el Ing. Antonio Jaco.

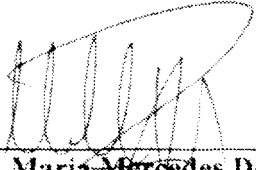
❖ 22 de Noviembre de 1999:

Revisar la dosis de aplicación de agroquímicos.

❖ 29 de Noviembre de 1999:

Esterilizar el suelo apropiadamente y evitar el exceso de humedad por mal drenaje. El control químico de patógenos de suelo es difícil, pero se podría probar aplicaciones de un bactericida o un agroquímico con actividad para *Pseudomonas*, para mayor información comunicarse con el Ing. Mario Bustamante.

**Atentamente**



\_\_\_\_\_  
**Dra. Maria Mercedes Doyle**  
 Coordinador del Centro de  
 Diagnóstico




\_\_\_\_\_  
**Lic. Karla Cruz Lagos**  
 Análisis realizados por

**ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA  
DEPARTAMENTO DE PROTECCION VEGETAL  
TEL. 776-6140, 776-6150 Ext. 2354, Fax 776-6242**

**CENTRO DE INVENTARIO AGROECOLOGICO Y  
DIAGNOSTICO**

---

FECHA: 28 DE MARZO DEL 2000

**DESTINATARIO**

Agrónomo Ana Rocío Ríos

TESISTA

---

LA INFORMACION QUE ABAJO SE PRESENTA ES EL INFORME DE MUESTREOS REALIZADOS EN EL INVERNADERO DE TESIS DE ANA ROCÍO RÍOS POR INICIATIVA DEL LABORATORIO DE FITOPATOLOGIA PARA MUESTREO DE CULTIVOS DE TOMATE AFECTADOS CON GEMINIVIRUS.

**INFORMACION GEMINIVIRUS**

Sintomatología presentada por las muestras recibidas:

- 11/10/99 Marchitez generalizada de la planta, ampollas en área cercana a la raíz.
- 21/10/99 Encolochamiento de hojas, mosaico, clorosis, moteado.
- 22/11/99 Hojas con bordes quemados.
- 29/11/99 Marchitez generalizada de la planta.
- 21/01/00 Este fue un muestreo realizado a la parcela de Ana Rocío por iniciativa de el Laboratorio de Fitopatología , ya que se sospecha la presencia del virus TYLCV en cultivos del Valle de El Zamorano. El muestreo se realizó al azar a 10 plantas de la parcela, las cuales presentaban de forma mas marcada los siguientes síntomas: encolochamiento de las hojas, mosaico, clorosis, moteado, enanismo, ampollamiento en el haz de las hojas y marchitamiento en general.

Los diagnósticos realizados para las muestras recibidas se entregaron el 18/10/99, 29/11/99, 01/12/99, 01/12/99 respectivamente.

El protocolo a seguir con las muestras recolectadas por iniciativa es el siguiente:

El procesamiento de la muestra se realiza de la siguiente manera:

1. Se toma nota de los síntomas de la muestra y de las condiciones en las que se encontraba a la hora de la recepción.
2. Se extrae el ADN total de la muestra, tomando las hojas mas pequeñas para tal fin. (Observe el adjunto de extracción de ADN mediante el método Doyle & Doyle)
3. Se realiza la Reacción en cadena de la Polimerasa (PCR), con el fin de amplificar el ADN del patógeno solamente, en éste caso es el de Geminivirus. (Observe el adjunto de PCR para diagnóstico de Geminivirus)
4. Se realiza una gel de electroforesis con el objetivo de visualizar los resultados obtenidos de la PCR.

La gel de electroforesis se realiza con reactivos como Agarosa al 0.75%, Buffer TBE 0.5X y Bromuro de Etidio 0.5µg/ml. Y se hace correr a un voltaje de 90 voltios durante 25-30 minutos.

