


**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
AGRONOMIA**



**EVALUACION AGROECONOMICA DEL USO DE COBERTORES DE
POLIPROPILENO EN MACROTUNEL, PARA LA PRODUCCION
DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill.),
EN TRES EPOCAS DEL AÑO, EN EL VALLE
DE CHIQUIMULA.**

TESIS

PRESENTADA AL HONORABLE CONSEJO DIRECTIVO

POR

JOSE ABEL DUARTE VILLEDA

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRONOMO

**EN EL GRADO ACADEMICO DE
LICENCIADO**

Chiquimula, octubre de 2007

INDICE GENERAL

Contenido	Página
I. INTRODUCCION	01
II. DEFINICION DEL PROBLEMA	02
III. JUSTIFICACION	03
IV. OBJETIVOS	04
1. General	04
2. Específicos	04
V. HIPOTESIS	05
VI. MARCO TEORICO	06
1. Marco conceptual	06
1.1 Generalidades del cultivo de tomate	06
1.1.1 Fenología del cultivo	06
1.1.2 Requerimientos edafoclimáticos	07
a). Temperatura	07
b). Humedad relativa	07
c). Luminosidad	08
d). Suelo	08
1.1.3 Requerimientos nutricionales	08
1.1.4 Plagas y enfermedades	08
1.2 Cobertores de tela de polipropileno	12
1.2.1 Descripción e Importancia	12
a). Cubierta en forma flotante	13
b). Cubierta en forma de microtúnel	13
c). Cubierta en forma de macrotúnel	13
1.2.2 Ventajas de los cobertores en macro túneles	13
1.2.3 Desventajas de los cobertores en macro túneles	14
1.2.4 Costos y Viabilidad Económica	14
1.3 Generación y validación de tecnología agropecuaria por Medio de investigación en fincas	15
1.3.1 Ensayos de finca	16
1.3.2 Tipos de ensayos en finca	16
a). Ensayos exploratorios	16
b). Ensayos en sitios específicos	16
c). Ensayos agro-económicos regionales	16
d). Ensayos conducidos por el agricultor	17
1.3.3 El papel de la investigación en sistemas de finca	17
1.3.4 Propósitos de la investigación en finca	18

1.3.5	Diseño	18
1.3.6	Parcelas de control	19
1.3.7	Análisis e interpretación de los resultados	19
a).	La evaluación del agricultor	19
b).	La evaluación de los investigadores	19
2.	Marco Referencial	20
2.1	Ubicación y descripción del área experimental	20
2.2	Variedad de tomate utilizada en la investigación	21
2.3	Investigaciones realizadas con cobertores de plantas	22
VII.	METODOLOGIA	23
1.	Parcelas de validación	23
1.1	Parcela de control	23
1.2	Epocas	23
2.	Manejo agronómico del ensayo	24
2.1	Preparación de Suelos	24
2.2	Formación de camas	24
2.3	Colocación de mangueras	24
2.4	Colocación de mulch	24
2.5	Ahoyado	25
2.6	Elaboración de Macrotuneles	25
2.7	Siembra	25
2.8	Control de Malezas	25
2.9	Fertirriego	26
2.10	Control de plagas y enfermedades	26
2.11	Tutoreo	26
2.12	Cosecha	26
3.	Variable respuesta	27
3.1	Humedad Relativa	27
3.2	Temperatura	27
3.3	Altura de la planta	27
3.4	Días a floración	27
3.5	Número de racimos florales por planta	27
3.6	Días a fructificación	28
3.7	Número de racimos de frutos por planta	28
3.8	Tiempo de maduración	28
3.9	Identificación y cuantificación de plantas enfermas	28
3.10	Rendimiento	28
4.	Manejo del ensayo	29
4.1	Registros de Temperatura y Humedad Relativa	29
4.2	Muestreo de altura de planta	29
4.3	Muestreo días a floración	29
4.4	Muestreo de racimos florales por planta	29
4.5	Muestreo días a fructificación	29
4.6	Muestreo de racimos de frutos por planta	30
4.7	Muestreo tiempo de maduración	30

4.8	Muestreo de frutos por planta	30
4.9	Muestreo incidencia de enfermedades	30
4.10	Rendimiento	30
5.	Análisis de los datos	31
5.1	Análisis estadístico	31
5.1.1	Distribución de los intervalos de confianza	31
5.1.2	Análisis económico	32
	a). Tasa marginal de retorno	32
VIII.	DISCUSION DE RESULTADOS	33
IX.	CONCLUSIONES	50
X.	RECOMENDACIONES	51
XI.	BIBLIOGRAFIA	52
XII.	ANEXOS	54

INDICE DE FIGURAS

Figura	Contenido	Página
01	Relación macrotunel y testigo con la humedad relativa media para la primera época, en el cultivo de tomate, Chiquimula 2005.	33
02	Relación macrotunel y testigo con la humedad relativa máxima para la primera época, en el cultivo de tomate, Chiquimula 2005.	33
03	Relación macrotunel y testigo con la humedad relativa mínima para la primera época, en el cultivo de tomate, Chiquimula 2005.	33
04	Relación macrotunel y testigo con la humedad relativa media para la segunda época, en el cultivo de tomate, Chiquimula 2005.	34
05	Relación macrotunel y testigo con la media de humedad relativa máxima para la segunda época, en el cultivo de tomate, Chiquimula 2005.	34
06	Relación macrotunel y testigo con la media de humedad relativa mínima para la segunda época, en el cultivo de tomate, Chiquimula 2005.	34
07	Relación macrotunel y testigo con la humedad relativa media para la tercera época, en el cultivo de tomate, Chiquimula 2005-2006.	35
08	Relación macrotunel y testigo con la media de humedad relativa máxima para la tercera época, en el cultivo de tomate, Chiquimula 2005-2006.	35
09	Relación macrotunel y testigo con la media de humedad relativa mínima para la tercera época, en el cultivo de tomate, Chiquimula 2005-2006.	35
10	Relación macrotunel y testigo con la temperatura media para la primera época, en el cultivo de tomate, Chiquimula 2005.	36
11	Relación macrotunel y testigo con la media de temperatura máxima para la primera época, en el cultivo de tomate, Chiquimula 2005.	36
12	Relación macrotunel y testigo con la media de temperatura mínima para la primera época, en el cultivo de tomate, Chiquimula 2005.	36
13	Relación macrotunel y testigo con la temperatura media para la segunda época, en el cultivo de tomate, Chiquimula 2005.	37

14	Relación macrotunel y testigo con la media de temperatura máxima para la segunda época, en el cultivo de tomate, Chiquimula 2005.	37
15	Relación macrotunel y testigo con la media de temperatura mínima para la segunda época, en el cultivo de tomate, Chiquimula 2005.	37
16	Relación macrotunel y testigo con la temperatura media para la tercera época, en el cultivo de tomate, Chiquimula 2005 -2006.	38
17	Relación macrotunel y testigo con la media de temperatura máxima para la tercera época, en el cultivo de tomate, Chiquimula 2005 - 2006.	38
18	Relación macrotunel y testigo con la media de temperatura mínima para la tercera época, en el cultivo de tomate, Chiquimula 2005 2006.	38
19	Relación macrotunel y testigo con la altura media por planta en las tres épocas, en el cultivo de tomate, Chiquimula 2005 - 2006.	39
20	Relación días a floración y épocas de siembra en el cultivo de tomate, Chiquimula, 2005-2006.	40
21	Relación macrotunel y testigo con número de racimos florales por estratos por planta, en la primera época, en el cultivo de tomate, Chiquimula 2005.	40
22	Relación macrotunel y testigo con número de racimos florales por estratos por planta, en la segunda época, en el cultivo de tomate, Chiquimula 2005.	40
23	Relación macrotunel y testigo con número de racimos florales por estratos por planta, en la tercera época, en el cultivo de tomate, Chiquimula 2005 -2006.	41
24	Relación días a fructificación y épocas de siembra en el cultivo de tomate, Chiquimula, 2005-2006.	42
25	Relación macrotunel y testigo con número de racimos de frutos por estratos por planta, en la primera época, en el cultivo de tomate, Chiquimula 2005.	43
26	Relación macrotunel y testigo con número de racimos de frutos por estratos por planta, en la segunda época, en el cultivo de tomate, Chiquimula 2005.	43
27	Relación macrotunel y testigo con número de racimos de frutos por estratos por planta, en la tercera época, en el cultivo de tomate, Chiquimula 2005-2006.	43

28	Relación tiempo de maduración y épocas de siembra en el cultivo de tomate, Chiquimula, 2005-2006.	44
29	Relación Macrotunel y Testigo con el numero de frutos por plantas muestreadas en la primera época, en el cultivo de tomate, Chiquimula 2005.	45
30	Relación Macrotunel y Testigo con el numero de frutos por plantas muestreadas en la segunda época, en el cultivo de tomate, Chiquimula 2005.	45
31	Relación Macrotunel y Testigo con el numero de frutos por plantas muestreadas en la tercera época, en el cultivo de tomate, Chiquimula 2005.	45
32	Relación Enfermedades y tratamientos en la primera época, en el cultivo de tomate, Chiquimula 2005.	46
33	Relación Enfermedades y Tratamientos en la segunda Época, en el cultivo de tomate, Chiquimula 2005.	46
34	Relación Enfermedades y Tratamientos en la tercera Época, en el cultivo de tomate, Chiquimula 2005.	46
35	Relación rendimiento y épocas de siembra en el cultivo de tomate, Chiquimula 2005-2006.	47
36	Relación Análisis de Estabilidad y rendimiento para el testigo y macrotunel, en el cultivo de tomate en tres épocas de siembra Chiquimula 2005-2006.	48

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Contenido	Página
01	Principales plagas del cultivo de tomate	09
02	Enfermedades que afectan al cultivo de tomate	10
03	Virus que afectan al cultivo de tomate	11
04	Análisis económico	49

I. INTRODUCCION

El cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), es una de las hortalizas más importantes en el valle de Chiquimula, su establecimiento, manejo y producción se considera una actividad productiva de alto riesgo con relación a los niveles de inversión, debido al ataque de plagas, principalmente mosca blanca (*Bemisia tabaci*) que es una de las responsables en la transmisión de enfermedades viróticas, que reducen drásticamente el rendimiento y la productividad del cultivo. El control de mosca blanca y otras plagas en el cultivo de tomate, ha sido tradicionalmente por medio de controles químicos; sin embargo, el uso de telas no tejidas de polipropileno para la producción del cultivo a partir del año 2,001 en Guatemala, han permitido en algunas regiones desarrollar una técnica eficaz que permite reducir la aplicación de insecticidas sintéticos, alcanzando mejores beneficios económicos para el productor, logrando mayores producciones por unidad de área. Se han diseñado varios sistemas de cobertura, siendo los más comunes el micro y macrotuneles.

El macrotunel utiliza una estructura de tubos de hierro de 3/4" (pulgada), y 6 metros de largo doblados en forma de arcos, separados a una distancia de 7 metros entre uno y otro, colocándose la tela de polipropileno por encima de ellos, dentro del túnel se pueden sembrar tres hileras de tomate a un distanciamiento de 1.2 metros entre surcos y 0.40 a 0.50 entre planta. La estructura es promisoria desde que se reduce al máximo el contacto físico con los insectos; sin embargo, existe muy poca información de la viabilidad agronómica y económica en la utilización de esta tecnología; por tal razón con el objetivo de validar su utilización en la región del valle de Chiquimula se establecieron parcelas en dicha localidad con macrotunel, en tres épocas del año, con el propósito de conocer la viabilidad y estabilidad agroeconómica de la tecnología y ofrecer a los productores de hortalizas del valle, los principales factores que condicionaron su uso; para que posteriormente se hagan las recomendaciones necesarias de manejo.

II. DEFINICION DEL PROBLEMA

Actualmente ha surgido una nueva modalidad de producción de tomates con la introducción de coberturas flotantes para las plantas (micro y macrotuneles) con telas no tejidas a base de polipropileno, sirviendo como barrera física para Áfidos (***Aphis sp***) y Mosca Blanca (***Bemisia tabaci***) vectores de diversos geminivirus que afectan el cultivo desde el momento del trasplante hasta los 45 a 60 días de desarrollo. El cultivo de hortalizas con esta técnica ha dado excelentes resultados en otros países y en algunas regiones de Guatemala, sin embargo; el uso de este tipo de tecnologías obliga a los productores a la adopción de “paquetes tecnológicos” que no siempre son viables (agronómica y económicamente).

Con la reducción de los esfuerzos estatales para generar, validar y transferir tecnología agrícola para productores tradicionales, en combinación con la poca disponibilidad de información por parte de los programas de investigación de las empresas privadas y organizaciones de productores; se justifica la necesidad de evaluar mecanismos de producción para el cultivo de tomate con el propósito de recomendar este tipo de tecnologías bajo las condiciones de los productores locales; permitiendo generar información de amplia utilidad no solo para las empresas que se dedican a promover su utilización, sino para los técnicos de campo de diferentes organizaciones que prestan el servicio de asistencia técnica.

III. JUSTIFICACION

Debido al difícil control de vectores de geminivirus en cultivos hortícolas, uno de los métodos más efectivos sin contaminar el ambiente ha sido cubrir las plantas con telas no tejidas de polipropileno el cual permite reducir el contacto directo de los insectos con la planta. En la región nor-oriental de Guatemala, el uso de estos medios de cobertura inició desde 1999 en el cultivo de melón, por las empresas exportadoras localizadas en el valle de la Fragua, Zacapa; posteriormente se fue adaptando su uso en la producción de chiles y tomates.

Actualmente se ha introducido un nuevo método de cobertura de plantas, el cual se denomina Macrotuneles (pequeños invernaderos); los que permiten proteger al cultivo durante todo el ciclo de producción, permitiendo realizar las diferentes labores agrícolas sin dificultades. Esta es una tecnología promisorio debido a que protege a la plantas de insectos vectores, actuando como barrera física. Sin embargo es necesario conocer la viabilidad y estabilidad económica de su uso en cuanto a este tipo de práctica, especialmente en diferentes épocas del año. Con lo anterior se pretendió identificar los diferentes problemas y factores que son condicionantes en su aplicabilidad con relación a la estabilidad de los resultados obtenidos, los cuales servirán como elementos, para ofrecer recomendaciones en lo agronómico y económico para los productores de tomates en la región de Chiquimula.

