

**Efecto de acolchados plásticos y micro túneles
de tela no tejida de polipropileno en la
producción de tomate orgánico en época seca
en Zamorano.**

Adrian Francisco Molina Martínez

ZAMORANO

Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria

Noviembre, 2005.

**Efecto de acolchados plásticos y micro túneles
de tela no tejida de polipropileno en la
producción de tomate orgánico en época seca
en Zamorano.**

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

Presentado por
Adrian Francisco Molina Martínez

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2005

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.

Adrian Francisco Molina M.

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2005.

Efecto de acolchados plásticos y micro túneles de tela no tejida de polipropileno en la producción de tomate orgánico en época seca en Zamorano.

Presentado por:

Adrian Francisco Molina Martínez.

Aprobado:

Edwin D. Flores M.Sc.
Asesor Principal

Abelino Pitty, Ph.D.
Encargado área de Fitotecnia/ CCPA

Alfredo Rueda Ph.D.
Asesor

Abelino Pitty, Ph.D.
Director Interino Carrera de Ciencia
y Producción Agropecuaria

George Pilz, Ph.D.
Decano Académico

Kenneth L. Hoadley, D.B.A
Rector

DEDICATORIA

- A mi Dios Jehová por sobre todas las cosas.
- A Mi familia Carolina y Dianita.
- A mi hermano Jorge Luis Molina.
- A mi madre Francis García J.
- A mi Padre Francisco Molina.
- A mis tíos Mario Molina y Rigoberto Padilla M.

AGRADECIMIENTO

- A mi Dios Jehová y mi señor Jesús por ser la fortaleza de mi vida, sin su apoyo no hubiera sido posible llegar hasta donde estoy, por ayudarme ha alcanzar esta meta.
- A mi familia por estar siempre conmigo a mi hija por tenerme paciencia todo este tiempo aun sin comprender mi ausencia, y a ella, la mujer tan linda que mi Dios me permitió conocer y que desde que conocí me apoya y me ha sabido dar ánimos cuando los necesito.
- A mi hermano Jorge Luis por todo su apoyo y consejos.
- A mis padres por la formación personal que me dieron, el ingenio y actitud heredado de mi padre Francisco Molina y los consejos de mi madre de mi madre Francis García.
- A mis asesores: M.Sc. Edwin Flores, Dr. Alfredo Ruedo, el Ing. Antonio Jaco por su ayuda en todo momento en la elaboración de este trabajo.
- A la Ing. Rosa Amada Zelaya, por todo su apoyo.
- Al Doctor George Pilz, al M.Sc. Luis Caballero, Sr. Martín Schwarz, M.B.A. Rommel Reconco y al Ing. Octavio Ávila por el apoyo que me brindaron.
- A Yadira por sus consejos y apoyo.
- Al proyecto PROMIPAC-Zamorano y su coordinador el Doctor Alfredo Rueda por su financiamiento para lograr esta meta.
- A Plásticos Vanguardia, S.A. y Alternativas Agropecuaria (ALTAGRO S.A.) por proveernos los plásticos para acolchados utilizados en este estudio (plástico negro y plástico plata/negro, respectivamente).
- A mis amigos 08, 07, 06, 05 por su amistad, ayuda y consejos.
- A los trabajadores de agricultura orgánica: Mario, David y Doña Maria por su apoyo.
- Y a todas las personas que de alguna u otra manera colaboraron para darme la oportunidad de estar acá y alcanzar esta meta en Zamorano y desarrollarme profesionalmente.

RESUMEN

Molina. A. F. 2005. Efecto de acolchados plásticos y micro túneles de tela no tejida de polipropileno para la producción de tomate orgánico en época seca en Zamorano. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras. 39 p.

Con el objetivo de definir alternativas tecnológicas de agricultura protegida viables para la producción de tomate orgánico en Zamorano en época seca, se evaluó el efecto del uso de dos colores de acolchado plástico (negro y plata/negro), solos y en combinación con micro túneles de tela no tejida de polipropileno, sobre la incidencia de adultos de mosca blanca, *Bemisia tabaci* (Gennadius), la incidencia de infección por geminivirus, la temperatura del suelo a 15 cm, y el rendimiento comercial del cultivo. Los tratamientos se establecieron con un modelo de parcelas divididas, siendo la parcela grande los dos colores de acolchado plástico, y las sub parcelas los tratamientos con o sin cobertura de micro túneles durante los primeros 22 después de transplante (ddt). La menor incidencia de adultos de *B. tabaci* y de infección por geminivirus se obtuvo con el acolchado plata/negro con micro túnel, seguido por el acolchado plata sin micro túnel y el acolchado negro con micro túnel. El testigo (sin acolchado y sin micro túnel) presentó una infección del 100% por geminivirus, seguido por la parcela de acolchado negro sin micro túnel (89%). La temperatura del suelo a 15 cm fue significativamente afectada por el color del acolchado y por la cobertura con micro túnel, presentándose mayores temperaturas en los tratamientos con acolchado negro (con y sin micro túnel), seguidos del acolchado plata con micro túnel. El mayor rendimiento en frutos comerciales se obtuvo del tratamiento de acolchado plata/negro con micro túnel durante los primeros 22 días después de transplante, siendo este rendimiento estadísticamente superior y la mejor alternativa técnica y económica con respecto al resto de los tratamientos.