Los resultados obtenidos en la electroforesis No. 1 para Geminivirus son los siguientes:

Arriba	Abajo
1. Marcador molecular	1. Marcador molecular
2. Control+	2. Control+
3. Control-	3. Control-
4. Control- con muestra-	4. Control- con muestra-
5. Inv C1 +	5. InvHF3 -
6. InvC2 -	6. InvHF4 -
7. InvC3 -	7. InvHF6 -
8. InvC4 +	8. InvHF8 -
9. InvF3 -	9. InvHP3 -
10. InvF6 -	10. InvHP4 -
11. InvF9 +	11. InvHP7 -
12. InvF10 +	12. InvHP8 -

## INFORMACION TYLCV

El 21/01/00 se realizó un muestreo al azar de diferentes áreas del valle del Zamorano, con el objetivo de determinar la presencia de Tomato Yellow Leaf Curly Virus (TYLCV) virus de la hoja amarilla en colochada del tomate (TYLCV), debido a la sospecha de la presencia de este virus. Dentro de las áreas comprendidas se encuentran los invernaderos F y C de la zona III, las plantas presentaban los siguientes síntomas: encolochamiento de las hojas, mosaico, clorosis, moteado, enanismo, ampollamiento en el haz de las hojas y marchitamiento en general. A las muestras primero se les realizó un PCR para la detección de la presencia de Geminivirus con imprimidores universales 715/1978.

La gel de electroforesis se realiza con reactivos como Agarosa al 0.75%, Buffer TBE 0.5X y Bromuro de Etidio 0.5µg/ml. Y se hace correr a un voltaje de 90voltios durante 25-30 minutos.

Los resultados obtenidos en la electroforesis No. 2 para Geminivirus son los siguientes:

Arriba	Abajo
1. Marcador Molecular	1. Marcador Molecular
2. Control +	2. Control +
3. Control -	3. Control -
4. Control - con muestra -	4. Control - con muestra -
5. Inv HF1 -	5. Inv F1 +
6. Inv HF2 -	6. Inv F2 +
7. Inv HF5 -	7. Inv F4 +
8. Inv HF7 +	8. Inv F5 +
9. Inv HP1 -	9. Inv F7 +
10. Inv HP2 -	10. Inv F8 +
11. Inv HP5 -	11. Planta No. 3 AJ +
12. Inv HP6 -	12. FzII 1 -

Los resultados obtenidos en la electroforesis No. 3 para Geminivirus son los siguientes:

Arriba	Abajo
1. ....	1. ....
2. ....	2. ....
3. Marcador Molecular	3. Marcador Molecular
4. Control +	4. Control -
5. Control -	5. Control -
6. Control - muestra -	6. Control - muestra -
7. Inv HF1 -	7. FzII 3 +
8. Inv HF2 -	8. PzII 5 +
9. Inv HF3 -	9. PzII 7 -
10. Inv HF7 -	10. PzII 10 -
11. Inv HP5 -	11. PzII 12 -
12. Inv HP6 -	12. PzII 13 -

A las muestras que presentaron positividad en el PCR de Geminivirus con imprimidores universales 715/1978, se les realizó PCR de TYLCV con imprimidores específicos c21/c287 para dicho virus. (Observe el adjunto de PCR para diagnóstico de TYLCV)

La gel de electroforesis se realiza con reactivos como Agarosa al 1.5%, Buffer TBE 0.5X y Bromuro de Etidio 0.5µg/ml. Y se hace correr a un voltaje de 90voltios durante 25-30 minutos.

Los resultados obtenidos en la electroforesis No. 1 de TYLCV son los siguientes:

Arriba	Abajo
1. Marcador molecular	1. Marcador molecular
2. Control + Egypt Isolate 1:10000	2. Control + Egypt Isolate 1:10000
3. Control -	3. Control -

4. Control - muestra -  
 5. Inv C1 +  
 6. Inv C4 -  
 7. Inv F1 +  
 8. Inv F2 +  
 9. Inv F4 +  
 10. Inv F5 +  
 11. Inv F7 +  
 12. Inv F8 +