IV. OBJETIVOS

1. GENERAL

Generar información que permita conocer la viabilidad y estabilidad agroeconómica, del uso de polipropileno en macrotunel para cultivar tomate (*Lycopersicon esculentum Mill.*) en diferentes épocas de siembra, en el valle de Chiquimula.

2. ESPECIFICOS

- Evaluar la influencia del cobertor de polipropileno sobre el desarrollo y potencial de rendimiento del cultivo de tomate bajo las condiciones agroclimáticas del valle de Chiquimula.
- Comparar por medio del establecimiento de un testigo de iguales dimensiones de producción, las ventajas y desventajas agronómicas del uso de macrotunel de polipropileno sobre los sistemas de producción de tomate, en la localidad de Chiquimula.
- Evaluar la viabilidad y estabilidad agroeconómica de la utilización de cobertor de polipropileno en macrotunel para diferentes épocas de producción, en el valle de Chiquimula.

V. HIPOTESIS

1. Hipótesis Nula

El uso de cobertores de polipropileno dispuestos en macrotuneles para la producción de tomate, tienen el mismo efecto en el rendimiento que los sistemas tradicionales.

2. Hipótesis Alternativa

Al menos en una de las tres épocas evaluadas, los cobertores de polipropileno dispuestos en macrotuneles para la producción de tomate, tiene un efecto diferente sobre el rendimiento del cultivo.

VI. MARCO TEORICO

1. MARCO CONCEPTUAL

1.1 Generalidades del cultivo de tomate

1.1.1 Fenología del cultivo

La planta tiene características como, buen follaje y cobertura, adecuado para áreas de clima cálido y templado. Su crecimiento determinado o indeterminado, puede desarrollarse en forma rastrera, semierecta o recta; con una madurez relativa de 110 días. El tallo principal tiene un grosor que oscila entre 2-4 centímetros, en su base, sobre el que se van desarrollando hojas, tallos secundarios, ramificaciones e inflorescencias. (Superb 2005).

El sistema radicular posee una raíz principal, con raíces secundarias y raíces adventicias. Seccionando transversalmente la raíz principal y de fuera hacia dentro encontramos: epidermis, donde se ubican los pelos absorbentes especializados en tomar agua y nutrientes, cortex y cilindro central, donde se sitúa el xilema (conjunto de vasos especializados en el transporte de los nutrientes). (Superb 2005).

La flor es perfecta, regular e hipogina y consta de 5 o más sépalos, de igual número de pétalos de color amarillo y dispuestos de forma helicoidal a intervalos de 135° , de igual número de estambres soldados que se alternan con los pétalos y forman un cono estaminal que envuelve al gineceo, y de un ovario bi o plurilocular. Estas flores se agrupan en inflorescencias de tipo racemoso (dicasio), generalmente en número de 3 a 10, es frecuente que el eje principal de la inflorescencia se ramifique por debajo de la primera flor formada, dando lugar a una inflorescencia compuesta.

La primera flor se forma en la yema apical y las demás se disponen lateralmente por debajo de la primera, alrededor del eje principal. (Superb 2005).

Sus frutos son del tipo pera de color rojo y consistente, adecuado para el transporte en largas distancias. El peso del mismo es mas o menos de 80 gramos, con un pH de 4.42 y sólidos promedio de 4.8. El rendimiento promedio de la zona varía de 1,800 a 2,500 cajas por manzana. (Superb 2005).

1.1.2 Requerimientos edafoclimáticos

El manejo racional de los factores edafoclimáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados. (Abcagro 2000).

a. Temperatura

La temperatura óptima de desarrollo oscila entre 20 y 35 °C durante el día y entre 1 y 17°C durante la noche; temperaturas superiores a los 30-35°C afectan la fructificación, por mal desarrollo de óvulos y al desarrollo de la planta en general y del sistema radicular en particular. Temperaturas inferiores a 12-15 °C también originan problemas en el desarrollo de la planta. No obstante, los valores de temperatura descritos son considerados como indicadores, debiendo tener en cuenta las interacciones de la temperatura con el resto de los parámetros climáticos. (Abcagro 2000).

b. Humedad relativa

La humedad relativa óptima oscila entre un 60% y un 80%. Registros mayores a estos rangos favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas y el agrietamiento del fruto, lo cual dificultan la fecundación, debido a que el polen se compacta, ocasionando el aborto parte de las flores.

El rajado del fruto igualmente puede tener su origen en un exceso de humedad edáfica o riego abundante tras un período de estrés hídrico. También una humedad relativa baja dificulta la fijación del polen al estigma de la flor. (Abcagro 2000).

c. Luminosidad

Valores reducidos de luminosidad pueden incidir de forma negativa sobre los procesos de la floración, fecundación, así como el desarrollo vegetativo de la planta. En los momentos críticos durante el período vegetativo resulta crucial la interrelación existente entre la temperatura diurna, nocturna y la luminosidad. (Abcagro 2000).

d. Suelo

La planta de tomate no es muy exigente en cuanto a suelos, excepto en lo que se refiere al drenaje. Prefiere los suelos de textura silíceo-arcillosa y ricos en materia orgánica. No obstante se desarrolla perfectamente en suelos arcillosos. En cuanto al pH, los suelos pueden ser desde ligeramente ácidos hasta ligeramente alcalinos. Es la especie cultivada en invernadero que mejor tolera las condiciones de salinidad tanto del suelo como del agua de riego. (Abcagro 2000).

1.1.3 Requerimientos nutricionales

Para la Producción de tomate a campo abierto, con rendimientos de 40 a 50 TM/ha; requiere de 100 - 150 Kg/ha de Nitrógeno, 20 - 40 Kg/ha de Fósforo, 150 - 300 Kg/ha de Potasio y 20 - 30 Kg/ha de Magnesio. Para la Producción en invernadero obteniendo rendimientos de 100 TM/ha; requiere 200 - 600 Kg/ha de Nitrógeno, 100 - 200 Kg/ha de Fósforo y 600 - 1000 Kg/ha de Potasio. (Cacao 2004).

1.1.4 Plagas y enfermedades

El cultivo de tomate a pesar de tener un ciclo de vida relativamente corto, es atacado por numerosas especies de plagas y enfermedades, tanto del suelo como del follaje en sus diferentes etapas fenológicas.

Cuadro 1. Principales plagas del cultivo de tomate

Plagas	Descripción	Daños que ocasionan
Ácaros (<i>Tetranychus spp</i>)	Consiste en pequeñas diminutas arañuelas de color rojo y blanco.	Se desarrolla en el envés de las hojas causando decoloraciones, punteaduras o manchas amarillentas que pueden apreciarse en el haz como primeros síntomas.
Trips (<i>Frankliniella occidentalis</i>)	Es un trípido muy pequeño de color amarillo y/o verde, cuando esta pequeño no tiene alas, y luego de adulto sí.	Con su aparato bucal succionan savia deformando las hojas. Las partes dañadas son de apariencia blanquecina. Además transmiten el virus del bronceado del tomate (TSWV),
Pulgón <i>Aphis gossypii</i> y <i>Myzus persicae</i> .	Son de color verde gris a gris azulado, viven en colonias en ambas caras de la hoja	Causan debilitamiento en la planta, ya que succionan la savia de la hoja y afectan principalmente la calidad de los frutos.
Mosca Blanca (<i>Bemisia tabaci</i>)	Las ninfas se alimentan de la savia de las plantas, inmóviles, viven en el envés de las hojas. Los adultos blancos, son homópteros con dos pares de alas, cubiertas de cera y activos para el vuelo.	Causan amarillamiento, moteado, acolochamiento de las hojas, las infecciones por virus bajan el rendimiento del cultivo y causan la muerte de las plantas.
Gusano cortador (<i>Spodoptera latifacia</i>)	Gusanos verdosos cuando están pequeños y negro a gris negro cuando están grandes.	Actúan como cortadoras y desfoliadoras de plantas. Además pueden dañar al fruto.
Gusano Carnudo (<i>Manduca sexta</i>)	El gusano tiene 7 rayas oblicuas blancas laterales y un cuerno que al inicio es verde y luego se torna rojo púrpura.	Son desfoliadores, pueden comer todo el follaje de la planta. Pueden destruir el fruto del tomate.
Gallina Ciega (<i>Pyllophaga spp.</i>)	Gusano coleóptero, de color blanquecino, curvado por lo general, con 3 pares de patas, verdaderas. Vive dentro del suelo.	Se alimenta de raíces de la planta, cuando el daño es severo puede matar la planta.
Nematodos (<i>Meloidogyne spp.</i>)	Son parásitos microscópicos que se encuentran en el suelo	Producen nódulos en la raíz, los que dificulta la absorción de nutrientes en la planta. Facilitan el ingreso de bacterias y otros patógenos por las heridas en la raíz.

Fuente: (Superb 2005).

Cuadro 2. Enfermedades que afectan al cultivo de Tomate.

Enfermedades	Agente causal	Síntomas
Mal del Talluelo	Phytophthora, Fusarium, Rhizoctonia y Pythium.	Pudrición Basal
Tizón Temprano	<i>Alternaria solani</i>	En pleno cultivo las lesiones aparecen tanto en hojas como tallos, frutos y pecíolos. En hoja se producen manchas pequeñas circulares o angulares, con marcados anillos concéntricos.
Tizón Tardío	<i>Phytophthora infestans</i>	Ataca a la parte aérea de la planta en cualquier etapa de desarrollo. En hojas aparecen manchas irregulares de aspecto aceitoso al principio que rápidamente se necrosan. Alrededor de la zona afectada se observa un pequeño margen que en presencia de humedad y en el envés aparece un fieltro blancuzco.
Fusarium	<i>Fusarium oxysporum</i>	Comienza con la caída de pecíolos de hojas superiores. Las hojas inferiores amarillean avanzando hacia el ápice y terminan por morir.
Podredumbre gris	<i>Botrytis cinerea</i>	En plántulas produce Damping-off. En hojas y flores se producen lesiones pardas. En frutos se produce una podredumbre blanda más o menos acuosa, en los que se observa el micelio gris del hongo.
Podredumbre blanca	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	En plántulas produce Damping-off, produciendo una podredumbre blanda (no desprende mal olor) acuosa al principio que posteriormente se seca más o menos según la succulencia de los tejidos afectados, cubriéndose de un abundante micelio algodonoso blanco,.

Fuente: (Superb 2005).

Cuadro 3. Virus que afectan al cultivo de tomate.

Virus	Descripción	Transmisión	Métodos de lucha
CMV (Cucumber Mosaic Virus) (Virus del Mosaico del Pepino)	Mosaico fuerte Reducción del crecimiento - Aborto de flores - Moteado	Pulgones <i>Aphis gossypii</i> y <i>Myzus persicae</i>	Control de pulgones. - Eliminación de malas hierbas - Eliminación de plantas afectadas
TSWV (Tomato Spotted Wilt Virus) (Virus del Bronceado del Tomate)	Bronceado - Puntos o manchas necróticas que a veces afectan a los pecíolos y tallos. - Reducción del crecimiento - Manchas irregulares - Necrosis - Maduración irregular	Trips (<i>F. occidentalis</i>)	Eliminación de malas hierbas - Control de trips - Eliminación de plantas afectadas - Utilización de variedades resistentes
TYLCV (Tomato Yellow Leaf Curl Virus) (Virus del Rizado Amarillo del Tomate)	Parada de crecimiento - Folíolos de tamaño reducido, a veces con amarillamiento. - Hojas curvadas hacia arriba Reducción del tamaño	Mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>) - Control de <i>B. Tabaci</i>	Eliminación de plantas afectadas - Utilización de variedades resistentes
ToMV (Tomato Mosaic Virus) (Virus del Mosaico del Tomate)	Mosaico verde claro-verde oscuro - Deformaciones sin mosaico - Reducción del crecimiento - Manchas pardo oscuras externas en internas en frutos maduros - Manchas blancas anubarradas en frutos verdes - Necrosis - Semillas	transmisión mecánica	Eliminar plantas afectadas - Utilizar variedades resistentes
PVY (Potato Virus Y) (Virus Y de la papa)	Manchas necróticas internerviales	No se han observado Pulgones	Eliminación de malas hierbas - Control de pulgones - Eliminación de plantas afectadas
TBSV (Tomato Bushy Stunt Virus) (Virus del Enanismo Ramificado del tomate)	Clorosis y amarillamiento fuerte en hojas apicales - Necrosis en hojas, pecíolo y tallo. Manchas necróticas -	Suelo (raíces) - Semilla	Eliminación de plantas afectadas - Evitar contacto entre plantas

Fuente: (Lastra 1992).

1.2 Cobertores de tela de polipropileno

1.2.1 Descripción e Importancia

Se entienden por cobertores a todos aquellos materiales que cubren a los cultivos establecidos en el campo; estos pueden ser de diferentes materiales, colores, formas, anchos, perforaciones, etc., las cuales deben cumplir el objetivo de protección. (Cacao 2004).

Anteriormente en la agricultura se tenían nociones sobre el concepto de cobertores al colocar plantas aisladas con materiales vegetales, estas no eran afectadas por las plagas, sin embargo no se había desarrollado ningún tipo de material de cobertura comercialmente. Siendo en 1999, en donde ingresaron las telas no tejidas de polipropileno a la agricultura guatemalteca, iniciando en los cultivos de melón y banano; hoy en día se ha extendido a tomate, chile, pepino, sandía, papaya y lechuga entre otros. (Cacao 2004).

Esta tela ha permitido que el agricultor reduzca sus riesgos de pérdida en la producción por incidencia de enfermedades virales transmitidas principalmente por mosca blanca, áfidos y trips, que en la actualidad todavía se combaten con aspersiones con productos químicos, alternación de cultivos y cambios en la fecha de siembra. (Cacao 2004).

Existen diversos factores que en ocasiones impiden alcanzar nuestro proyecto productivo y dentro de estos, destacan los riesgos causados por frío o calor; como también plantas enfermas de virosis transmitidos por insectos, en ambos casos, estos riesgos deben ser minimizados por uso de cobertores, que además de brindar una protección contra insectos por evasión, tienen la capacidad de crear un efecto de microclima el cual conserva mayor humedad y temperatura bajo la cubierta, favoreciendo el desarrollo del cultivo. (Cacao 2004).