Palabras clave: agricultura orgánica, *Bemisia tabaci*, geminivirus, plásticultura.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Autoría.....	ii
Página de firmas.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimiento.....	v
Resumen.....	vi
Contenido.....	vii
Indice de cuadros.....	ix
Indice de gráficos.....	x
Indice de anexos.....	xi
1. INTRODUCCION.....	1
1.2 OBJETIVOS.....	4
1.2.1 General.....	4
1.2.2 Específicos.....	4
2. REVISION DE LITERATURA.....	5
2.1 PRODUCCION DE TOMATE EN CENTRO AMERICA.....	5
2.2 LA MOSCA BLANCA (<i>B. tabaci</i>).....	6
2.3 PRODUCTOS ORGANICOS.....	7
2.4 USOS DE LOS PLASTICOS EN LA AGRICULTURA (PLASTICULTURA).....	8
2.5 USO DE MICRO TUNELES EN LA PROTECCION DE CULTIVOS.....	9
3. MATERIALES Y METODOS.....	10
3.1 LOCALIZACION.....	10
3.2 PLANTAS.....	10
3.3 TRATAMIENTOS.....	11
3.4 METODOLOGIA.....	11
3.4.1 Establecimiento de las parcelas experimentales.....	11
3.4.2 Parcela útil.....	11
3.4.3 Riego.....	12
3.4.4 Fertilización.....	12
3.4.5 Muestreo de poblaciones de mosca blanca (<i>B. tabaci</i>).....	12
3.4.6 Incidencia de virus.....	13

3.4.7 Muestreo de temperatura del suelo.....	13
3.4.8 Control de plagas y enfermedades.....	13
3.5 VARIABLES A MEDIR.....	14
3.6 DISEÑO ESTADISTICO.....	15
3.7 ANALISIS ESTADISTICOS.....	15
3.8 ANALISIS MARGINAL.....	15
4. RESULTADOS Y DISCUSION.....	17
4.1 POBLACIONES DE MOSCA BLANCA (<i>B. tabaci</i>).....	17
4.1.1 Transplante a 23 días después de transplante.....	17
4.1.2 Poblaciones de <i>B. tabaci</i> desde 23 días después de transplante (Retiro de micro túneles) a 45 días después de transplante.....	18
4.2 INCIDENCIA DE INFECCION VIRAL.....	20
4.3 TEMPERATURA DEL SUELO A 15 cm DE PROFUNDIDAD.....	23
4.4 RENDIMIENTOS.....	24
4.4.1 Rendimiento comercial.....	25
4.4.2 Rendimiento no comercial.....	25
4.4.3 Pesos Promedio de la fruta.....	26
4.5 ANALISIS MARGINAL.....	27
4.6 ANALISIS DE DOMINANCIA.....	28
5. CONCLUSIONES.....	30
6. RECOMENDACIONES.....	31
7. BIBLIOGRAFIA.....	32

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Comparación de la superficie cosechada (miles de hectáreas) de tomate en la región centroamericana y por países entre los años 1990 y 2001	5
2. Plaguicidas aprobados por agricultura orgánica que se utilizaron en el control de insectos y enfermedades durante la realización del estudio.....	14
3. Porcentaje de plantas con infección viral a los 23 y 38 días después del transplante en el cultivo de tomate orgánico.....	22
4. Comparación de pesos comercial y no comercial (kg/ha) y peso promedio de la fruta por tratamientos.....	26
5. Análisis marginal. Costos, beneficio y tasa de retorno marginal (TRM).....	27
6. Presupuesto parcial por tratamiento para la producción de tomate orgánico en Zamorano, Honduras, 2005.....	29

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico	Página
1. Distribución geográfica de superficie trabajada con acolchados plásticos en el mundo.....	2
2. Producción y rendimientos de tomate en países centroamericanos (en miles de toneladas y toneladas por hectárea) en el año 2001.....	6
3. Promedios de adultos de <i>B. tabaci</i> por planta desde transplante a 23 días después de transplante en plantas de tomate.....	18
4. Promedios de adultos de <i>B. tabaci</i> por planta desde los 23 días después de transplante (retiro de micro túneles) hasta los 45 días después de transplante en plantas de tomate.....	19
5. Comparación por tratamiento del porcentaje de plantas de tomate infectadas con virus desde los 23 días después de transplante hasta los 38 días después de transplante...	21
6. Comparación de promedios temperaturas del suelo a 15 cm de profundidad en dos horas del día 6:30 AM y 12 M.....	24
7. Curva de beneficios netos y tasa de retorno marginal (TRM).....	29

INDICE DE ANEXOS

ANEXO	#
Análisis de suelo del area de cultivos orgánicos lote #3 donde se llevó acabo la investigación. Realizado en laboratorio de suelos de la EAP Zamorano.....	1

1. INTRODUCCION

Actualmente un segmento creciente de los consumidores está más interesado en el origen de los productos que ingieren, especialmente en Europa y Estados Unidos de Norteamérica, tomando actualmente auge en Latinoamérica. El interés es por saber cómo los productos fueron cultivados o si son seguros para consumir, así como del contenido nutricional, enfatizando su preocupación por la posible contaminación con agroquímicos, especialmente en los productos o vegetales de consumo fresco (Brentlinger 2002; López 2004). Como una alternativa a la demanda creciente de productos más limpios, sanos y saludable se ha retomado el manejo orgánico de los cultivos, conocido como agricultura orgánica.

La agricultura orgánica propicia la conservación de los recursos naturales y una producción sana y saludable, basándose en el respeto de las relaciones existentes en la naturaleza logrando un equilibrio ecológico, económico y social. En Centro América se han hecho trabajos en pro de la toma de conciencia sobre los efectos negativos del uso de agroquímicos y el desarrollo de nuevas tecnologías alternativas que contrarresten el uso de estos, buscando un desarrollo en armonía con el ambiente (IICA 2001). Una de las tecnologías propuestas es el uso de los acolchados plásticos, esta tecnología se presenta como una alternativa en la producción orgánica de cultivos ya que con el avance actual en la tecnología del plástico y su incorporación en la actividad agrícola, dando origen al termino plásticultura, se ha mejorado y facilitado su uso como acolchados favoreciendo el control de malezas y de algunas plagas y enfermedades.

La plásticultura es un método de cultivo que provee de beneficios significativos derivados del uso de polímeros plásticos. Con el desarrollo de la plásticultura los acolchados plásticos pasaron a ser una alternativa que ha permitido incrementar los rendimientos y rentabilidad en la agricultura, disminuyendo el uso de herbicidas para el control de malezas y reduciendo además el uso de plaguicidas sintéticos (químicos), ya que hay estudios que han demostrado que los acolchados plásticos como el color plata rechazan cierta especie de afidos y reducen o retrasan la incidencia de virus llevados por afidos en algunos cultivos como la calabaza de verano (Lamont *et al.* 1990).