4. Control - muestra -  
 5. Inv F9 -  
 6. Inv F10 +  
 7. Inv HF7 +  
 8. FzII 2 +  
 9. FzII 3 +  
 10. PzII 4 +/-  
 11. PzII 5 +  
 12. PzII 6 +

Inv C: Invernadero C zona III

Inv F: Invernadero F zona III

Inv HF: Invernadero Hortalizas var. Floridade

Inv HP: Invernadero Hortalizas var. Peto 98

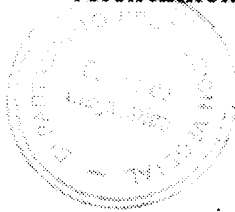
FzII: Zona II var. Floridade

PzII: Zona II var. Peto 98

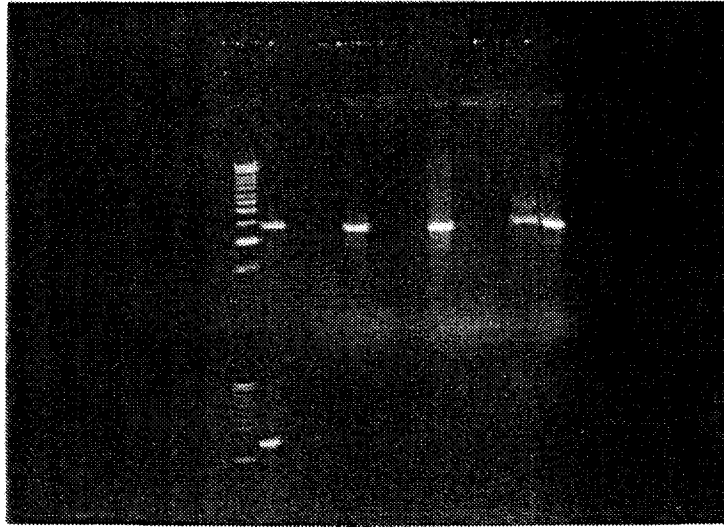
Planta No. 3 AJ: Muestra de Ing. Antonio Jaco

Dra. María Mercedes Doyle  
 Responsable del Centro de  
 Diagnóstico

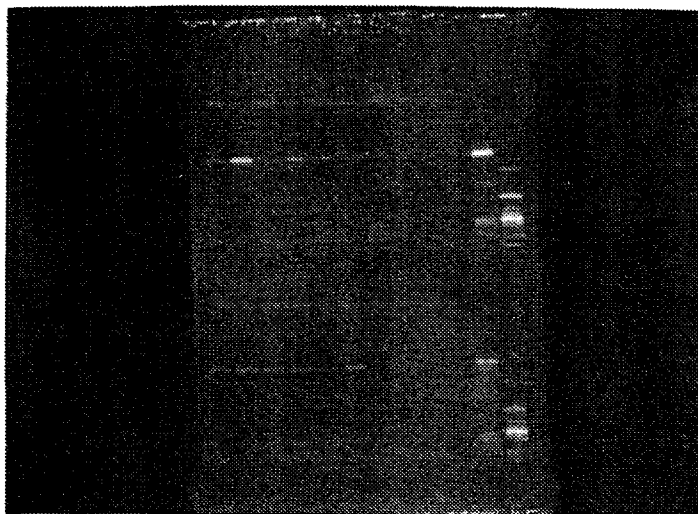
**Atentamente**



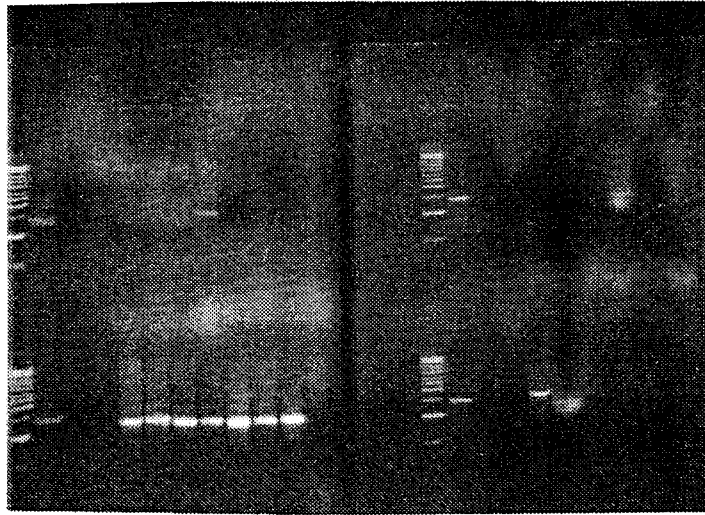
Lic. Karla Cruz Lagos  
 Muestreo y estudio realizado por