Con el uso de telas de polipropileno es una tecnología de fácil instalación ya puede ser colocado en forma manual por el agricultor.

Existen tres maneras de colocación de estas cubiertas, en forma flotante, microtúnel, y macrotúnel los cuales se describen de la manera siguiente:

a. Cubierta en forma flotante

Son aquellas cubiertas que simplemente se colocan sobre el cultivo, sin necesidad de estructura alguna. En este caso es necesario utilizar materiales muy ligeros. (Fleming Comercial 2002).

b. Cubiertas en forma de microtúnel

Se refiere a aquellas cubiertas que utilizan una estructura adicional de soporte para su colocación, que pueden ser arcos de alambre, hierro u otros. Este tipo de sistema permite proteger al cultivo desde el momento del trasplante hasta los 30-35 días después del trasplante. (Superb 2004).

c. Cubiertas en forma de macrotúnel

Es una cubierta con tela de polipropileno de 6.5 metros de ancho y no mayor de los 50 a 60 metros de largo utilizándose para su construcción arcos de tubo galvanizado u otros materiales, los cuales van colocados cada 6 o 7 metros a lo largo de los surcos sujetos o tensados con pita de nylon. (Superb 2004).

Cada macrotúnel consta de un ancho de 3.50 metros y 2.25 metros de altura. Lo que permite elaborar 3 camas de 0.70 metros, y 0.50 metros de separación entre una y otra. Este tipo de cubierta permite proteger al cultivo durante todo el ciclo de producción.

1.2.2 Ventajas de los cobertores en macrotúneles

El uso de telas en Macro túnel a diferencia de los demás sistemas de cobertura, es un concepto de protección de cultivos contra insectos foliares masticadores, minadores y transmisores de virus y micoplasmas (Mosca blanca, áfidos y chicharritas) durante todo el ciclo o el tiempo que se desea. (Duwest 2003).

Entre las ventajas que ofrece uso de macrotunel podemos mencionar:

- Obtenemos un mejor pegue de plántulas debido a que tenemos menos calor.
- Facilita las prácticas de control de malezas, tutorio, etc.
- Los cultivos están libres de virus durante todo el ciclo
- Nos proporciona mayor calidad de fruta durante toda la cosecha, mejor color, fruto más limpio.
- Deja pasar la luz, el agua y aire.
- El uso de insecticidas se reduce puesto que no hay invasiones plagas.

1.2.3 Desventajas de los cobertores en macrotunel

El principal problema o desventaja del uso de las telas a base de polipropileno, es que requiere de un cuidadoso manejo, especialmente en la modalidad de microtunel; ya que al tener problemas de insectos y hongos dentro del sistema no se debe aplicar productos químicos que tengan de base, metales como: Cobres, Clorothalonil, Endosulfan, y Mancozeb ya que estos degradan la tela.

También se debe tener en cuenta el uso de acolchado o selladores, (herbicidas pre-emergentes) para prevenir la proliferación de malezas dentro de la tela, porque de lo contrario el cultivo no desarrolla por la competencia de luz, agua y nutrientes. (Abcagro 2000).

1.2.4 Costos y viabilidad económica

La tela de polipropileno para macrotunel se distribuye comercialmente en rollos de 250 metros de largo, y 6.50 metros de ancho, utilizándose para una manzana, 7 rollos con un costo aproximado de Q 2,600.00 cada uno. La tela con un manejo adecuado tiene una durabilidad de 4 meses, el cual varía en función de la exposición solar y la velocidad del viento. Además para formar la estructura de arcos se necesitan 238 tubos, los cuales pueden ser de tubo industrial de metal (1/2 a 3/4”), por lo queda a criterio del productor elegir el material a utilizar de acuerdo a la durabilidad y el costo de cada uno. También se utilizan aproximadamente 10 rollos de rafia para tensar los

arcos. Ascendiendo a un costo total por manzana de Macrotunel de Q 26,145.00. En segundas y terceras cosechas, sólo es necesario comprar la tela, porque los demás materiales tienen una durabilidad mayor a tres años, cuando son de bajo costo. (Vista Volcanes 2005).

El uso de Macrotunel es económicamente viable debido a que los cultivos pueden aumentar los rendimientos hasta en un 60% más de lo que produce un agricultor a campo abierto, además. Con éste sistema de tecnología los riesgos producción se minimizan, porque el ciclo de producción del cultivo se extiende, obteniendo mayor tiempo de cosecha, por lo que las temporadas bajas de precios no cubren en su totalidad nuestra etapa productiva.

El Macrotunel es un sistema de producción que trae beneficios económicos al agricultor debido a que minimiza el control de plagas, bajando los costos de establecimiento del cultivo. Además, no es necesario cultivar grandes áreas (2 o más Mz) para obtener producciones de 2,000 a 3,000 cajas, favoreciendo grandemente al agricultor al incrementar la productividad/área.

1.3 Generación y validación de tecnología agropecuaria por medio de la investigación en fincas

La Investigación en fincas, utiliza diferentes estrategias. Hildebrand y Poey mencionan que esta combina el método científico y la especialización complementaria de identificación de problemas. La generación de tecnología que resuelva tales problemas, inicia desde la caracterización agro-socioeconómica de los sistemas productivos; la generación de alternativas tecnológicas por medio de ensayos de finca y la validación de las alternativas promisorias por medio de ensayos agro-económicos y la disseminación de las mismas por medio de ensayos conducidos por los productores. (Hilderbrand y Poey 1989).

1.3.1 Ensayos de finca

La investigación en finca se caracteriza por la participación de los agricultores en su propia tierra, esta participación varía según la naturaleza de los experimentos. (Hilderbrand y Poey 1989).

1.3.2 Tipos de ensayos en finca

a. Ensayos exploratorios

Pueden ser considerados como complementarios a, o parte de, la caracterización y usualmente procedan a los ensayos en sitios específicos y regionales. Estos ensayos normalmente proveen más información cualitativa que cuantitativa acerca de varios factores. (Hilderbrand y Poey 1989).

b. Ensayos en sitios específicos

Estos son similares en diseño, a los ensayos de estación experimental, pero a menudo con menos tratamientos, pueden incluirse hasta 20 ó 25 tratamientos, aunque esto no se recomienda a menos que sea usado en un tipo de diseño mas complejo (látice o cuadrado latino) para poder mantener el error experimental a un nivel aceptable. (Hilderbrand y Poey 1989).

c. Ensayos agro-económicos regionales

Se prestan para análisis agronómicos y agro-socioeconómicos. Son diseñados para exponer los mejores tratamientos de los ensayos de sitios específicos a una gama más amplia de ambientes dentro de un dominio de recomendación. (Hilderbrand y Poey 1989).

Su principal objetivo es el de evaluar los datos de ensayos en finca o en la estación experimental, y poder definir la interacción de la tecnología con las condiciones ambientales tanto desde el punto de vista agronómico como socioeconómico. Del análisis de interpretación de los ensayos regionales deben resultar recomendaciones de tratamientos (tecnología) para ser sometidas a ensayos conducidos por el agricultor. (Hilderbrand y Poey 1989).

d. Ensayos conducidos por el agricultor

Estos ensayos brindan la oportunidad para que los agricultores mismos conduzcan o evalúen el o los tratamientos más promisorios de los ensayos regionales. Se hace uso de parcelas más grandes sin repeticiones.

El propósito es que los agricultores puedan comparar sus tratamientos con sus prácticas habituales; de tal manera, se pueda incluir una parcela con estas prácticas en el diseño experimental.

Esta parcela de control en realidad sirve más a los investigadores que a los agricultores ya que estos últimos están evaluando los resultados en sus propios campos. Si los investigadores quisieran medir los resultados de las prácticas propias de los agricultores pueden directamente muestrear los campos de estos.

Sin embargo, es aconsejable llevar registros de las prácticas de los agricultores para disponer de la información necesaria. Mayor número de ensayos mejoran la precisión de las conclusiones, sin embargo, aun pocos ensayos pueden proveer información útil. (Hilderbrand y Poey 1989).

Los ensayos manejados por el agricultor, deben tener las siguientes características:

- La tecnología debe ser suficientemente simple.
- Los agricultores deben usar sus propios recursos.
- El diseño del ensayo debe ser lo suficientemente simple.

1.3.3 El papel de la investigación en sistemas de finca

Comprende una secuencia de actividades en las cuales los agricultores se ven relacionados en la mayoría de las etapas. Esta metodología conocida como investigación y extensión en sistemas agrícolas (IESA) es flexible y adaptable. Las actividades iniciales incluyen la caracterización de los sistemas agropecuarios en un área, mediante el diálogo con los agricultores mismos y participación tentativa de los sistemas, los cuales serán la base para hacer las recomendaciones tecnológicas específicas. (Duwest, 2003)

1.3.4 Propósitos de la investigación en finca

Sirve como una base para evaluar el resultado de la investigación por disciplina y por producto ya que funciona integrando los resultados de tal investigación,

- Puede servir como base para la selección de prioridades.
- Puede hacer más comprensible a la investigación.

- Puede proveer información para introducir controles y balances (evaluaciones) que puedan mejorar el manejo de la investigación.
- Puede ser una oportunidad práctica para mejorar la eficacia y la imagen de los investigadores, y extensionistas.
- El sistema convencional de investigación proporciona una estimación de lo que sucedería si es que los agricultores controlasen las variables no experimentales, como lo hace el investigador.
- La secuencia completa puede ser considerada como un proceso de aprendizaje para los investigadores., el personal de extensión y los agricultores. (Hilderbrand y Poey 1989).

Los ensayos manejados por el agricultor (EMA) pueden ser diseñados para proporcionar datos agronómicos y económicos para el investigador, pero el proceso del ensayo no debe interferir con las actividades habituales del agricultor y con su habilidad para interpretar los resultados como el los ve. (Hilderbrand y Poey 1989).

Debido a su simplicidad, es relativamente fácil conducir un ensayo manejado por el agricultor (EMA). Tiene un número reducido de tratamientos (a veces solo uno) y generalmente no tiene repeticiones. (Hilderbrand y Poey 1989).

1.3.5 Diseño

Debido al gran número de agricultores involucrados en los EMA, ya que estos no son manejados por el investigador, hay un límite en cuanto al número de mediciones que el investigador estará en condiciones de llevar a cabo personalmente. La más importante y generalmente la única medición será el rendimiento. (Hilderbrand y Poey 1989).

1.3.6 Parcelas de Control

En la localidad (finca) debe haber maneras de comparar la nueva tecnología con aquella del agricultor. Esto puede hacerse teniendo una parcela control (testigo), o muestreando el cultivo del agricultor. (Hilderbrand y Poey 1989).

1.3.7 Análisis e interpretación de los resultados

Hay cuatro clases de evaluaciones que pueden ser hechas en los ensayos manejados por el agricultor:

- Las evaluaciones propias de los agricultores a través de los cuales ellos deciden aceptar, rechazar o seguir probando la tecnología;
- Una encuesta evaluativa hecha por el investigador durante el tiempo de prueba.
- Una evaluación técnica hecha durante el tiempo del ensayo, de los datos recolectados.
- Una evaluación de la viabilidad, del ensayo y basada sobre la aceptación activa, o el rechazo de la alternativa por parte de los agricultores. (Hilderbrand y Poey 1989).

a. La evaluación del agricultor

Esta es la evaluación más importante en un EMA. Los agricultores conocen su tierra, el clima, las necesidades y tienen un método propio de evaluar la nueva tecnología. Las necesidades de los investigadores no deben interferir con la forma de evaluación del agricultor. (Hilderbrand y Poey 1989).

b. La evaluación de los investigadores

Esta evaluación requiere de procedimientos distintos a los usados a los diseños experimentales usuales. Un método útil de análisis es el de combinar un análisis de estabilidad modificado y una distribución de frecuencias de intervalos de confianza. Es una manera de hacer uso de la variabilidad encontrada de diferentes épocas para ayudar a confirmar dominios de recomendación, o señalar la necesidad de dividirlos. (Hilderbrand y Poey 1989).

2. MARCO REFERENCIAL

2.1 Ubicación y descripción del área experimental

Para la evaluación de viabilidad técnica y económica del uso del macrotúnel, se estableció una parcela de 105 m² en tres épocas del año. En la localidad de Chiquimula, específicamente en la finca El Zapotillo, propiedad del Centro Universitario de Oriente CUNORI.

La finca se encuentra ubicada en el municipio de Chiquimula, departamento de Chiquimula, cuenta con una extensión aprovechable para la agricultura de 12,878 m². (Anexo 1)

La finca esta localizada a una altitud de 360 msnm, latitud Norte de 14⁰ 40"46' y una longitud Oeste de 89⁰ 31"18'.

Según datos obtenidos de la estación meteorológica del CUNORI, las condiciones agroecológicas son las siguientes:

- Temperatura máxima: 39⁰ C
- Temperatura mínima: 16.30 C
- Temperatura media anual: 27.850 C
- Precipitación pluvial anual: 825.5 mm
- Humedad Relativa: 60% (época seca), 75% (época lluviosa).

Según Holdrige (1978), el área pertenece a la zona de vida Bosque Seco Subtropical, con una asociación edáfica seca húmeda. El desplazamiento de los vientos normalmente es de norte a sur, durante todo el año, su velocidad anual va de 1.8 a 5 Km. / h.

2.2 Variedad de tomate utilizada en la investigación

Cultivar Silverado, es un híbrido desarrollado por FERRI MORSE, y es cultivado por mas de un 90% de los agricultores del país, por caracterizarse como el tomate líder en Guatemala, por su aceptación en el mercado y por su tolerancia a *Verticillium*, *Fusarium*, raza 1-2 y *Alternaria* (VFA). (Superb 2005).

Este material muy productivo y sus frutos son del tipo pera con color rojo intenso y firme, con un peso promedio de 80 grs. con un largo de 7 a 10 cms. bueno para el transporte a largas distancias. (Superb 2005).

Es un híbrido de tomate saladet determinado "silverado" posee un potencial de rendimiento muy alto prácticamente en todas las zonas productoras del país. Es una planta vigorosa de mediana a grande con buena cobertura de frutos para el sol y éstos poseen un color rojo muy atractivo. Además presenta tolerancia a Verticillium, Fusarium, raza 1-2 y Alternaria (VFA). Silverado ofrece altos rendimientos produciendo frutos grandes de excelente uniformidad además de presentar carga a lo largo de toda la planta. Este híbrido es ideal para agricultores que buscan un tomate saladet de gran tamaño y calidad. (Superb 2005).