Según Jiménez y Rodríguez (1991), el acolchado ha sido una técnica empleada desde hace mucho por los agricultores, en sus inicios consistió en la colocación sobre el suelo de residuos orgánicos en descomposición (paja, hojas secas, cañas, hierba, etc.) disponibles en el campo, lo que ayudaba a obstaculizar el crecimiento de malezas alrededor de los cultivos, aportando también a la fertilidad del suelo, produciendo entonces alimentos saludables sin la dependencia de los agroquímicos que actualmente tenemos, esto favorecía una producción de cultivos más saludable basado en la agricultura orgánica.

El uso de plásticos como acolchado favorece, dependiendo del color del acolchado, una reducción en la incidencia de insectos plagas como la mosca blanca, *Bemisia tabaci* (Gennadiun), vector de virosis, y en el control de malezas, con lo que se reduce el gasto en mano de obra al no tener que llevar a cabo la labor de deshierba tan frecuentemente. Entre los colores de acolchados más usados están los colores: negro, plata, blanco, amarillo y azul (Decoteau *et al.* 1989, Orzolek y Murphy 1993), sobresaliendo el color plata por su efecto repelente en adultos de afidos y mosca blanca, además del control de maleza (Smith y Webb 1969, Csizinszky *et al.* 1995, 1997). Se han hecho estudios donde se demuestra que el uso de acolchados plásticos también ejerce un efecto positivo sobre el rendimiento de ciertos cultivos como el melón y chile dulce, donde se observó un mejor desarrollo y mayor rendimiento (Ibarra *et al.* 2004). “Los beneficios reportados para los cultivos desarrollados con acolchado plásticos incluyen adelanto en las cosechas, incremento en los rendimientos y mayor calidad de la producción entre otros” (Quezada-Martín *et al.* 2004).

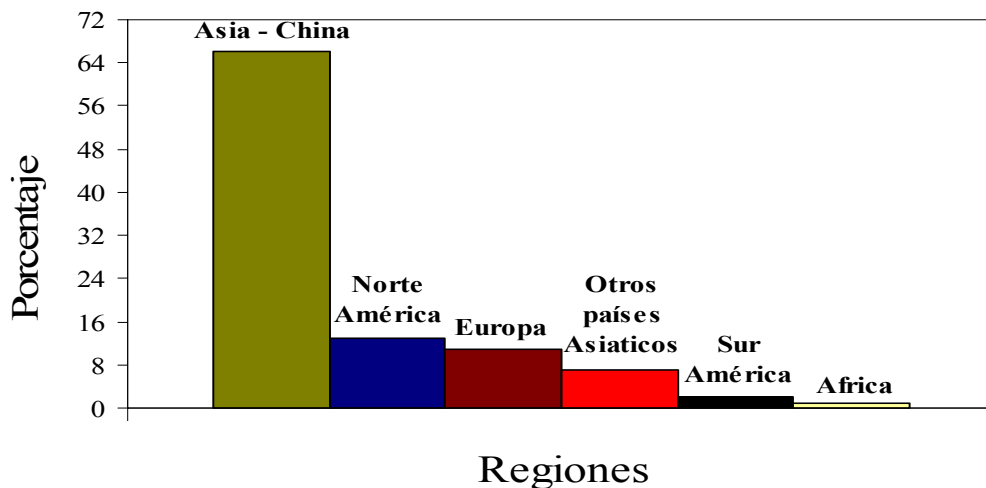


Gráfico 1. Distribución geográfica de superficie trabajada con acolchados plásticos en el mundo. Mercado total de aplicación 2, 300,000 Ha (CIDAPA 2004)

Otra tecnología aplicada a la producción agrícola es el uso de cubiertas flotantes, las que actúan como barrera física, impidiendo el paso de insectos que afectan a temprana edad a las plantas. Según el CEPLA (comité español de plásticos en la agricultura) las cubiertas flotantes son láminas de materiales plásticos (polietileno, polipropileno, poliéster) que se colocan sobre el cultivo tras una siembra o plantación, de tal modo que son soportadas por éste en algunos casos y en otros puestas a manera de micro túneles los que son retirados cuando la planta alcanza la madurez. Esta tecnología se presenta como una alternativa a la producción de cultivos como el tomate especialmente en manejo orgánico donde no se hace uso de agroquímicos para el control de plagas y enfermedades proporcionándole al cultivo ventaja al permitirle un avance en su desarrollo.

El cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) es uno de los productos perecederos más populares del mercado. En hortalizas, se han dedicado muchos esfuerzos en el cultivo

del tomate que, si bien es cierto, es de los más rentables, también es uno de los más difíciles de producir por la cantidad de problemas con que se enfrenta el productor, especialmente de plagas y enfermedades, siendo una de las plagas más agresivas la mosca blanca, *B. tabaci*, vector de virosis. Estos esfuerzos se han concretado en la generación de tecnología de este cultivo en cuanto a identificación de mejores materiales genéticos y manejo del cultivo en general (CENTA 1996).

Una de las plagas que ha adquirido mayor importancia en los cultivos, entre otros las hortalizas, especialmente en los que se trabajan a campo abierto es la *B. tabaci* mal llamada mosca blanca. *Bemisia tabaci* pertenece a la familia Aleyrodidae, del orden: Homóptera. Es un insecto chupador de amplia distribución mundial, y la especie más difundida y dañina en la región centroamericana. El calificativo de mosca blanca ha creado bastante confusión entre agricultores y técnicos. *B. tabaci* no es un díptero (mosca verdadera), es un Homóptero y, como tal se diferencia en al menos tres aspectos; a) El adulto tiene cuatro alas y no dos; b) Su aparato bucal es perforador chupador, por lo que extrae líquidos del floema de las plantas, ello le permite actuar como vector de virus. c) Presenta metamorfosis incompleta con tres estadios: huevo, ninfa y adulto: en cambio las moscas verdaderas tienen cuatro etapas; huevo, larva, pupa y adulto (SAG-DICTA-GTZ 1998).