**Gel de electroforesis No.1**



**Gel de electroforesis No.2**



**Gel de electroforesis No.3**

## ANEXO 6

## Estimación del número de frutos totales en la cosecha 1 a 3

Tratamiento	P(F)	R <sup>2</sup>	b <sub>0</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>
E1	0.0001	0.91	1,240.87	5.158	-
G1	0.0001	0.76	39,645.00	-	0.0006
E2	0.0001	0.84	6,939.19	3.911	-
G2	0.0001	0.64	15,964.00	7.180	-
ES	0.0001	0.910	1,062.58	5.390	-
GS	0.0001	0.74	13,484.00	6.371	-

## Estimación del número de frutos no comerciales en la cosecha 1 a 3

Tratamiento	P(F)	R <sup>2</sup>	b <sub>0</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>
E1	0.0001	0.79	800.16	4.978	-
G1	0.0001	0.73	-398.70	21.931	-
E2	0.0001	0.78	1,994.18	3.698	-
G2	0.0001	0.69	108.70	19.310	-
ES	0.0001	0.57	1,311.85	4.07	-
GS	0.0001	0.54	3,353.48	10.33	-

## ANEXO 7

## VARIABLES DE PRODUCCION

## Resultados del análisis de varianza (ANDEVA) o análisis de covarianza (ANCOVA) niveles de significancia y determinación.

Fuente de variación	RT	FT	PPT	RC	FC	PPC	RNC	FNC	PPNC
Sustrato	0.12	0.04	0.26	0.42	0.45	0.17	0.006	0.0001	0.31
Drenaje	0.02	0.13	0.08	0.06	0.16	0.19	0.004	0.05	0.004
Variedad	0.24	0.0001	0.0001	0.11	0.0001	0.0001	0.002	0.0001	0.0001
Sustrato*Variedad	ns	ns	0.04	ns	ns	ns	ns	0.0001	0.004
Drenaje*Variedad	ns	0.08	ns	ns	0.07	ns	0.0005	ns	0.003
Medio*Drenaje*Variedad	0.19	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Covariable geminivirus	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0.08	0.06	ns
<b>Modelo:</b>									
P(F)	0.07	0.0001	0.0001	0.13	0.0001	0.0007	0.0001	0.0001	0.0001
R <sup>2</sup>	0.65	0.88	0.70	0.62	0.76	0.49	0.74	0.90	0.94
CV%	33.55	19.67	31.42	39.30	27.19	37.50	26.66	26.33	18.01

RT=rendimiento total (t/ha). RC=rendimiento comercial (t/ha). RNC=rendimiento no comercial (t/ha).

FT=frutos totales (miles). FC=frutos comerciales (miles). FNC=frutos no comerciales (miles).

PPT=peso promedio total (g). PPC=peso promedio comercial (g). PPNC=peso promedio no comercial (g).

ns= no significativo.