En lo que respecta el marco de plantación, muestra buena adaptación si hay un distanciamiento entre plantas de 40 a 45 centímetros, lo que provoca un excelente tamaño de frutos y un buen rendimiento. La distancia entre surcos que se recomienda es de 1.30 a 1.80 metros. Por lo tanto, la densidad de siembra varía de 13,000 a 14,000 plantas por manzana. (Superb 2005).

El híbrido silverado es precoz en madurez, dependiendo las condiciones climáticas (temperatura, humedad e intensidad lumínica) inicia su producción de entre 80 a 90 días después del transplante. (Superb 2005).

2.3 Investigaciones realizadas con cobertores de plantas

En el año del 2004 se creo un nuevo tamaño de tela de 6.5 metros de ancho para macrotunel, con la misma forma del microtunel, pero de mayor tamaño, donde se establecen tres hileras del cultivo dentro del Macrotunel, y se pueden realizar las practicas agrícolas dentro del mismo sin necesidad de quitarlo, protegiendo el cultivo de insectos vectores por todo el ciclo. (Vista Volcanes 2005).

Estudios realizados en plantaciones de El Salvador, Honduras y Guatemala revelan que el uso de esta tecnología es de protección eficaz, en la fase vegetativa del tomate y chile, ya que favorece el crecimiento de la planta probablemente como consecuencia de las condiciones micro climáticas generadas por la tela, durante este período. Así mismo la incidencia de “mosca Blanca” (*Bimicia tabaci* L.) se ve disminuida hasta en un 96%.

Este sistema a sido evaluado prácticamente en algunas regiones del país, desde las partes más altas (1,200 msnm), hasta llegar las partes más bajas (400 msnm).

Este tipo de Macrotunel hasta la fecha ha sido evaluado a gran escala en el área de Chimaltenango, regiones circundantes y otras de menor altura, los cuales han dado buenos resultados, con rendimientos hasta de 3,200 cajas por manzana. (Vista Volcanes 2005).

VII. METODOLOGIA

1. Parcelas de Validación

El ensayo consistió en la evaluación del cobertor de tela de polipropileno en macrotunel, el cual fue comparado con el sistema tradicional en parcelas apareadas en el mismo campo. La dimensión de las parcelas fueron de 3.5 m. de ancho por 30 m. de largo.

El ensayo se realizó en la localidad Chiquimula, en tres épocas del año: Mayo, Septiembre y Diciembre.

En dichas parcelas se transplantó el híbrido “Silverado”, en donde se evaluó la funcionalidad del sistema, analizando los datos de acuerdo a los intervalos de confianza y el error estándar, tomando como variable el rendimiento del cultivo en cajas/Ha

1.1 Parcela de control

En la localidad se comparó la nueva tecnología con el sistema tradicional del agricultor, estableciendo una parcela de control (testigo) de 105 m². Esta parcela se delimitó de tal forma que únicamente el investigador haya tenido conocimiento de su ubicación en el cultivo, con el propósito de que el agricultor no conozca previamente el área de control, para que no pueda ser manejada de una manera diferente al resto del campo.

1.2 Epocas

Con el fin de determinar el comportamiento y la influencia del macrotunel sobre el desarrollo de la planta, presencia de plagas y enfermedades en diferentes condiciones ambientales, se estableció una parcela del cultivo de tomate en tres épocas diferentes del año. La primera en el mes de Mayo, la segunda en el mes de Septiembre y la tercera en el mes de Diciembre.

2. Manejo agronómico del ensayo

2.1 Preparación de Suelos

Con el objeto de mejorar las condiciones de producción se efectuó un paso de arado a 40 cm. de profundidad, seguidamente se hicieron dos pasadas de rastra. Luego con el rototiller se dejó el suelo mullido, libre de terrones que puedan romper el mulch o ayudar en la formación de bolsas de aire caliente que puedan afectar a las plantas después de su establecimiento.

2.2 Formación de camas

La formación de camas se realizó manualmente. Para lo cual se realizó el paso de los surqueadores a 1.20 m. de distancia entre vértices, formando camas cuya distancia de centro a centro fue de 1.2 m. Luego con azadones se procedió a dar la forma cóncava a las camas, para evitar la acumulación de agua sobre las mismas.

2.3 Colocación de mangueras

Se realizó en forma manual, para el efecto se verificó el estado de los elevadores, conectores y luego de una prueba de riego, se identificó el estado de los goteros. Las mangueras se colocaron no al centro de la cama si no a un costado, debido a que puede ser dañada al momento de realizar el ahoyado del mulch. Luego de la siembra, la manguera se colocó al centro de la cama para una mejor distribución de la humedad y nutrientes.

2.4 Colocación de mulch

Las camas fueron cubiertas con el mulch plata negro. Se necesitó de cuatro personas para la colocación del mulch, dos de ellos sostienen el rollo y lo tensan, seguidamente las otras dos personas con azadones lo entierran de 10 a 20 cm. en las bases de la cama.

2.5 Ahoyado

Esta actividad se realizó después de haber colocado el mulch. Teniendo como objetivo dejar establecida el área donde se sembraron las plantas de tomate. Los agujeros para el transplante contaron con un distanciamiento entre si de 0.40 m. y una dimensión de 10.16 cm. (4") de diámetro.

2.6 Elaboración del macrotunel

Esta actividad consistió en la colocación de tubo proceso de 3/4" de diámetro y 6 metros de largo, al que se le añadió pedazos de varilla, que fueron introducidos en el suelo a una profundidad de 40 cms, formando un arco de 3.5 metros de ancho. Los tubos fueron colocados a una distancia de 7.5 metros, sujetados uno del otro con pita de rafia a cada 50 cms del arco. Seguidamente se colocó sobre los arcos la tela de polipropileno, sujetándola a ambos lados con tierra.

2.7 Siembra

Esta actividad se realizó en función de cada época. En el centro de cada uno de los agujeros que se hicieron previamente en el mulch, se procedió a la siembra de una planta. Luego de forma manual se hizo presión alrededor de la planta para eliminar vacíos que den lugar a la acumulación de aire en el suelo y lograr que la planta tenga la firmeza necesaria para su establecimiento y desarrollo. En cada uno de los macrotuneles se establecieron un total de 219 plantas.

2.8 Control de malezas

Esta actividad se realizó por medio de aplicaciones de herbicidas a base de paraquat y glufosinato. Las aplicaciones se hicieron cuando las malezas interfirieron con el cultivo en la disposición de luz agua y nutrientes.

2.9 Fertirriego

En el programa de nutrición se usaron fertilizantes hidrosolubles y formulas especiales, que existen en el mercado y que cumplen con los requerimientos del cultivo. La frecuencia de riego se realizó de acuerdo a las inspecciones de campo.

2.10 Control de plagas y enfermedades

Para determinar la presencia y control de plagas y enfermedades se realizaron muestreos diarios. Las aplicaciones de insecticidas, acaricidas, funguicidas y bactericidas, se definió en función de la presencia de la misma. También se evitó el uso de productos a base de metales como: cobre, clorothalonil, endosulfan y mancozeb, debido a que estos ocasionan daños en la cubierta de polipropileno.

2.11 Tutoreo

Esta práctica se hizo para mantener la planta erguida y evitar que las hojas y los frutos principalmente tengan contacto con el suelo, mejorando así la aireación general de la planta y favoreciendo el aprovechamiento de la radiación solar y la realización de las labores culturales, limpias, fumigaciones y cosecha.

2.12 Cosecha

Se realizó de acuerdo a la maduración de los frutos en diferentes cortes, tomando en cuenta la clasificación de los mismos de acuerdo a su calidad. En el mercado nacional normalmente se manejan tres tipos de fruta, definiéndose como primera a los frutos de mayor tamaño, segunda a los frutos de tamaño intermedio y tercera a los frutos muy pequeños.

3. Variable respuesta

3.1 Humedad Relativa

Para la humedad relativa, se tomaron lecturas internamente del macrotunel, registrándose diariamente, efectuándose a los siguientes horarios a las 6:00, 13:00 y 18:00 horas; a través de un termo higrómetro.

3.2 Temperatura

Para la temperatura, se tomaron lecturas internamente del macrotunel, registrándose diariamente, efectuándose a los siguientes horarios a las 6:00, 13:00 y 18:00 horas; a través de un termo higrómetro.

Para el análisis de las siguientes variables se seleccionaron un total de 15 plantas de forma aleatoria, las cuales se encontraron distribuidas en los diferentes surcos que conformó el tratamiento, las cuales fueron identificadas para la realización de los muestreos correspondientes con relación a cada variable:

3.3 Altura de la planta

Se registró la altura de planta en centímetros al final de cada una de las etapas fenológicas del cultivo. Las cuales se dividieron de la siguiente forma: desarrollo vegetativo (0 - 25 ddt), etapa de Floración (25 - 45 ddt), etapa de cuaje de fruta (45 - 65 ddt), etapa de cosecha (65 -90ddt)

3.4 Días a floración

Números de días a partir del transplante hasta que el total de plantas seleccionadas en el macrotunel y testigo alcanzaron el 50% de floración.

3.5 Número de racimos florales por planta

Conteo de número de racimos florales por planta seleccionada hasta que las mismas haya alcanzado el cuaje de frutos.

3.6 Días a fructificación

Números de días a partir del transplante hasta que plantas seleccionadas en el macrotunel y testigo hayan alcanzado el 50% de fructificación.

3.7 Número de racimos de frutos por planta

Conteo de los racimos con frutos a las plantas seleccionadas hasta que estas hayan alcanzado el 50% de fructificación.

3.8 Tiempo de maduración

Número de días transcurridos desde el momento de la siembra hasta que se realizó el primer corte.

3.9 Identificación y cuantificación de plantas enfermas

Se determinó la incidencia de enfermedades bacterianas, fungosa y virótica, contabilizándose el número de plantas enfermas, durante todo el ciclo del cultivo para el macrotunel y testigo.

3.10 Rendimiento

Clasificación de los frutos cosechados después de cada corte de la plantas seleccionadas que comprende el macrotunel y testigo, de acuerdo a su calidad y tamaño, siendo estas en: primera, segunda y tercera, haciéndose un conteo de cajas en función de cada calidad y el número de frutos que tubo cada caja. De acuerdo a las cajas obtenidas de cada calidad se determinó la producción total expresado en cajas por hectárea.

4. Manejo del ensayo

4.1 Registros de temperatura y humedad relativa

Las lecturas se realizaron diariamente en las horas indicadas por la variable respuesta, tomando como punto de muestreo, la longitud y altura media del macrotunel, de igual forma en el caso del ensayo testigo. Esto para cada época de siembra.

4.2 Muestreo de altura de planta

Con la ayuda de una sonda métrica se cuantificó la altura de planta en el cultivo de tomate, realizando un total de cuatro muestreo, siendo divididos en desarrollo vegetativo, floración, cuaje de frutas y cosecha. En donde se identificaron un total de 15 plantas de forma aleatoria, las cuales sirvieron para recolectar los registros en función de la variable respuesta, tanto en el macrotrunel como en el ensayo testigo.

4.3 Muestreo días a floración

Se muestreo el total de plantas seleccionadas por efecto de la aleatorización. Se consideró como días a floración, a partir del transplante hasta que el total de plantas identificadas dentro del macrotunel y testigo hayan alcanzado el 50% de la floración.

4.4 Muestreo de racimos florales por planta

Se cuantificó el número de racimos florales, al total de las 15 plantas seleccionadas de forma aleatoria dentro del macrotunel y testigo, las cuales fueron estratificadas en estrato bajo, medio y alto por planta, en donde se procedió a realizar el conteo de racimos florales por estrato hasta alcanzar el 50% de cuaje de frutos en las plantas seleccionadas.

4.5 Muestreo días a fructificación

Se muestrearon las 15 plantas seleccionadas por efecto de la aleatorización dentro del macrotrunel y el testigo. Considerando como días a fructificación a partir del día de transplante hasta que el total de plantas identificadas hallan alcanzado el 50% de la fructificación.

4.6 Muestreo de racimos de frutos por planta

Se cuantificó el número de racimos de frutos, al total de las 15 plantas seleccionadas de forma aleatoria dentro del macrotunel y testigo, las cuales fueron estratificadas en parte baja, media y alta por planta, donde se procedió a realizar el conteo de racimos de frutos por estrato hasta alcanzar el 50% de fructificación en las plantas seleccionadas.

4.7 Muestreo tiempo de maduración

Se contabilizó el número de días de maduración de los frutos, desde el transplante hasta el primer corte, siendo muestreadas las 15 plantas que conformaron la selección aleatoria dentro del macrotunel y testigo.

4.8 Muestreo de frutos por planta

Se colectaron y contabilizaron los frutos cosechados en cada uno de los cortes en el macrotunel y testigo, siendo muestreadas las plantas seleccionadas por efecto de la aleatorización, posteriormente se clasificaron de acuerdo al mercado local en donde se comercializó en cajas de primera, segunda y tercera.

4.9 Muestreo incidencia de enfermedades

Se identificaron y cuantificaron las plantas que presentaron enfermedades, en donde se realizaron los monitoreos a la totalidad de plantas establecidas en el macrotunel y testigo. Efectuando los muestreos en cada una de las etapas fenológicas del cultivo de tomate.

4.10 Rendimiento

Se colectaron los frutos en cada uno de los cortes en el macrotunel y testigo, luego se clasificó la cosecha en cajas de primera, segunda y tercera; para determinar el rendimiento en función del área de producción, posteriormente se hizo una relación del rendimiento en cajas por hectárea.

5. Análisis de los datos

5.1 Análisis estadístico

Por medio de la distribución de frecuencias de intervalos de confianza para las variables bajo estudio, se determinó la validación de la tecnología, llevándose un registro de las actividades de campo así como observaciones de los agricultores de la tecnología a prueba en la localidad de Chiquimula.

5.1.1 Distribución de los intervalos de confianza

Es un procedimiento sencillo que es usado para los efectos de evaluar la variabilidad en los resultados a esperar de una tecnología dentro de un dominio de recomendación. Este procedimiento no requiere de ensayos con repeticiones.