El manejo orgánico del cultivo de tomate a campo abierto es difícil sobre todo por la activa incidencia de plagas como la mosca blanca, *B. tabaci*, ya que este cultivo es muy susceptible a la virosis transmitida por este vector. El uso de tecnologías como acolchados y el aislamiento del cultivo por medio de micro túneles de tela no tejida de polipropileno nos puede permitir una ventaja para el cultivo logrando un mejor desarrollo del mismo que le permita al productor poder cosechar, con rendimientos satisfactorios, un producto sano, saludable y libre del uso de agroquímicos.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 General

Determinar el efecto del uso de dos colores de acolchado plástico y micro túneles de tela no tejida de polipropileno como alternativa para la producción de tomate orgánico en Zamorano.

1.2.2 Específicos

Evaluar el efecto del uso de dos colores de acolchado plástico y micro túneles de tela no tejida de polipropileno

- a) En los niveles poblacionales de *B. tabaci*.
- b) La incidencia de infección viral.
- c) La temperatura del suelo a 15 cm de profundidad.
- d) El rendimiento comercial del cultivo.
- e) Realizar un análisis de marginal para determinar la factibilidad de implementación de estas tecnologías.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 PRODUCCION DE TOMATE EN CENTRO AMERICA

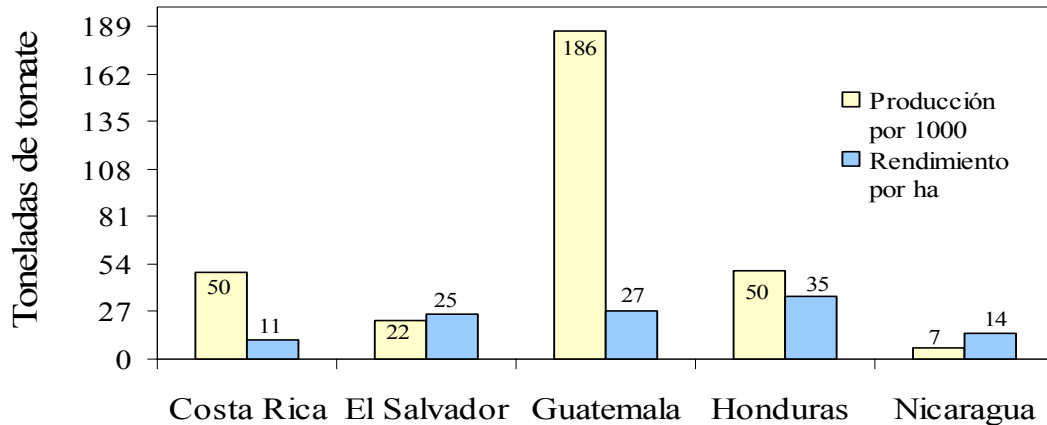
El tomate ha incrementado su aceptación entre los productores centroamericanos debido al crecimiento en la demanda del mismo, lo que se representa en el incremento gradual del área cosechada que aumentó de 12,300 ha en 1990 a 14,100 ha en el año 2001, la eficiencia y productividad han mejorado logrando superar las 266,283 toneladas promedio cosechadas en 1990, obteniendo una producción total de 331,000 toneladas en el año 2001, los rendimientos hasta el año 2001 han aumentado obteniendo 22.3 toneladas por ha de 19.15 toneladas por ha que se obtenían en 1990 (Cuadro 1). Esto nos hace ver que este producto está manteniendo su importancia en el mercado mostrando una tendencia a crecer cada año (CEPAL, 2002). Sin embargo, aunque estos promedios han mejorado, aun son muy bajos comparados con los obtenidos en EE.UU., Europa y México donde se obtienen promedios mucho mayores. En Centro América el país con mayor área en producción es Guatemala, pero el que mejor rendimientos presenta es Honduras (Grafico 2).

Cuadro 1. Comparación de la superficie cosechada (miles de hectáreas) de tomate en la región centroamericana y por países entre los años 1990 y 2001.

País	1990	2001
Centro América	12.3	14.1
Costa Rica	0.3	1.4
El Salvador	1.8	0.9
Guatemala	6.0	6.9
Honduras	3.5	4.5
Nicaragua	0.7	0.5

Fuente CEPAL, 2002.

Los mejores resultados de rendimiento en Centro América los tiene Costa Rica logrando hasta 35.2 toneladas por hectárea. Luego le siguen en orden: Guatemala (27.1), El Salvador (25.3), Nicaragua (14.4) y Honduras (11.1) (CEPAL 2002).



Fuente CEPAL 2002

Gráfico 2. Producción y rendimientos de tomate en países centroamericanos (en miles de toneladas y toneladas por hectárea, respectivamente) en el año 2001.

En El Salvador rendimientos promedio de los productores de tomate que trabajan con FINTRAC/IDEA (Centro de transacciones financieras y análisis de Canadá/ Centro de inversión, desarrollo y exportación de agro negocios de El Salvador) han aumentado a 59 toneladas por hectárea, 146% por encima de los rendimientos nacionales (24 ton/ha), y hasta la fecha, las ventas de los clientes suman \$3.5 millones, mientras que las fincas participantes han contratado más de 730 trabajadores nuevos. Los rendimientos y las utilidades netas llegan a alcanzar promedios de 13, 300 kg por invernadero de 600 m², y \$6,650 anuales (FINTRAC 2004). La introducción de tecnologías como el uso de acolchados y cubiertas flotantes así como el trabajo bajo protección de invernaderos es lo que les ha proporcionado a estos agricultores los recursos para alcanzar estas ventajas de producción.

2.2 LA MOSCA BLANCA (*B. tabaci*)

La mosca blanca es un insecto chupador, de la cual existen muchas especies; *Bemisia tabaci* es la más difundida, posiblemente más dañina; tiene una distribución prácticamente en toda el área tropical del mundo, aunque últimamente ha sobrepasado esos límites y colonizado áreas ubicadas en otras latitudes (CENTA 1996).