## ANEXO 8

## Costos comunes (Lps/ha)

Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Subtotal	Total	%
<b>Instalaciones y equipo</b>					<b>6,999.95</b>	<b>9.78</b>
Invernadero	día	25.89	146	3,779.94		
Riego	ha	2,500.00	1	2,500.00		
Tractor (acarreo postes)	hr	71.50	4	286.00		
Tractor (acarreo plántulas)	hr	71.50	6	434.01		
<b>Mano de obra</b>					<b>17,505.75</b>	<b>24.45</b>
Instalación sistema de riego	hr-hm	8.62	194	1,667.97		
Transplante	hr-hm	8.62	150	1,293.00		
Aplicaciones	hr-hm	8.62	212	1,823.39		
Deshierba alrededor	hr-hm	8.62	28	241.36		
Supervisión de riego	hr-hm	8.62	95	818.90		
Cosecha	hr-hm	8.62	1,161	10,006.10		
Eliminación del cultivo	hr-hm	8.62	192	1,655.04		
<b>Insumos</b>					<b>30,017.62</b>	<b>41.93</b>
Plántulas	unidad	0.25	20,475	5,118.75		
Poste	unidad	4.17	748	3,119.16		
Pie de amigo	unidad	2.50	176	440.00		
Regla 1/4"x2"	unidad	0.50	792	396.00		
Tensor	unidad	6.67	176	1,173.92		
Alambre #10	lb	0.53	2,618	1,387.54		
Cabulla	m	0.01	61,425	614.25		
Microtubos	unidad	0.64	20,475	13,104.00		
Manguera	m	1.06	4,400	4,664.00		
<b>Fertilizantes</b>					<b>5,612.93</b>	<b>7.84</b>
20-20-20	lb	5.85	13	76.05		
Cal dolomítica	lb	0.70	564	395.00		
Calcio Boro	cc	0.09	2,547	229.23		
Poliquel Calcio	cc	0.09	34,785	3,130.65		
Urea	lb	1.50	1,188	1,782.00		
<b>Plaguicidas</b>					<b>11,448.57</b>	<b>15.99</b>
Acrobat	g	0.48	1,456	699.03		
Adherente 810	cc	0.05	9,317	465.85		
Agrymicin 16.5WP	g	0.57	1,822	1,038.45		
Confidor 70WG	g	4.44	371	1,646.43		
Evisect	g	0.73	969	707.13		
Lannate	g	0.74	3,031	2,242.97		
Manzate 80WP	g	0.08	21,742	1,739.39		
Talstar 10EC	cc	1.06	666	705.66		

Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Subtotal	Total	%
Thiodan	cc	0.15	546	81.92		
Vertimec	cc	3.38	231	779.37		
Volatón granulado 1.5%	g	0.02	24,182	483.64		
Vydate-L	cc	0.29	2,961	858.74		
<b>TOTAL</b>					<b>71,584.82</b>	<b>100.00</b>

Tasa de cambio promedio en el periodo de inversión Lps 14.50 por US\$.

hr-hm=hora hombre.

## ANEXO 9

## Costos diferenciales para suelo (Lps/ha)

Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Subtotal	Total	%
<b>Instalaciones y equipo</b>					<b>1,653.95</b>	<b>3.21</b>
Arado	hr	219.27	2.0	438.54		
Rastra	hr	219.27	1.5	328.91		
Monocultivador	hr	197.00	2.5	492.50		
Surcador	hr	197.00	2.0	394.00		
<b>Mano de obra</b>			<b>5,570.0</b>		<b>48,013.57</b>	<b>93.12</b>
Encalado	hr-hm	8.62	49.0	422.38		
Elaboración de camas	hr-hm	8.62	91.0	784.59		
Sistema de tutorio	hr-hm	8.62	1,267.0	10,921.54		
Deshierbe	hr-hm	8.62	1,887.0	16,265.94		
Aplicaciones	hr-hm	8.62	23.0	198.26		
Poda y tutorio	hr-hm	8.62	1,403.0	12,093.86		
Cosecha	hr-hm	8.62	850.0	7,327.00		
<b>Insumos</b>					<b>1,540.00</b>	<b>2.99</b>
Cal dolomítica	lb	0.70	2,200.0	1,540.00		
<b>Plaguicidas</b>					<b>355.89</b>	<b>0.69</b>
Benlate	g	0.49	91.0	44.60		
Agrymicin 16.5WP	g	0.57	546.1	311.29		
<b>TOTAL</b>					<b>51,563.40</b>	<b>100.00</b>

Tasa de cambio promedio en el período de inversión Lps 14.50 por US\$.

hr-hm=hora hombre.