Este método permitió analizar los datos y hacer recomendaciones. En los intervalos se utilizaron niveles de confianza α de 50%, 40%, 20%, 10%, 5%, 1%, los cuales se aplicaron mediante la siguiente fórmula:

$$\tilde{Y} = \pm t_{\alpha} S / (n^{1/2})$$

Donde:

\tilde{Y} = rendimiento promedio del tratamiento

α = Nivel de confianza

$$S = [\sum X^2 / (n-1)]^{1/2}$$

t_{α} = Valor de "t" el cual se determinó utilizando la tabla de t de Snedecor para curvas estudentizadas

$$S = [\sum X^2 / (n-1)]^{1/2}$$

En donde: n = Numero de tratamientos

X = Rendimiento

5.1.2 Análisis económico

El análisis económico está planteado para realizarlo en experimentos agronómicos, o en los ensayos que toman en cuenta todos los factores de producción para estimar los costos reales de todas las actividades y/o en las cuales solo existe una repetición en parcelas.

Se determinaron los costos de producción tanto del sistema de tradicional del agricultor como del macrotunel.

Al final de la cosecha, se contabilizó los rendimientos de los sistemas de producción tradicional del Agricultor y del Macrotunel, para obtener los costos de producción total, y costo/caja. Seguidamente se sumaron los resultados provenientes de las ventas de la cosecha, para calcular la Rentabilidad, el cual nos indicó la alternativa que generó el máximo beneficio neto sin importar la magnitud del costo total.

Luego se determinó la Tasa Marginal de Retorno la cual indicó un valor en porcentaje que hace referencia al total de beneficio económico recibido por cada quetzal invertido en la producción del cultivo de tomate en cada uno de los ensayos evaluados.

a. Tasa marginal de retorno

La tasa marginal de retorno es el beneficio neto marginal (es decir, el aumento en beneficios netos) dividido por el costo marginal (aumento en los costos variables), expresada en un porcentaje calculada mediante la fórmula siguiente: (CIMMYT 1988).

$$\text{T.M.R.} : (\Delta \text{I.N} / \Delta \text{C.T.})$$

En Donde:

$\Delta \text{I.N}$: Incremento en el ingreso Neto

$\Delta \text{C.T}$: Incremento en el Costo Variable

VIII. DISCUSION DE RESULTADOS

1. Humedad relativa

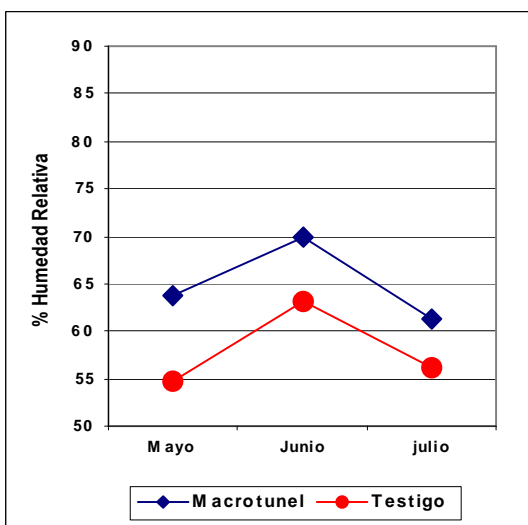


Figura 1. Relación macrotunel y testigo con la humedad relativa media para la primera época, en el cultivo de tomate, Chiquimula 2005.

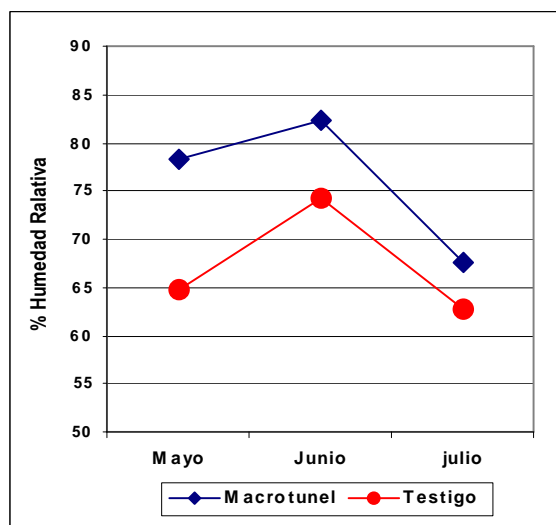


Figura 2. Relación macrotunel y testigo con la humedad relativa máxima para la primera época, en el cultivo de tomate, Chiquimula 2005.

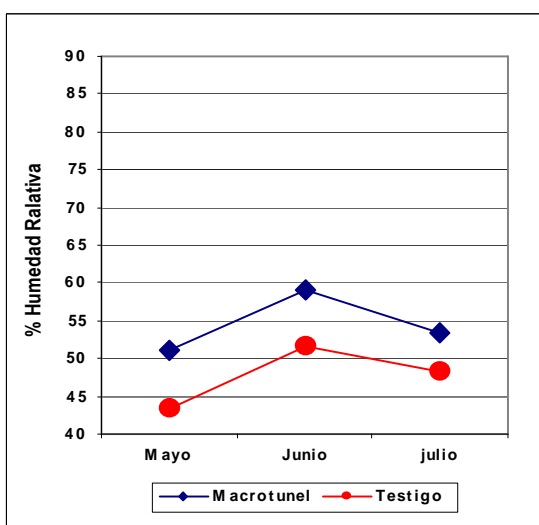


Figura 3. Relación macrotunel y testigo con la humedad relativa mínima para la primera época, en el cultivo de tomate, Chiquimula 2005.

En la primera época los resultados mostraron que el macrotunel obtuvo mayor porcentaje de humedad relativa. En función de la planta y la presencia de enfermedades, se observó en el macrotunel mayor desarrollo vegetativo y número de plantas afectadas con enfermedades de origen bacteriano y fungosas.

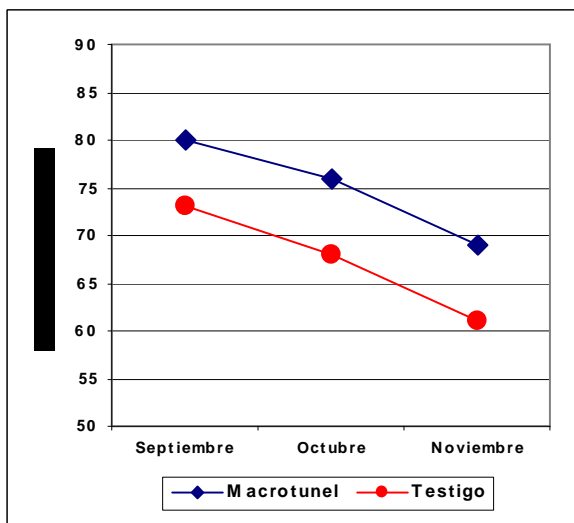


Figura 4. Relación macrotunel y testigo con la humedad relativa media para la segunda época, en el cultivo de tomate, Chiquimula 2005.

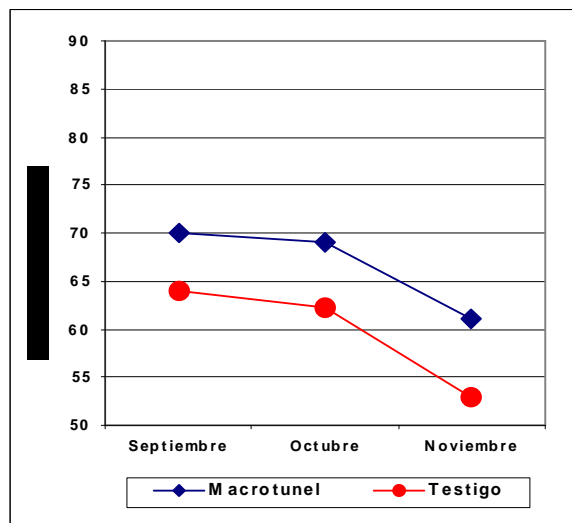


Figura 5. Relación macrotunel y testigo con la media de humedad relativa máxima para la segunda época, en el cultivo de tomate, Chiquimula 2005.

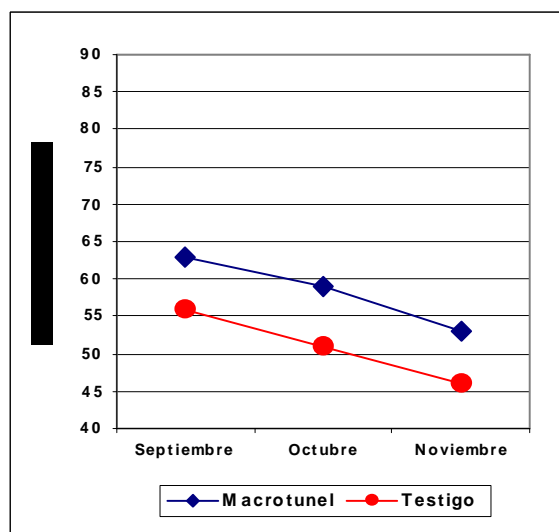


Figura 6. Relación macrotunel y testigo con la media de humedad relativa mínima para la segunda época, en el cultivo de tomate, Chiquimula 2005.

En la segunda época se identificó al mes de septiembre como el de mayor humedad relativa, lo que se relaciona con la presencia de enfermedades en las primeras etapas fenológicas del cultivo. En función de los tratamientos, el macrotunel superó los valores obtenidos en

comparación al testigo, encontrando plantas mas desarrolladas y con presencia de enfermedades bacterianas y fungosas.

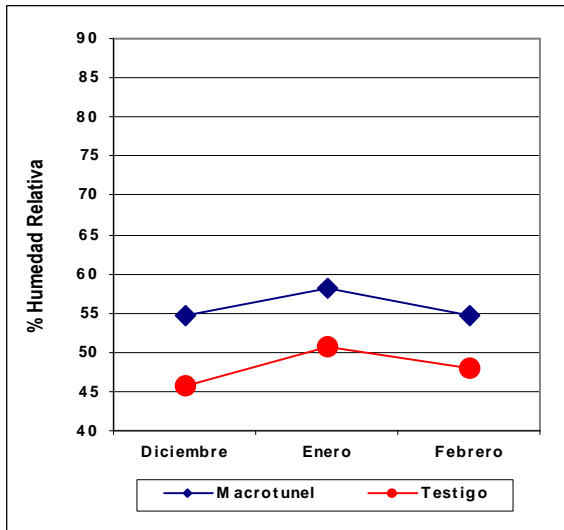


Figura 7. Relación macrotunel y testigo con la humedad relativa media para la tercera época, en el cultivo de tomate, Chiquimula 2005-2006

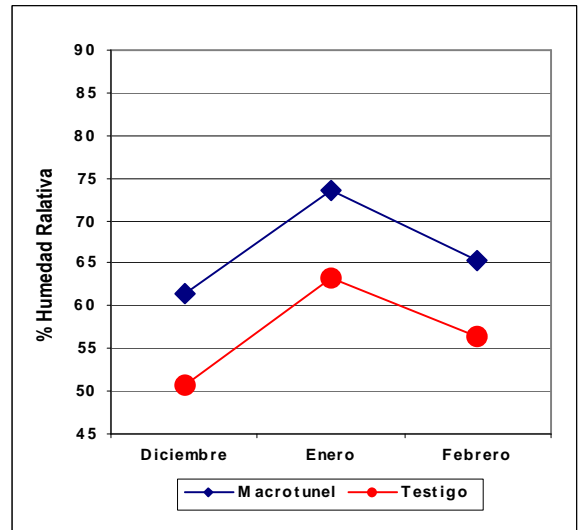


Figura 8. Relación macrotunel y testigo con la media de humedad relativa máxima para la tercera época, en el cultivo de tomate, Chiquimula 2005-2006.

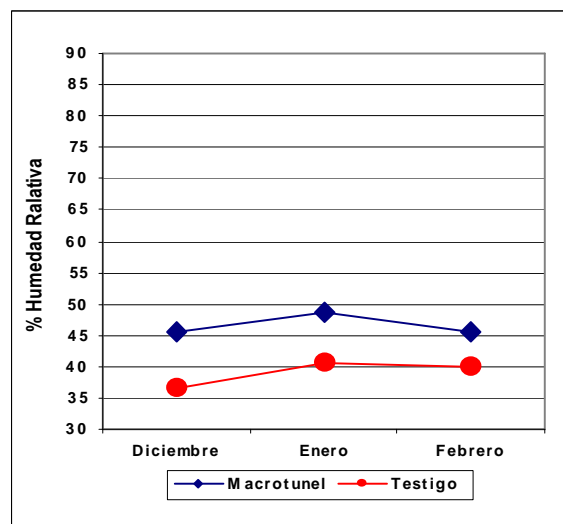


Figura 9. Relación macrotunel y testigo con la media de humedad relativa mínima para la tercera época, en el cultivo de tomate, Chiquimula 2005-2006.

La tercera época comprendió los meses de diciembre enero y febrero, en donde la humedad relativa registró menores porcentajes en ambos tratamientos. En el macrotunel se observó

menor desarrollo vegetativo en comparación a las primeras épocas, la presencia de enfermedades fungosas y bacterianas disminuyó en este ciclo del cultivo.

2. Temperatura

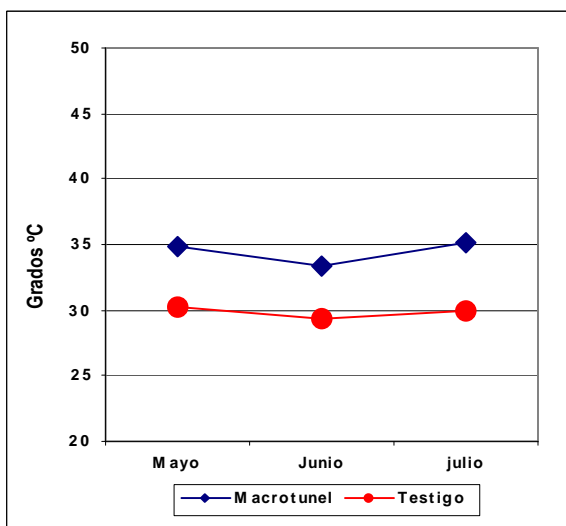


Figura 10. Relación macrotunel y testigo con la temperatura media para la primera época, en el cultivo de tomate, Chiquimula 2005.