B. tabaci se ha convertido en los últimos años en la plaga de mayor importancia económica en la región centro americana. Además se considera como una plaga de manejo complejo y difícil de realizar. Tiene la habilidad de adquirir resistencia a plaguicidas utilizados para su control, principalmente los órganos fosforados y los piretroides. Por su condición de ser muy polífaga, se encuentra hospedando en muchas plantas cultivadas y malezas. También se adapta a diferentes ambientes climáticos desde el nivel del mar hasta altitudes de 1200 msnm. El mayor peligro de la *B. tabaci* radica en la transmisión de varios virus a cultivos como fríjol, tomate, chile, pepino, ayote, sandía, melón, tabaco, soya y otros (SAG-DICTA-GTZ 1998), es una de las plagas que más

afecta el desarrollo de muchos cultivos incluyendo el tomate, al cual puede atacar desde el semillero, hasta la fructificación, donde el daño se vuelve menos severo. El daño directo causado por la ninfa y adultos ocurre cuando éstas succionan los nutrientes del follaje. *B. tabaci*, además de esos daños directos, puede transmitir muchos virus, entre ellos los geminivirus. El control mediante el uso exclusivo de insecticidas convencionales es ineficaz, porque aún a densidades muy bajas se infectan todas las plantas en una parcela, a veces con pérdidas altas (Hilje 1993).

El efecto de los geminivirus sobre el rendimiento del tomate depende de la edad de la planta en el momento de la infección, y es más serio en los primeros meses del desarrollo de la planta (Cubillo *et al.* 2000). Los daños principales ocurridos en el tomate, han sido debido al efecto de geminivirus, y las pérdidas continúan siendo de severas a totales. Es frecuente escuchar a los productores mencionar que por efecto del “crespo” (encrespamiento del follaje) causado por los virus en casos exitosos se logra cosechar entre 4,400-8,700 kg de tomate por hectárea, de una cosecha potencial de 22,100-33,300 kg de tomate por hectárea. Es interesante que después del huracán Mitch, en octubre de 1998, las siembras de tomate iniciadas en noviembre aportaron excelentes rendimientos, quizás debido al fuerte impacto de este fenómeno sobre las poblaciones de *B. tabaci*. No obstante, en las siembras posteriores, desde 1999 hasta ahora, el ataque de virus ha sido severo (Rojas 2000; Sediles 1998).

2.3 PRODUCTOS ORGANICOS

En la producción orgánica se usan extractos vegetales para el combate de plagas y enfermedades, así como productos de origen orgánico para fertilizar los cultivos. Estudios anteriores expresan la utilidad de estos productos en el control de *B. tabaci*. En estos estudios se expresa que al utilizar extractos de ajo, chile picante y cebolla hubo una disminución en el número de moscas blancas, pero ello no fue suficiente para disminuir la incidencia de virosis (Alas *et al.* 1999).

Según Cooperación Guatemalteca Alemana (C.G.A 1991), la utilización de extractos vegetales para el control de plagas tiene la ventaja de no provocar contaminación debido a que estas sustancias son degradadas rápidamente en el medio. Los plaguicidas naturales actúan de una manera gradual ocasionalmente (Munich 1988). La gran mayoría de los efectos de los insecticidas naturales son fisiológicos, por lo que el insecto tiene que adquirirlos a través de su alimentación (Solórzano 1993).

La fertilización orgánica es la adición de nutrientes al suelo a partir de materia orgánica descompuesta como gallinaza, estiércol de ganado vacuno, compost, abonos verdes entre otros (CENTA 1996). Las prácticas del cultivo orgánico utilizan para mejorar el nivel de fertilidad de los suelos abonos y estimulantes del crecimiento de las plantas, siempre y cuando estas sean de origen natural como suplemento para promover la sanidad del suelo, para sustentar una actividad altamente biológica y facilitar la entrega de nutrientes a la planta. La actividad de la vida en del suelo, microflora y micro fauna, depende de la presencia de materia orgánica y naturalmente de factores tales como el pH, agua, temperatura, aire, etc (Suquilanda 1996).

Entre los fertilizantes orgánicos más conocidos por los agricultores se encuentra el bokashi el cual es un abono cuya fórmula de origen Japonés varía en sus componentes dependiendo del material que se tenga a mano para su elaboración. Los nutrientes necesarios para el crecimiento y desarrollo de los cultivos; se obtienen a través de la fermentación de materiales húmedos y secos que van mezclados. Los nutrientes obtenidos de la fermentación de los materiales mayores y menores forman un abono bastante completo. Además de los beneficios generales de abonos orgánicos que se mencionan, el bokashi lleva las siguientes ventajas: Reduce costos de producción y es más económico, ya que es de fácil preparación con materiales al alcance del productor, disminuye el riesgo de contaminación de suelos, aire y agua, contribuye a la conservación del suelo, disminuye el calor ambiental pues los elementos ya están disponibles no teniendo que realizarse ninguna reacción y se reduce la acidez de los suelos (Romera y Guerrero 2004). Los componentes que se usan en Zamorano son materiales que se tienen al alcance tales como: Compost, Gallinaza, casulla de arroz cruda y quemada, semolina, levadura, melaza y agua.

2.4 USOS DE LOS PLASTICOS EN LA AGRICULTURA (PLASTICULTURA)

La plásticultura es un método de cultivo que provee de beneficios significativos derivados del uso de polímeros plásticos. El descubrimiento y desarrollo de los polímeros de polietileno a finales de la década de los años 30's, y su subsiguiente introducción a inicios de los 50's como películas plásticas y acolchados así como el desarrollo de tubos de goteo y cintas de goteo, revolucionó la producción comercial de varios tipos de vegetales y dio un impulso a la plásticultura. Con el descubrimiento de otros polímeros, como el cloruro de polivinilo, polipropileno y el poliéster y su uso en elaboración de mangueras, equipos de fertirrigación, filtros, goteros y conectores, se amplió el uso de componentes plásticos en la elaboración de sistemas o equipos de uso agrícola. (Lamont 1991).