## ANEXO 10

## Costos diferenciales para sustrato 1 (Lps/ha)

Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Subtotal	Total	%
<b>Instalaciones y equipo</b>					<b>8,472.00</b>	<b>14.42</b>
Pasteurización	unidad	114.00	48.0	5,472.00		
Tractor (acarreo medio)	unidad	62.50	48.0	3,000.00		
<b>Mano de obra</b>					<b>41,238.60</b>	<b>70.18</b>
Preparación de medio	hr-hm	8.62	144.0	1,241.28		
Manejo de bolsas	hr-hm	8.62	496.1	4,276.04		
Sistema de tutorio	hr-hm	8.62	1,490.0	12,843.80		
Deshierbe	hr-hm	8.62	4.0	34.48		
Poda y tutorio	hr-hm	8.62	1,650.0	14,223.00		
Cosecha	hr-hm	8.62	1,000.0	8,620.00		
<b>Insumos</b>					<b>9,051.67</b>	<b>15.40</b>
Plástico	m <sup>2</sup>	0.01	6,667.0	66.67		
Bolsas	unidad	0.20	20,475.0	4,095.00		
Compost	m <sup>3</sup>	10.00	206.0	2,060.00		
Casulla de arroz	m <sup>3</sup>	15.00	121.0	1,815.00		
Arena	m <sup>3</sup>	35.00	29.0	1,015.00		
<b>TOTAL</b>					<b>58,762.27</b>	<b>100.00</b>

Tasa de cambio promedio en el periodo de inversión Lps 14.50 por US\$.

hr-hm=hora hombre.

## ANEXO 11

## Costos diferenciales para sustrato 2 (Lps/ha)

Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Subtotal	Total	%
<b>Instalaciones y equipo</b>					<b>8,472.00</b>	<b>14.26</b>
Pasteurización	unidad	114.00	48.0	5,472.00		
Tractor (acarreo medio)	unidad	62.50	48.0	3,000.00		
<b>Mano de obra</b>					<b>41,238.60</b>	<b>69.43</b>
Preparación de medio	hr-hm	8.62	144.0	1,241.28		
Manejo de bolsas	hr-hm	8.62	496.1	4,276.04		
Sistema de tutorio	hr-hm	8.62	1,490.0	12,843.80		
Deshierbe	hr-hm	8.62	4.0	34.48		
Poda y tutorio	hr-hm	8.62	1,650.0	14,223.00		
Cosecha	hr-hm	8.62	1,000.0	8,620.00		
<b>Insumos</b>					<b>9,686.67</b>	<b>16.31</b>
Plástico	m <sup>2</sup>	0.01	6,667.0	66.67		
Bolsas	unidad	0.20	20,475.0	4,095.00		
Compost	m <sup>3</sup>	10.00	135.0	1,350.00		
Casulla de arroz	m <sup>3</sup>	15.00	178.0	2,670.00		
Arena	m <sup>3</sup>	35.00	43.0	1,505.00		
<b>TOTAL</b>					<b>59,397.27</b>	<b>100.00</b>

Tasa de cambio promedio en el periodo de inversión Lps 14.50 por US\$.

hr-hm = hora hombre.