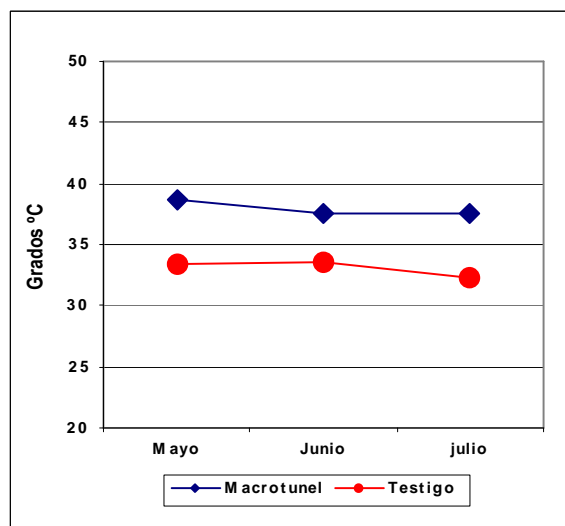


Figura 11. Relación macrotunel y testigo con la media de temperatura máxima para la primera época, en el cultivo de tomate, Chiquimula 2005.

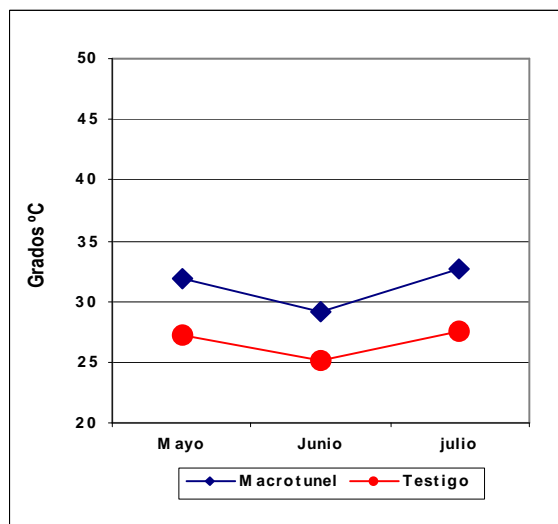


Figura 12. Relación macrotunel y testigo con la media de temperatura mínima para la primera época, en el cultivo de tomate, Chiquimula 2005.

En función de la temperatura, la primera época se caracterizó por registrar valores mas elevados en comparación con los otros ciclos del cultivo. Para el caso del macrotunel, se

encontraron plantas con mayor altura y con mejor desarrollo de racimos florales, aunque con menor cantidad de racimos frutales, lo que influyó en el rendimiento.

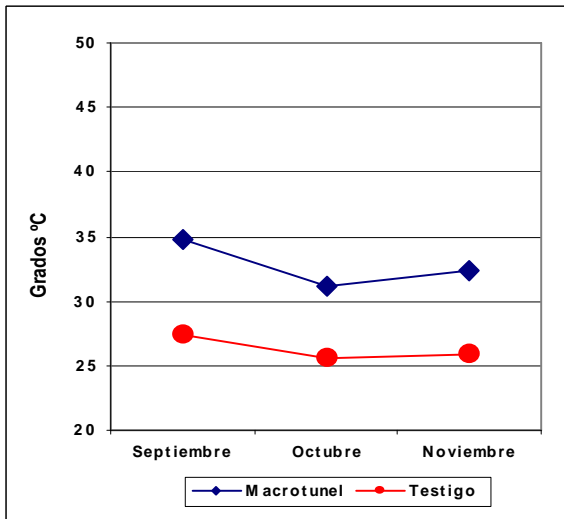


Figura 13. Relación macrotunel y testigo con la temperatura media para la segunda época, en el cultivo de tomate, Chiquimula 2005.

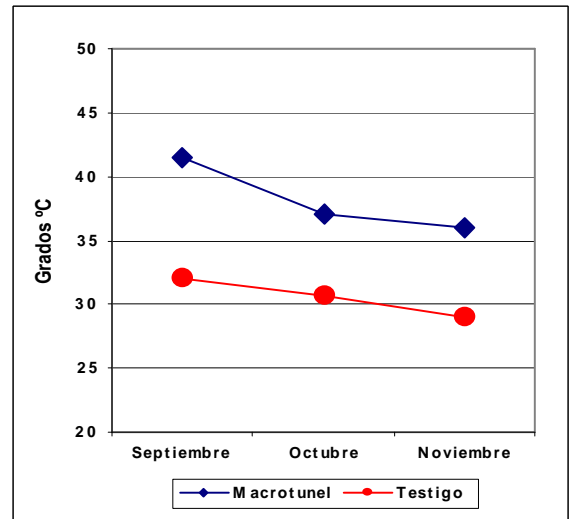


Figura 14. Relación macrotunel y testigo con la media de temperatura máxima para la segunda época, en el cultivo de tomate, Chiquimula 2005.

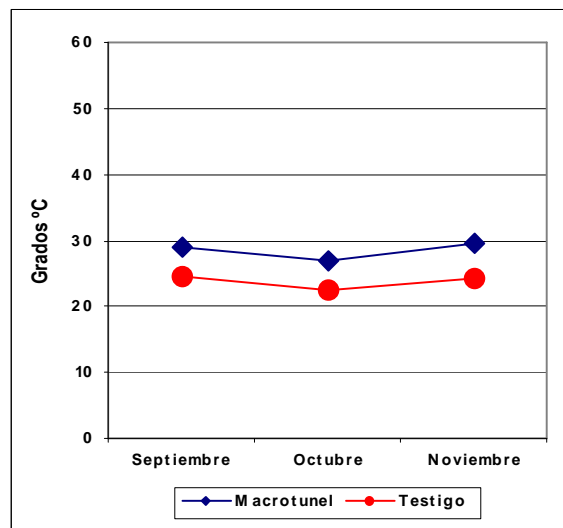


Figura 15. Relación macrotunel y testigo con la media de temperatura mínima para la segunda época, en el cultivo de tomate, Chiquimula 2005.

En la segunda época, se encontró un mejor desarrollo de las plantas superando a la primera y tercera época, la humedad relativa fue mas elevada en este ciclo del cultivo y

la temperatura promedio disminuyó, aumentando el desarrollo de racimos florales y el cuajado de frutos, cuantificando en esta época el máximo rendimiento para el tratamiento identificado como macrotunel.

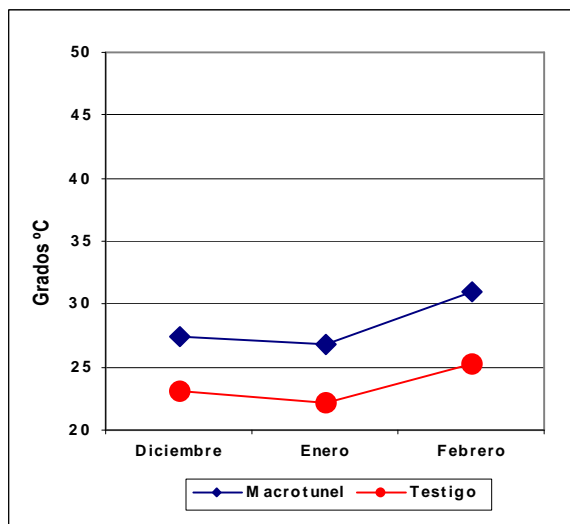


Figura 16. Relación macrotunel y testigo con la temperatura media para la tercera época, en el cultivo de tomate, Chiquimula 2005 -2006.

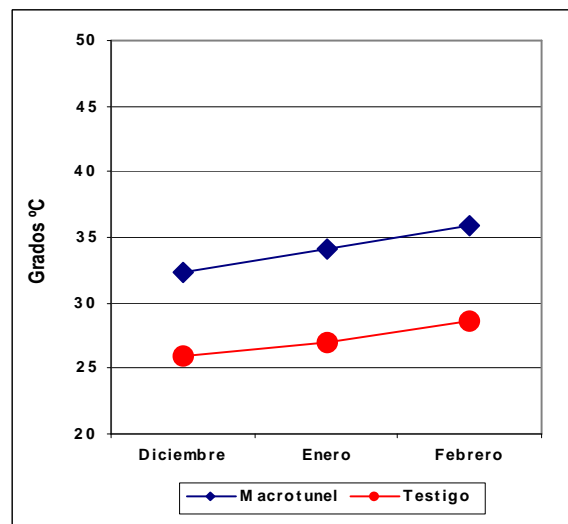


Figura 17. Relación macrotunel y testigo con la media de temperatura máxima para la tercera época, en el cultivo de tomate, Chiquimula 2005 - 2006.

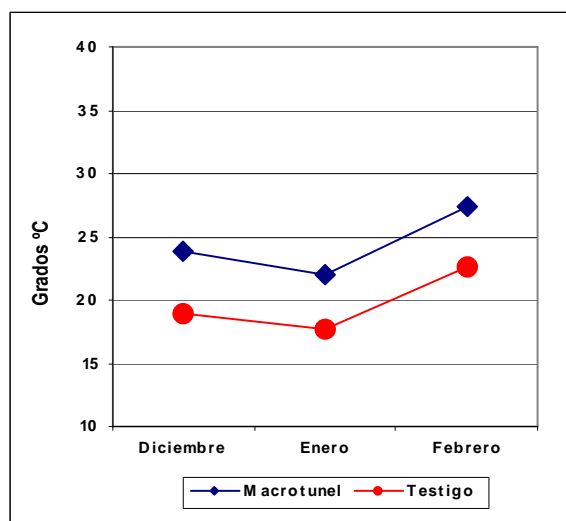


Figura 18. Relación macrotunel y testigo con la media de temperatura mínima para la tercera época, en el cultivo de tomate. Chiquimula 2005 2006.

En la tercera época, la temperatura promedio fue menor en comparación a las primeras épocas. Se obtuvieron plantas poco desarrolladas debido a que registraron menor

altura, se observó desarrollo de racimos florales, pero menor formación de frutos. Los rendimientos del cultivo superaron a la primera época pero no a la segunda.

3. Altura de la planta

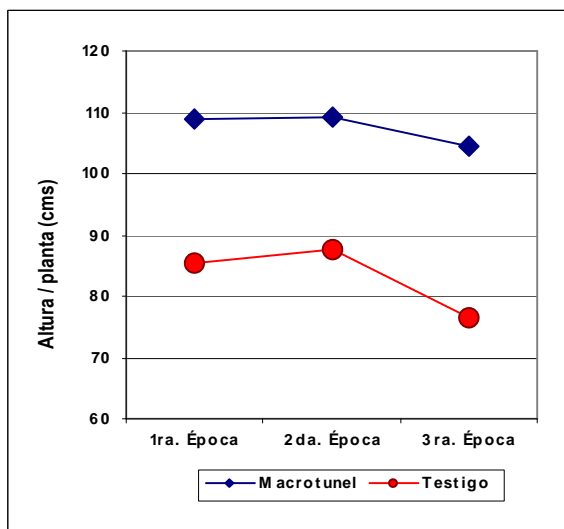


Figura 19. Relación macrotunel y testigo con la altura media por planta en las tres épocas, en el cultivo de tomate, Chiquimula 2005 - 2006.

En función de la altura, la época comprendida de los meses de septiembre, octubre y noviembre, registró mayor crecimiento promedio por parte de la planta, siendo en esta época en donde se obtuvo el mayor porcentaje de humedad relativa promedio. En función de la temperatura la primera época superó ligeramente a la segunda, existiendo poca diferencia entre la altura de la planta. Para el caso de la tercera época la cual fue de diciembre a febrero la temperatura y humedad relativa fueron menores en comparación a las dos anteriores lo que implicó menor crecimiento por parte de la planta.

4. Días a floración

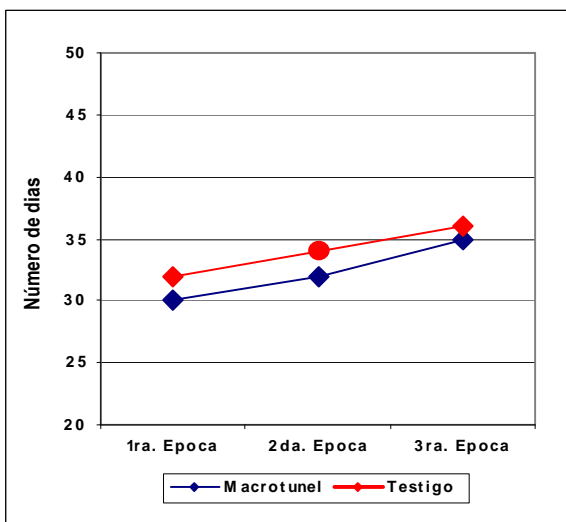


Figura 20. Relación días a floración y épocas de siembra en el cultivo de tomate, Chiquimula, 2005-2006

En la floración, se identificó que la primera época obtuvo menor cantidad de días, y mayor número de días en la tercera. En función del clima, las temperaturas más elevadas se registraron en los meses de mayo a julio, mostrando más precocidad en el cultivo para alcanzar la floración. En el caso de la tercera época, que comprendió de diciembre a febrero, las temperaturas fueron más bajas; mostrando mayor número de días para alcanzar floración.

5. Número de racimos florales por planta

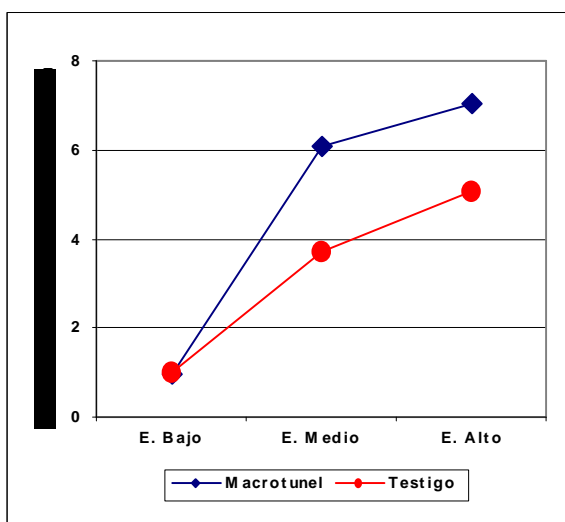


Figura 21. Relación macrotunel y testigo con número de racimos florales por estratos por planta, en la primera época, en el cultivo de tomate. Chiquimula 2005.