Uno de los usos de plásticos en la agricultura es como acolchados (mulch), los cuales permiten un control de las malezas alrededor de los cultivos, actualmente se reportan otros beneficios en el uso de esta tecnología. Las coberturas inertes, especialmente las plásticas, se han investigado con bastante detalle para el combate de áfidos y trips, e incluso de *B. tabaci* (Suwwwan *et al.* 1988, Csizinszky *et al.* 1995, 1997) y se utilizan a escala comercial en varios países (Witter 1993).

Según Decoteu (1988), la influencia de los acolchados plásticos en el ambiente lumínico y la producción de la planta de tomate ya ha sido investigada. El acolchado plástico de color blanco o el de color plata reflejaron más luz total y en menor grado la luz roja que el acolchado plástico de color negro o el rojo. Las temperaturas del suelo fueron más calientes debajo de los acolchados negros y rojos. El color del acolchado también afectó la producción y el crecimiento del tomate. Las plantas de tomate producidas con acolchado rojo tenían las producciones comerciales tempranas más grandes y produjeron generalmente más follaje. Estos resultados sugieren que el color superficial del acolchado puede inducir cambios en el microclima de la planta (e. g. equilibrio espectrales, cantidad de luz y temperaturas de la zona de la raíz) que puede actuar a través de sistemas reguladores naturales del crecimiento de la planta y afectar crecimiento vegetal y la producción del tomate. Así mismo se han reportado incrementos en la producción de

chile dulce cuando se usa acolchado plástico, estos resultados son usuales cuando se combina en el campo de producción con otras tecnologías como fumigaciones necesarias y el uso de riego por goteo (Brown *et al.* 1986; Kovalchuck 1983).

Las decisiones gerenciales sobre qué color del acolchado usar se han basado tradicionalmente en el efecto del acolchado sobre las temperaturas del suelo. Los acolchados de color negro o transparente de polietileno se prefieren para la producción en zonas frías debido a su capacidad de aumentar la absorción de calor en los suelos. (Taber 1983). Un acolchado blanco o color aluminio se prefiere para la producción de verano, cuando el calentamiento del suelo no es a menudo beneficioso para el crecimiento vegetal y el desarrollo de la planta (Cook *et al.* 1982; Schalk and Robbins 1987).

El uso de acolchado plástico lleva a incrementar los costos de producción pero los benefician netos también son mejores (Brown *et al.* 1986; Sanders *et al.* 1986).

2.5 USO DE MICRO TUNELES EN LA PROTECCION DE CULTIVOS

El manejo preventivo de las poblaciones del vector *B. tabaci* es necesario para un mejor desarrollo y desempeño de la planta. La utilización de micro túneles de telas no tejidas de polipropileno han dado buenos resultados para impedir el contacto del vector con la planta en los primeros días después del transplanta hasta que la planta alcanza una madures donde el daño se vuelve menos significativo.

Un ejemplo del uso de la tecnología de micro túneles se encuentra en El Salvador donde productores con la ayuda de FINTRAC - IDEA han implementado esta tecnología en los cultivos de tomate, chile dulce y pepino. Con el uso del sistema de riego por goteo se logra la introducción del uso de red de protección (micro túneles de tela no tejida de polipropileno) en el manejo de estos cultivos, logrando reducir el ataque de virosis, obteniendo una reducción del 33% en el número de aplicaciones de pesticidas, ahorrando en sus costos de producción \$1285 por hectárea de tomate con el uso de esta tecnología (FINTRAC 2002).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 LOCALIZACION

El estudio se realizó entre los meses de marzo a junio de 2005 en las instalaciones de la sección de agricultura orgánica de la Escuela Agrícola Panamericana, localizada en el Valle del Yeguaré a 32 km de Tegucigalpa, en el departamento de Francisco Morazán, Honduras, a una altura de 800 msnm, y una temperatura promedio de 37.6 °C en el periodo en que se realizó el ensayo. Estos lotes cuentan con un suelo franco arcilloso que ha mejorado su calidad a través del manejo del área de cultivos orgánicos con enmiendas, como cultivos de cobertura, abonos orgánicos, incorporación de abonos verdes entre otros. Un análisis de suelo de este lote se muestra en el Anexo 1.

3.2 PLANTAS

Se utilizaron plantas de tomate de la variedad XP675® (Seminis Honduras), de crecimiento semi-indeterminado. Las semillas fueron sembradas en bandejas multiceldas con capacidad de 200 plántulas con el medio de cultivo Sun Shine mix® #3 durante 25 días en semillero.

El medio de germinación en el semillero fue inoculado con *Trichoderma harzianum* al momento de la siembra a una dosis de 240 g por hectárea. Adicionalmente se inoculó Micorriza Arbuscular Vesicular (VAM) al momento del trasplante con la dosis de 10 g por planta, para prevención de ataques de hongos de suelo, y mejorar la absorción de nutrientes.

3.3 TRATAMIENTOS

Se evaluaron los siguientes tratamientos:

T1 (PN): Acolchado negro*

T2 (PP): Acolchado plata (plata/negro)*

T3 (PN+T): Acolchado negro y micro túnel de tela no tejida de polipropileno durante los primeros 22 días después del transplante **

T4 (PP+T): Acolchado plata (plata/negro) y micro túnel de tela no tejida de polipropileno durante los primeros 22 días después del transplante **

T5 (Testigo): Testigo (sin acolchar y sin micro túnel)*

* En los tratamientos sin micro túnel y el testigo se aplicaron bioplaguicidas para el control de plagas desde su transplante según muestreos

** En los tratamientos que tuvieron micro túneles los primeros 22 días después de transplante (ddt) no se aplicó nada hasta que se retiraron los micro túneles, es decir a partir del día 23 ddt.

3.4 METODOLOGIA

3.4.1 Establecimiento de las parcelas experimentales

Las plántulas fueron transplantadas en camas levantadas 0.40 m, con 1.4 m de ancho, a hilera sencilla, la distancia entre plantas fue de 0.3 m, para obtener una densidad de 18,500 plantas por hectárea. Cada unidad experimental consistió de tres surcos, con una distancia entre surco de 1.8 m y 30 m de largo, para un total de 162 m² por unidad experimental. Cada tratamiento contó con 3 repeticiones. El área total del ensayo fue de 2430 m².