## ANEXO 12

**Presupuesto total (Epoca seca, precio promedio de venta Lps 2.12/lb)**

	<b>G1</b>	<b>G2</b>	<b>GS</b>	<b>E1</b>	<b>E2</b>	<b>ES</b>
<b>Rendimiento medio (t/ha)</b>	42.53	52.67	51.51	47.49	43.73	24.87
<b>Rendimiento ajustado (t/ha)</b>	34.02	42.14	41.21	37.99	34.98	19.90
<b>Beneficios brutos de campo (Lps/ha)</b>	158,688	196,522	192,194	177,195	163,165	92,795
<b>Costos comunes (Lps/ha)</b>	71,585	71,585	71,585	71,585	71,585	71,585
<b>Instalaciones y equipo (Lps/ha)</b>	8,472	8,472	1,654	8,472	8,472	1,654
<b>Mano de obra (Lps/ha)</b>	41,239	41,239	48,014	41,239	41,239	48,014
<b>Insumos (Lps/ha)</b>	9,052	9,687	1,540	9,052	9,687	1,540
<b>Plaguicidas (Lps/ha)</b>	0	0	356	0	0	356
<b>Total de costos diferenciales (Lps/ha)</b>	58,762	59,398	51,563	58,762	59,398	51,563
<b>Costos totales (Lps/ha)</b>	130,347	130,982	123,148	130,347	130,982	123,148
<b>Beneficio neto (Lps/ha)</b>	28,341	65,540	69,046	46,848	32,183	-30,353
<b>Rentabilidad sobre costos (%)</b>	22	50	56	36	25	-25

G1=Galileo, sustrato 1.

E1=EF-52, sustrato 1.

G2=Galileo, sustrato 2.

E2=EF-52, sustrato 2.

GS=Galileo, suelo.

ES=EF-52, suelo.

Tasa de cambio promedio en el periodo de inversión Lps 14.50 por US\$.

## ANEXO 13

**Presupuesto total (Epoca lluviosa, precio promedio de venta Lps 3.52/lb)**

	<b>G1</b>	<b>G2</b>	<b>GS</b>	<b>E1</b>	<b>E2</b>	<b>ES</b>
<b>Rendimiento medio (t/ha)</b>	42.53	52.67	51.51	47.49	43.73	24.87
<b>Rendimiento ajustado (t/ha)</b>	34.02	42.14	41.21	37.99	34.98	19.90
<b>Beneficios brutos de campo (Lps/ha)</b>	263,482	326,301	319,115	294,210	270,916	154,075
<b>Costos comunes (Lps/ha)</b>	71,585	71,585	71,585	71,585	71,585	71,585
<b>Instalaciones y equipo (Lps/ha)</b>	8,472	8,472	1,654	8,472	8,472	1,654
<b>Mano de obra (Lps/ha)</b>	41,239	41,239	48,014	41,239	41,239	48,014
<b>Insumos (Lps/ha)</b>	9,052	9,687	1,540	9,052	9,687	1,540
<b>Plaguicidas (Lps/ha)</b>	0	0	356	0	0	356
<b>Total de costos diferenciales (Lps/ha)</b>	58,762	59,398	51,563	58,762	59,398	51,563
<b>Costos totales (Lps/ha)</b>	130,347	130,982	123,148	130,347	130,982	123,148
<b>Beneficio neto (Lps/ha)</b>	133,135	195,319	195,967	163,863	139,934	30,926
<b>Rentabilidad sobre costos (%)</b>	102	149	159	126	107	25

G1=Galileo, sustrato 1.

E1=EF-52, sustrato 1.

G2=Galileo, sustrato 2.

E2=EF-52, sustrato 2.

GS=Galileo, suelo.

ES=EF-52, suelo.

Tasa de cambio promedio en el periodo de inversión Lps 14.50 por US\$.

## ANEXO 14

**Presupuesto parcial (Epoca seca, precio promedio de venta Lps 2.12/lb)**

	<b>G1</b>	<b>G2</b>	<b>GS</b>	<b>E1</b>	<b>E2</b>	<b>ES</b>
<b>Rendimiento medio (T/ha)</b>	42.53	52.67	51.51	47.49	43.73	24.87
<b>Rendimiento ajustado (T/ha)</b>	34.02	42.14	41.21	37.99	34.98	19.90
<b>Beneficios brutos de campo (Lps/ha)</b>	158,688	196,522	192,194	177,195	163,165	92,795
<b>Instalaciones y equipo (Lps/ha)</b>	8,472	8,472	1,654	8,472	8,472	1,654
<b>Mano de obra (Lps/ha)</b>	41,239	41,239	48,014	41,239	41,239	48,014
<b>Insumos (Lps/ha)</b>	9,052	9,687	1,540	9,052	9,687	1,540
<b>Plaguicidas (Lps/ha)</b>	0	0	356	0	0	356
<b>Total de costos diferenciales (Lps/ha)</b>	58,762	59,398	51,563	58,762	59,398	51,563
<b>Beneficios netos (Lps/ha)</b>	<b>99,926</b>	<b>137,125</b>	<b>140,631</b>	<b>118,432</b>	<b>103,768</b>	<b>41,232</b>

G1=Galileo, sustrato 1.