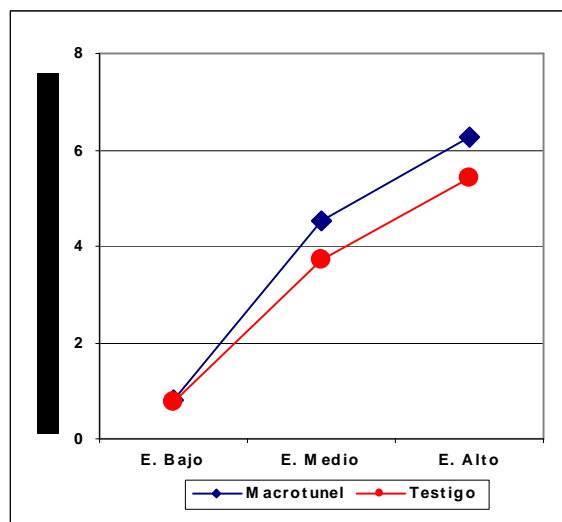


Figura 22. Relación macrotunel y testigo con número de racimos florales por estratos por planta, en la segunda época, en el cultivo de tomate. Chiquimula 2005.

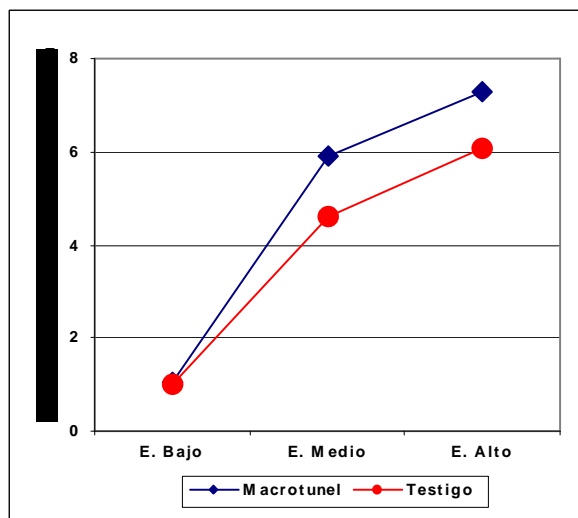


Figura 23. Relación macrotunnel y testigo con número de racimos florales por estratos por planta, en la tercera época, en el cultivo de tomate. Chiquimula 2005 -2006.

En función del número de racimos florales, el macrotunnel cuantificó mayor cantidad por planta en comparación al testigo. Para el caso de las épocas de cultivo, la primera comprendió los meses de mayo a julio, en donde se registró mayor cantidad de racimos florales por planta, superando a las épocas restantes. Con relación al clima, las temperaturas fueron mas elevadas dentro del macrotunnel que en el testigo; siendo la mas cálida la primera época, manifestando en la planta mayor desarrollo de racimos florales.

6. Días a fructificación

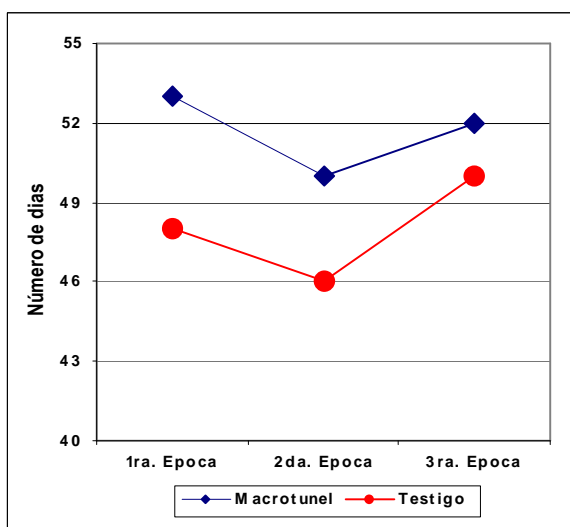


Figura 24. Relación días a fructificación y épocas de siembra en el cultivo de tomate, Chiquimula, 2005-2006

En la fructificación, el macrotúnel obtuvo mayor cantidad de días para alcanzar esta etapa fenológica en las tres épocas. Siendo la más tardía, la primera. El menor número de días a fructificación se reportó en el segundo ciclo del cultivo en ambos tratamientos, correspondiendo a los meses de septiembre a noviembre, en donde se obtuvieron los valores más altos en humedad relativa. En función de la temperatura las primeras dos épocas, mostraron ser muy similares; observando que la diferencia en el número de días es mayor para el primer ciclo en donde las temperaturas fueron más elevadas.

7. Número de racimos de frutos por planta

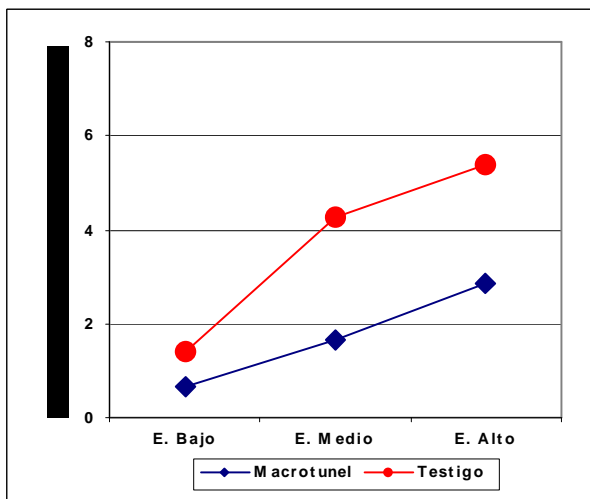


Figura 25. Relación macrotúnel y testigo con número de racimos de frutos por estratos por planta, en la primera época, en el cultivo de tomate. Chiquimula 2005.

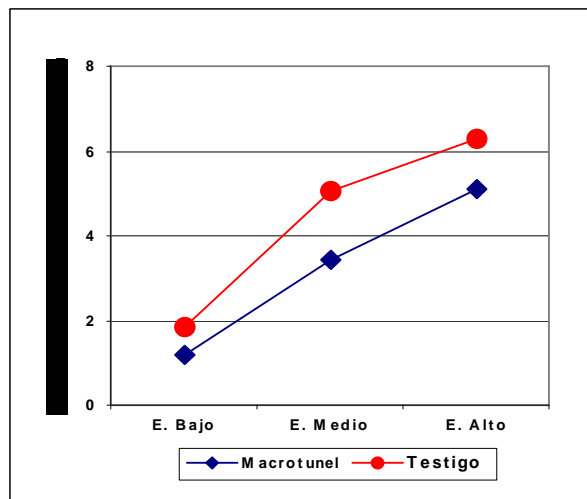


Figura 26. Relación macrotúnel y testigo con número de racimos de frutos por estratos por planta, en la segunda época, en el cultivo de tomate. Chiquimula 2005.

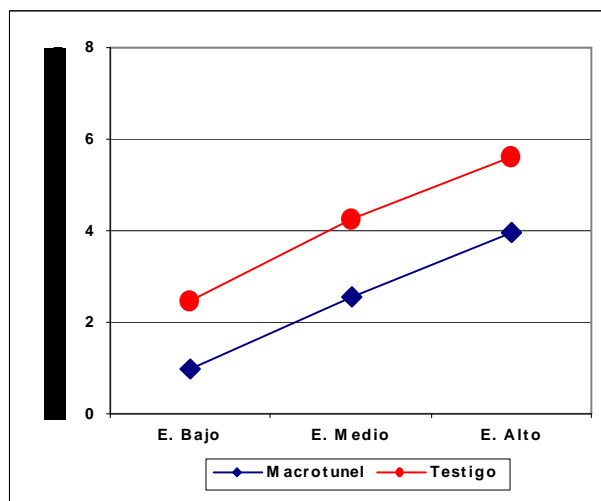


Figura 27. Relación macrotúnel y testigo con número de racimos de frutos por estratos por planta, en la tercera época, en el cultivo de tomate. Chiquimula 2005 -2006.

En la variable número de racimos frutales, el macrotunel cuantificó menor cantidad por planta en comparación al testigo. Para las épocas de cultivo, la segunda correspondiente a los meses de septiembre a noviembre, registró mayor cantidad de racimos frutales por planta. La segunda época se caracterizó por tener alta humedad relativa y con relación a la temperatura los valores promedio son ligeramente menores a la primera y mayores a la tercera época. Considerando como un factor importante para la fructificación a la polinización; la cual probablemente fue deficiente en el macrotunel fomentando menor presencia de racimos frutales.

8. Tiempo de maduración

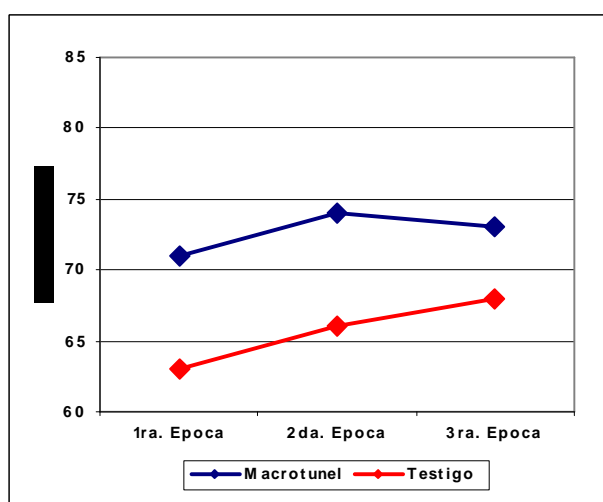


Figura 28. Relación tiempo de maduración y épocas de siembra en el cultivo de tomate, Chiquimula, 2005-2006

Los resultados mostraron, menor tiempo de maduración en la primera época en ambos tratamientos. En esta variable se observó que el macrotunel requirió mayor cantidad de días para la maduración de los frutos, identificando que el efecto de la temperatura probablemente influyó con el tiempo de maduración.

9. Número de frutos por planta

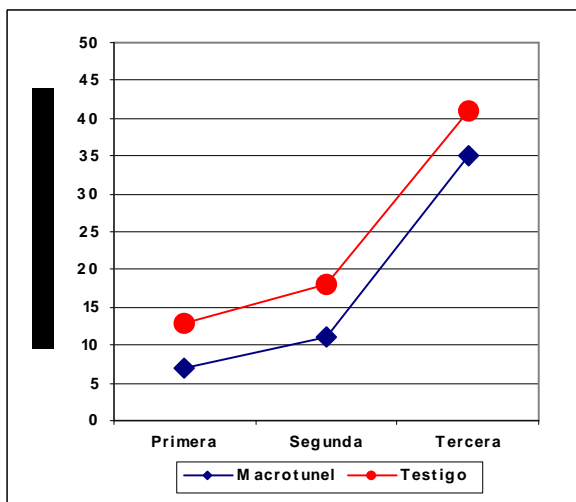


Figura 29. Relación Macrotunel y Testigo con el número de frutos por planta muestreada en la primera época, en el cultivo de tomate, Chiquimula 2005.

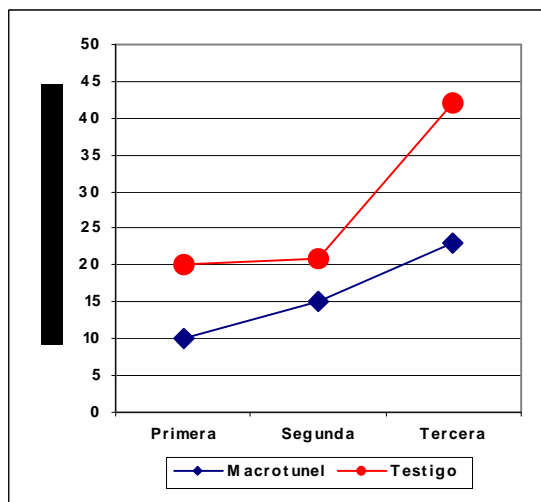


Figura 30. Relación Macrotunel y Testigo con el número de frutos por planta muestreada en la segunda época, en el cultivo de tomate, Chiquimula 2005.

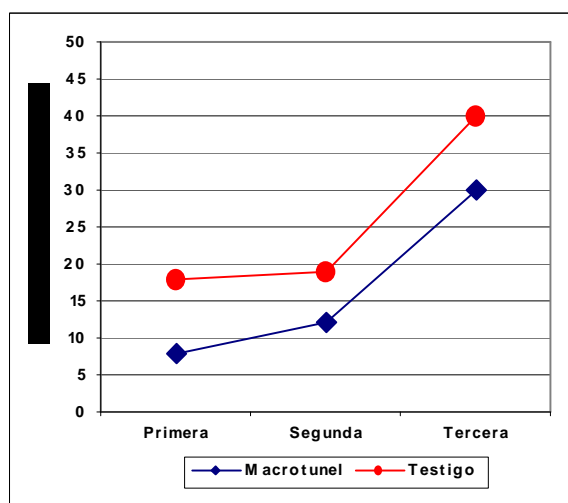


Figura 31. Relación Macrotunel y Testigo con el número de frutos por planta muestreada en la tercera época, en el cultivo de tomate, Chiquimula 2005 - 2006.

Los resultados obtenidos mostraron que el macrotunel cuantificó menor cantidad de frutos por planta en comparación con el testigo en las tres épocas del cultivo, debido al efecto modificado del clima dentro del macrotunel y su probable influencia en la polinización, el desarrollo de frutos fue en menor cantidad, determinando significativamente el rendimiento del tratamiento.

10. Identificación y cuantificación de plantas enfermas

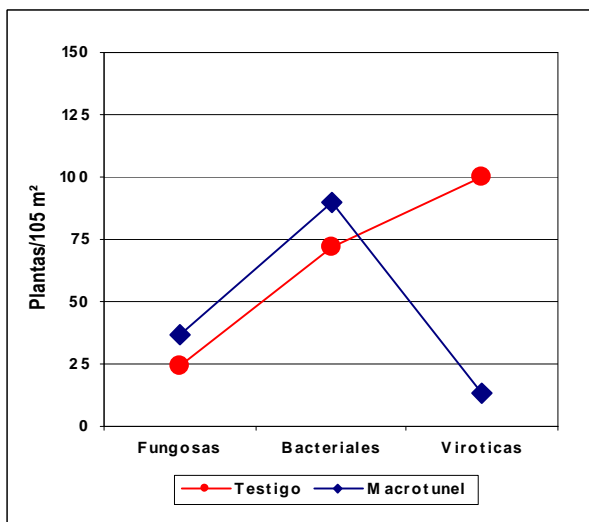


Figura 32. Relación Enfermedades y tratamientos en la primera época, en el cultivo de tomate, Chiquimula 2005.