3.4.2 Parcela útil

Se consideró como parcela útil la cama central de cada repetición donde se tomaron los datos de muestreo de plagas, infección viral, temperatura y rendimientos. Se dejó de cada extremo de esta cama 2 m con la finalidad de evitar el efecto de borde, siendo entonces la parcela útil la cama central con 26 m de longitud (30 m menos 2 m de cada extremo). En las parcelas sin tela de polipropileno se tomaron datos de las poblaciones de mosca blanca inmediatamente después del transplante, mientras que en las parcelas con micro túneles se tomaron datos de plagas a partir del retiro del micro túnel. Para evaluar datos costos se tomó toda la parcela.

3.4.3 Riego

Las parcelas contaron con un sistema de riego por goteo con una descarga de 3.26 litros/hora/metro lineal.

3.4.4 Fertilización

Para la fertilización inicial de todos los tratamientos, se aplicó bokashi en doble banda a una dosis de 2.7 kg/m (1.35 kg/m/banda) (ver análisis y sus componentes en el cuadro 3). También se aplicó 200 cc de una solución de 2.27 kg de lombrihumus en 20 litros de agua al momento del trasplante. El acolchado plástico fue puesto inmediatamente después de la aplicación inicial de fertilizante bokashi. Durante los primeros 22 días posteriores al trasplante, no se hizo ninguna aplicación de fertilizantes o abonos adicionales. A partir del día 23 se fertilizó cada 8 días en forma alterna bokashi sólido, gallinaza y una solución de bokashi y lombrihumus hasta el inicio de la maduración en todos los tratamientos.

En Zamorano se usan materiales disponibles para la elaboración de bokashi los cuales se detallan a continuación en las correspondientes proporciones:

10 sacos de Compost, siete sacos de casulla de arroz quemada, siete sacos de casulla de arroz cruda, 15 sacos de gallinaza, cuatro sacos de semolina, tres sacos de bokashi para inocular micro organismos, 3.63 kg de melaza, 1 kg de levadura y dos sacos de lombrihumus. Todo esto para obtener una tanda de 45 sacos de bokashi en un periodo de 15 días que es el tiempo que se requiere para su elaboración. Una muestra analizada del bokashi utilizado en la fertilización detalla que contiene 0.79% de nitrógeno, 1.28% de fósforo, 0.77% de potasio, 6.42% de calcio, 0.49 de magnesio, la muestra presenta un pH de 7.8. El análisis se realizó en el laboratorio de suelos de la EAP Zamorano en mayo de 2005.

3.4.5 Muestreo de poblaciones de mosca blanca (*B. tabaci*)

Para evaluar las poblaciones de mosca blanca, se realizaron muestreos 3 veces a la semana, en los que se revisaron nueve plantas por parcela útil, esto se hizo tomando en cada parcela tres estaciones de tres plantas, ubicadas al inicio, al medio y al final de la parcela útil y se tomaron datos de la cantidad de insectos por planta en las tres estaciones para obtener la cantidad promedio de insectos por plantas. En las parcelas sin micro túnel, el muestreo se inició al séptimo día después del trasplante (ddt). En el caso de las parcelas con micro túnel, los muestreos se hicieron a partir del momento de retirar los micro túneles, anotando las plantas con los síntomas severos de infección por virus y continuando con el monitoreo de las poblaciones de adultos de *B. tabaci*.

3.4.6 Incidencia de virus

Para los datos de incidencia de virus se contaron las plantas que presentaban síntomas severos de infección. El conteo de plantas se hizo en la parcela útil. El primer muestreo se realizó una vez que se retiraron los túneles a las parcelas que los tenían. Se contaron las plantas totales que se tenían en ese momento y las plantas que presentaban síntomas severos de infección viral en la parcela útil, calculando el porcentaje de plantas con infección viral. Se realizaron cuatro muestreos en total y se compararon los resultados del primer muestreo (23 ddt) con respecto al último (38 ddt).

3.4.7 Muestreo de temperatura del suelo

La toma de datos de temperatura del suelo, se hizo desde el transplante. Para evaluar la temperatura se tomó la muestra en el metro 15 de la parcela útil entre dos plantas en el centro del surco en las parcelas T1R2, T2R1, T3R3, T4R3, y T5R2; donde T corresponde al número de tratamiento y R al número de la repetición ej: T1R2, indica el tratamiento 1 (acolchado negro, sin micro túnel), repetición 2 de ese tratamiento.

La temperatura se tomó a las 6:30 am y las 12 m, utilizando un termómetro tipo Dial instant read (Bimetal) de 15 cm, con el propósito de evaluar la acumulación de temperatura durante la noche y el aumento de temperatura durante el día en el suelo a los 15 cm de profundidad.

3.4.8 Control de plagas y enfermedades

Para el control de plagas se aplicó plaguicidas aprobados por agricultura orgánica (bioplaguicidas), conforme muestreos de las poblaciones de insectos. Los micro túnel, permanecieron completamente tapados durante los primeros 22 días después de transplante; una vez que se retiró el micro túnel, se aplicó bioplaguicida en la misma frecuencia y cantidad que el resto de los tratamientos, para el control de plagas y enfermedades según muestreo.

Para el control de mosca blanca se usaron una serie de productos biológicos en su mayoría de origen vegetal (extractos de plantas o aceites vegetales). En el caso de control de enfermedades fungosas, además de la inoculación al momento de la siembra con *Trichoderma harzianum* se usó básicamente sólo dos productos más, de manera preventiva, para el control de hongos estos fueron K-nelite, Citronol. Estos productos fueron aplicados según muestreo y tratamiento en los primeros 22 días después de transplante y luego se aplicaron de manera general a todos los tratamientos una vez retirados los túneles, es decir a partir de los 23 días después de transplante. El cuadro 2 nos muestra los productos usados y el momento de aplicación (días después del transplante).

Cuadro 2. Plaguicidas aprobados por agricultura orgánica que se utilizaron en el control de insectos y enfermedades durante la realización del estudio.