E1=EF-52, sustrato 1.

G2=Galileo, sustrato 2.

E2=EF-52, sustrato 2.

GS=Galileo, suelo.

ES=EF-52, suelo.

Tasa de cambio promedio en el periodo de inversión Lps 14.50 por US\$.

## ANEXO 15

**Presupuesto parcial (Epoca lluviosa, precio promedio de venta Lps 3.52/lb)**

	<b>G1</b>	<b>G2</b>	<b>GS</b>	<b>E1</b>	<b>E2</b>	<b>ES</b>
<b>Rendimiento medio (T/ha)</b>	42.53	52.67	51.51	47.49	43.73	24.87
<b>Rendimiento ajustado (T/ha)</b>	34.02	42.14	41.21	37.99	34.98	19.90
<b>Beneficios brutos de campo (Lps/ha)</b>	263,482	326,301	319,115	294,210	270,916	154,075
<b>Instalaciones y equipo (Lps/ha)</b>	8,472	8,472	1,654	8,472	8,472	1,654
<b>Mano de obra (Lps/ha)</b>	41,239	41,239	48,014	41,239	41,239	48,014
<b>Insumos (Lps/ha)</b>	9,052	9,687	1,540	9,052	9,687	1,540
<b>Plaguicidas (Lps/ha)</b>	0	0	356	0	0	356
<b>Total de costos diferenciales (Lps/ha)</b>	58,762	59,398	51,563	58,762	59,398	51,563
<b>Beneficios netos (Lps/ha)</b>	<b>204,720</b>	<b>266,904</b>	<b>267,551</b>	<b>235,448</b>	<b>211,518</b>	<b>102,511</b>

G1=Galileo, sustrato 1.

E1=EF-52, sustrato 1.

G2=Galileo, sustrato 2.

E2=EF-52, sustrato 2.

GS=Galileo, suelo.

ES=EF-52, suelo.

Tasa de cambio promedio en el período de inversión Lps 14.50 por US\$.

### ANEXO 16

**Análisis de dominancia (Epoca seca, precio promedio de venta Lps.2.12/lb)**

Tratamiento	Variedad	Medio	Total costos diferenciales (Lps/ha)	Beneficios netos (Lps/ha)	Por variedad	En conjunto
1	Galileo	Suelo	51,563	140,631		
2	Galileo	Sustrato 2	59,398	137,125	D	D
3	Galileo	Sustrato 1	58,762	99,926	D	D
4	EF-52	Suelo	51,563	41,232	D	D
5	EF-52	Sustrato 2	59,398	103,768	D	D
6	EF-52	Sustrato 1	58,762	118,432		D

Tasa de cambio promedio en el periodo de inversión Lps 14.50 por US\$.

### ANEXO 17

**Análisis de dominancia (Epoca lluviosa, precio promedio de venta Lps.3.52/lb)**

Tratamiento	Variedad	Medio	Total costos diferenciales (Lps/ha)	Beneficios netos (Lps/ha)	Por variedad	En conjunto
1	Galileo	Suelo	51,563	267,551		
2	Galileo	Sustrato 2	59,398	266,904	D	D
3	Galileo	Sustrato 1	58,762	204,720	D	D
4	EF-52	Suelo	51,563	102,511	D	D
5	EF-52	Sustrato 2	59,398	211,518	D	D
6	EF-52	Sustrato 1	58,762	235,448		D

Tasa de cambio promedio en el periodo de inversión Lps 14.50 por US\$.