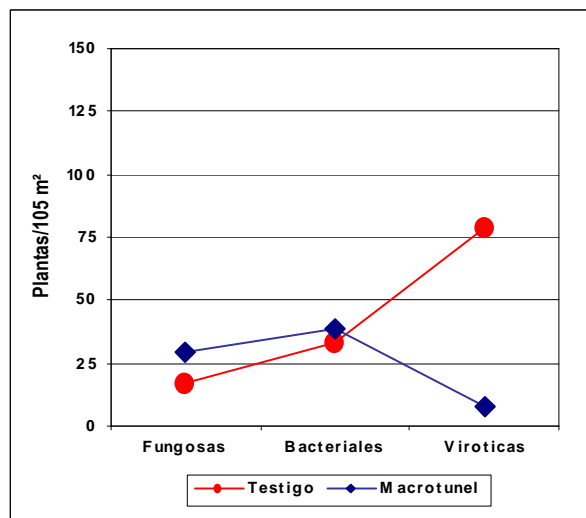


Figura 33. Relación Enfermedades y Tratamientos en la segunda Época, en el cultivo de tomate, Chiquimula 2005.

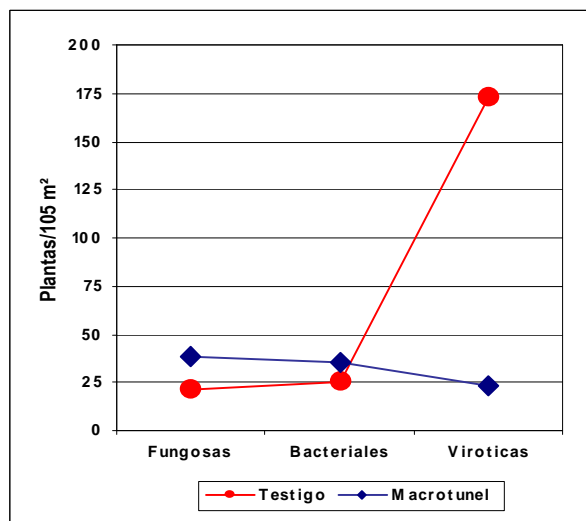


Figura 34. Relación Enfermedades y Tratamientos en la tercera Época, en el cultivo de tomate, Chiquimula 2005.

En función del número de plantas con presencia de enfermedades, el macrotunel superó al testigo en las tres épocas; lo cual se relaciona con el porcentaje de humedad relativa, siendo mayor en el macrotunel. En el caso de los ciclos cultivados, la primera época mostró tener más incidencia de enfermedades fungosas y bacterianas,

comprendiendo los meses de mayo, junio y julio. En cuanto a las plantas con virosis, el testigo obtuvo mayor cantidad de plantas afectadas en comparación al macrotunel.

11. Rendimiento

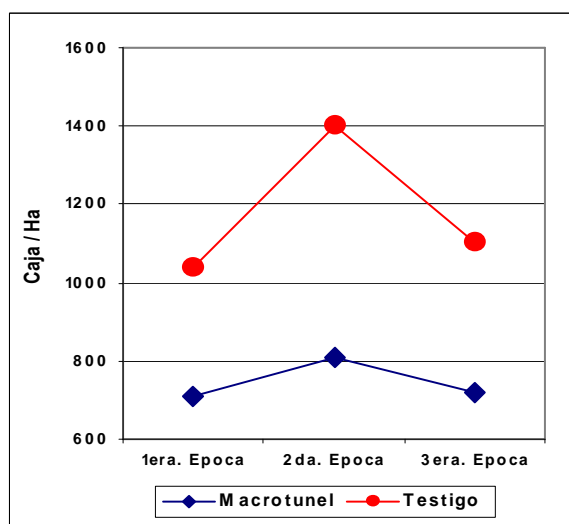


Figura 35. Relación rendimiento y épocas de siembra en el cultivo de tomate, Chiquimula 2005-2006.

Los resultados mostraron que el testigo superó ampliamente al macrotunel en las tres épocas. Indicando que las condiciones micro climáticas generadas por cada uno de los tratamientos influyeron significativamente en el rendimiento del cultivo.

12. Análisis de estabilidad

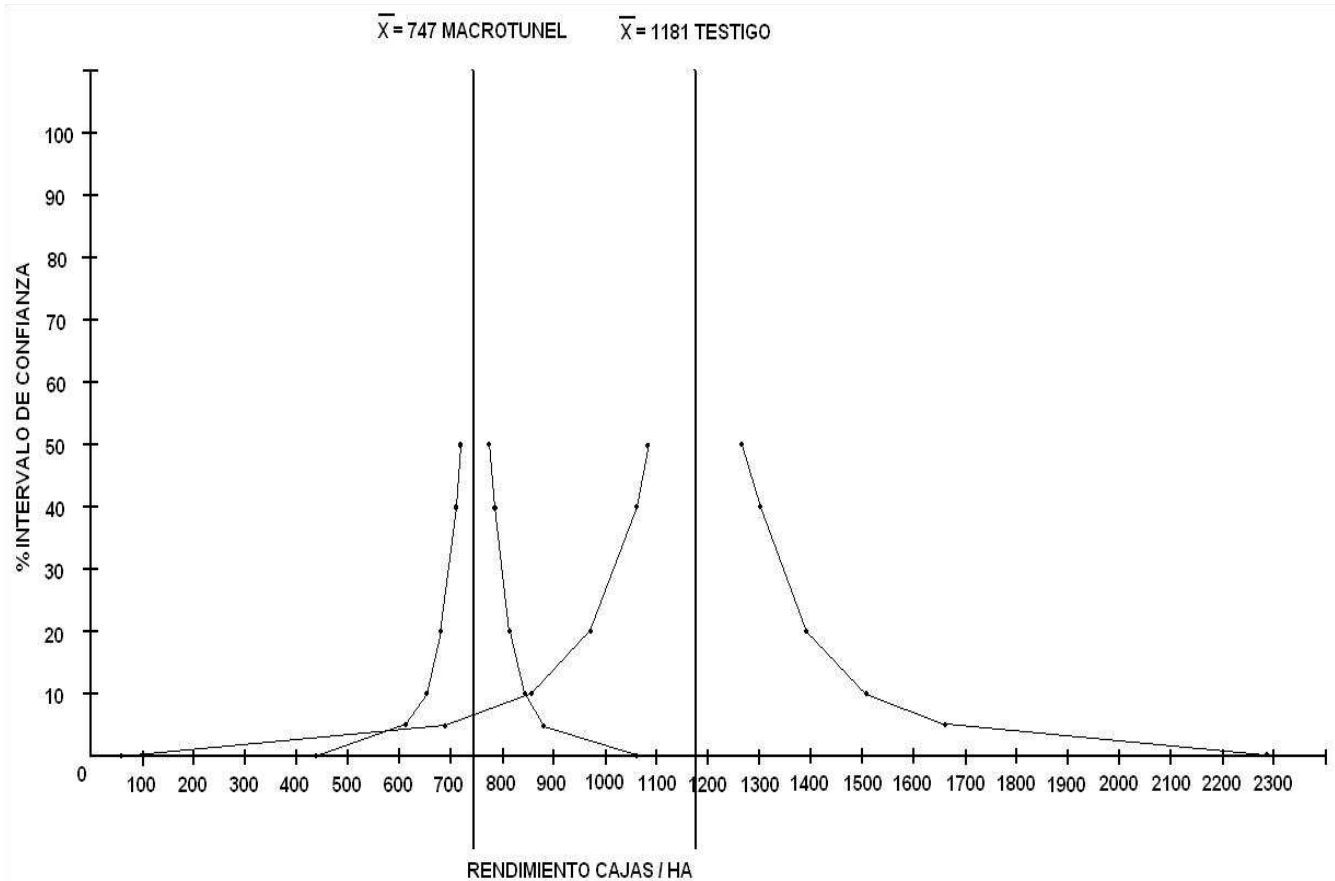


Figura 36. Relación Análisis de Estabilidad y rendimiento para el testigo y macrotunel, en el cultivo de tomate en tres épocas de siembra Chiquimula 2005-2006.

Los resultados obtenidos indicaron que los peores casos del testigo son los mejores casos del macrotunel con un 10% de probabilidad. Sin embargo el análisis de la gráfica se orienta a la determinación de la estabilidad de los tratamientos, los cuales fueron considerados en función del rendimiento, es decir, que la variable identificada como macrotunel mostró una mayor estabilidad en la producción en comparación con el testigo.

Cuadro 4. Análisis económico

Tratamiento	Epoca	I. Neto	C. Variable	Cajas/Ha
Testigo	2da	Q59,791.06	Q17,841.86	1,403
Testigo	3ra	Q33,289.75	Q19,956.00	1,102
Testigo	1ra	Q24,513.28	Q22,937.87	1,039
ANALISIS DE LA TASA MARGINAL DE RETORNO				
Tratamiento		I. Neto	C. Variable	TMR
Testigo	2da	Q59,791.06	Q17,841.86	3.35

Fuente: Elaboración propia

Dado el cálculo de la Tasa Marginal de Retorno (TMR), el análisis de los resultados, mostraron que el Testigo en la segunda época logró mayor beneficio económico, debido a que obtuvo una tasa marginal de 3.35, lo que significó la obtención de Q.3.35 por cada quetzal que se invirtió en la producción del cultivo.

IX. CONCLUSIONES

- 1.** Las condiciones de temperatura y humedad relativa del macrotunel mostraron favorecer al desarrollo de la planta, obteniendo mayores alturas, menor número de días a floración y mayor cantidad de racimos florales.
- 2.** En cuanto al de manejo, el macrotunel ejerció un mejor control de plagas, debido a que registró menor cantidad de plantas viroticas.
- 3.** Aunque la presencia de racimos florales fue mayor en el macrotunel, se obtuvieron menor cantidad de racimos frutales, indicando que las condiciones microclimaticas del tratamientos influyó significativamente en el desarrollo de estas etapas fenológicas de la planta.
- 4.** En función de la producción, la segunda época comprendida entre los meses de septiembre a noviembre, obtuvo los mejores rendimientos. En lo que respecta a la fructificación, la diferencia entre tratamientos mostraron que la temperatura y la humedad relativa, ejercieron un efecto directo en la formación de los frutos relacionando la influencia de la variable clima en la eficiencia de la polinización de las flores, adicionando a este proceso la falta de polinizadores naturales debido al hermetismo del sistema.
- 5.** El análisis de estabilidad mostró que la producción de tomate en macrotunel es mas estable, considerando que los costos para el control de plagas, enfermedades y malezas fueron menores para este tratamiento en las tres épocas. Se obtuvo menor beneficio económico, debido a que la inversión para su construcción influyó significativamente en la rentabilidad del sistema.

X. RECOMENDACIONES

- 1.** En función del efecto del macrotunel en el desarrollo vegetativo y floración, se recomienda la utilización del sistema de cobertura, durante estas etapas fenológicas del cultivo, en donde se observó un mejor desarrollo de la planta en comparación con los sistemas de producción de tomate a campo abierto.
- 2.** Considerando que el macrotunel, registró mayor número de racimos florales, y no se comportó con la misma tendencia en el desarrollo de racimos frutales, obteniendo menor cantidad de frutos cuajados en comparación con el testigo, se recomienda quitar el cobertor de polipropileno previo a la etapa fenológica de cuaje de frutos para evitar el aborto de flores y frutos, como medida de acción para fomentar la polinización y por ende el aumento del rendimiento.
- 3.** De acuerdo a los resultados obtenidos en el rendimiento, se recomienda establecer la producción de tomate en los meses de septiembre a noviembre, que comprendió a la segunda época
- 4.** Utilizando los macrotuneles en las etapas fenológicas mas criticas del cultivo que comprende el desarrollo vegetativo y floración, se logra reducir el riesgo que se corre el agricultor en la producción del cultivo de tomate a campo abierto, aumentando probablemente los rendimientos y por ende los beneficios económicos.

XI. BIBLIOGRAFIA

1. Abcagro, US. 2000. Hortalizas. Estados Unidos. Consultado 27 abr. 2005. Disponible en [http. // www. Abcagro.com](http://www.Abcagro.com).
2. Cacao, GU. 2004. Protección + producción. Nuestro Campo no. 6: 9 -11.
3. CIMMYT (Centro de Investigación y Mejoramiento de Maíz y Trigo, MX). 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. México p. 34-36.
4. Duwest, GT. 2003. Tecnologías modernas contra plagas de hortalizas. Nuestro Campo no. 3: 8-9.
5. Fleming Comercial, GT. 2002. Agribón; la tela que protege de plagas sus cultivos. Guatemala, Fleming Comercial, S.A. p. 3-6.
6. Hilderbrand E, P; Poey, F. 1989. Ensayos agronómicos en fincas según el enfoque de sistemas agropecuarios. Trad. A Caballo Quiros y A Pourrain. Estados Unidos, Editorial Agropecuaria Latinoamericana. 134 p.
7. Holdridge, LR. 1978. Texto explicativo del mapa de zonificación ecológica Guatemala, según sus formas vegetales. Guatemala, MAGA. 216 p.
8. Lastra, R. 1992. Los geminivirus, un grupo de fitovirus con características especiales. *In* Las moscas blancas *Homóptera, Aleyrodidae* en América Central y el Caribe. Ed. L Hilje y O Arboleda. Turrialba, CR, CATIE. p. 16 -19. (Serie Técnica, Informe Técnico no. 205.).

- 9.** Superb, GT. 2005. Productores de semillas. Guatemala, Productos Superb Agrícola, S. A. Consultado 27 abr. 2005. Disponible en [http. // www. Superb.com](http://www.Superb.com).
- 10.** Vista Volcanes, GT. 2005. Agryl. Guatemala, Vista Volcanes, S.A. p. 1-2.