Producto	Ingrediente activo	Dosis l/ha	Tratamientos					Plaga
			Plástico negro	Plástico plata	Testigo	Plástico negro + micro túnel	Plástico plata + micro túnel	
Días después de transplante								
Affix	Aceites vegetales	2.2		2, 7, 27	2, 7, 9, 27		27	<i>B. tabaci</i>
Allium	Extracto de ajo	2.2		7, 12	7, 9, 12			<i>B. tabaci</i>
Neem	Azhadirachtina	1.0	17, 19, 22, 23, 29, 38, 44				23, 29 38, 44	<i>B. tabaci</i>
Quasinol	Extracto de <i>Quassia amara</i>	1.0		27, 29, 33, 38, 41, 45				<i>B. tabaci</i>
Astay	Extracto de ajo	1.5			29, 44			<i>B. tabaci</i>
Tracer o Spintor	Spinosad	0.35			45, 51, 55, 61, 63			Gusano del fruto
Citronol	Extracto Semilla de toronja	0.6	19, 20, 22, 33, 55, 58				33, 55, 58	Preventivo para enfermedades fungosas
K-nelite	Extracto de canela	1.5			27, 38, 41, 58, 63			

3.5 VARIABLES MEDIDAS

1. Poblaciones de *Bemisia tabaci* e incidencia de infección por virus (Geminivirus).
2. Temperatura del suelo a 15 cm de profundidad.
3. Rendimiento total del cultivo.
4. Rendimiento del cultivo en frutos comerciales.
5. Análisis marginal (beneficio/costo).

3.6 DISEÑO ESTADÍSTICO

El ensayo se estableció bajo el diseño de parcelas divididas, contando con las parcelas de acolchados plásticos negro y plata/negro como parcelas bases (tratamientos), dividiendo luego en subparcelas, estas subparcelas son las que llevarán los micro túneles de tela no tejida de polipropileno (subtratamientos) contando cada tratamiento con tres repeticiones.

El arreglo de parcelas divididas es útil cuando ciertos tratamientos requieren de parcelas grandes para su ensayo, este diseño nos permite una subdivisión práctica para colocar otro nivel de un factor que no requiere de parcelas grandes sobre las unidades experimentales menores, permitiendo evaluar las interacciones entre los factores en estudio, todo esto haciendo un uso más eficiente de los materiales a utilizar. (Martínez 1988). Para interpretar los resultados de un experimento de parcelas divididas, se hace uso del siguiente modelo lineal:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + \tau_j + \eta_{ij} + \delta_k + (\tau\delta)_{jk} + e_{ijk}.$$

Donde:

- μ : es el efecto general
- β_i : es el efecto del bloque completo i .
- τ_j : el efecto del tratamiento j sobre la parcela grande (ij).
- η_{ij} : el elemento aleatorio del error sobre la parcela grande (ij).
- δ_k : el efecto del subtratamiento k dentro de la parcela grande (ij).
- $(\tau\delta)_{jk}$: la interacción entre el tratamiento i y el subtratamiento k .
- e_{ijk} : el error sobre las subparcela (ijk).
- Y_{ijk} : el valor de la característica en estudio.

(Martínez Garza 1988).

3.7 ANALISIS ESTADISTICOS

Las repeticiones de cada tratamiento fueron dispuestas completamente al azar de manera que las subparcelas quedaran aleatoriamente distribuidas. Los análisis de los resultados obtenidos en el experimento fueron evaluados con el programa Sistema de Análisis Estadísticos (SAS® 2001 por sus siglas en inglés). Se realizaron pruebas de ANDEVA y para las pruebas de separación de medias se aplicaron las pruebas LSM (Least Squares Means) con ajustes para comparaciones múltiples según Tukey y la prueba SNK (Student, Newman, Keuls), ambas con un nivel de significancia de 0.05.

3.8 ANALISIS MARGINAL

Para determinar los costos por parcela se usó la metodología sugerida por el centro internacional del manejo del maíz y el trigo (CIMMYT 1988) para el análisis de costos marginales. Este método permite la evaluación de los costos que varían de un tratamiento a otro. Para esto se llevaron los datos de los costos por tratamiento para comparar costos entre los mismos y determinar la viabilidad del uso de las alternativas presentadas.

En el experimento se hizo un análisis de los costos marginales para ver la rentabilidad que se genera por cada uno. Se separo los costos que fueron generales para todos los tratamientos de los costos que fueron propios de cada tratamiento. Esto nos permitió evaluar la rentabilidad tomando como rendimiento el promedio de fruta comercial para establecer una base como criterio de recomendación.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 POBLACIONES DE MOSCA BLANCA (*B. tabaci*)

Se analizaron por separados los datos de los muestreos antes y después de retirar los micro túneles, es decir desde el transplante hasta los 23 ddt y luego desde los 23 ddt hasta los 45 ddt. En ambos casos, el modelo utilizado fue altamente significativo ($P < 0.0001$). El modelo logra explicar más del 80% de las variaciones en las respuestas presentadas en el ensayo. Las fuentes de variación y las interacciones entre las mismas, las cuales son la base del análisis de varianza realizado, dieron como resultados diferencias altamente significativas como efecto del modelo. Las únicas variaciones que no emitieron resultados significativos a un nivel $\alpha = 0.05$, fueron los datos de las estaciones de muestreo dentro de la misma parcela de un mismo tratamiento.

4.1.1 Transplante a 23 días después de transplante

Se observó que los dos colores de acolchados plásticos tuvieron un efecto altamente significativo sobre las poblaciones de *B. tabaci* durante los primeros 23 ddt. La cantidad promedio de adultos de *B. tabaci* por planta encontrados en el tratamiento testigo (sin acolchado ni micro túnel) fue más de 2.5 veces superior que el promedio encontrado en el tratamiento con acolchado plástico color plata. Por otro lado, las poblaciones de *B. tabaci* en el testigo fueron 30% superiores a las poblaciones encontradas en el acolchado plástico color negro. Estos resultados son compatibles con los resultados obtenidos por Cubillo *et al.* 2002, quienes expresan que las parcelas de tomate con cobertura plástica mostraron menos incidencia de adultos de mosca blanca (*B. tabaci*) (Gráfico 3).

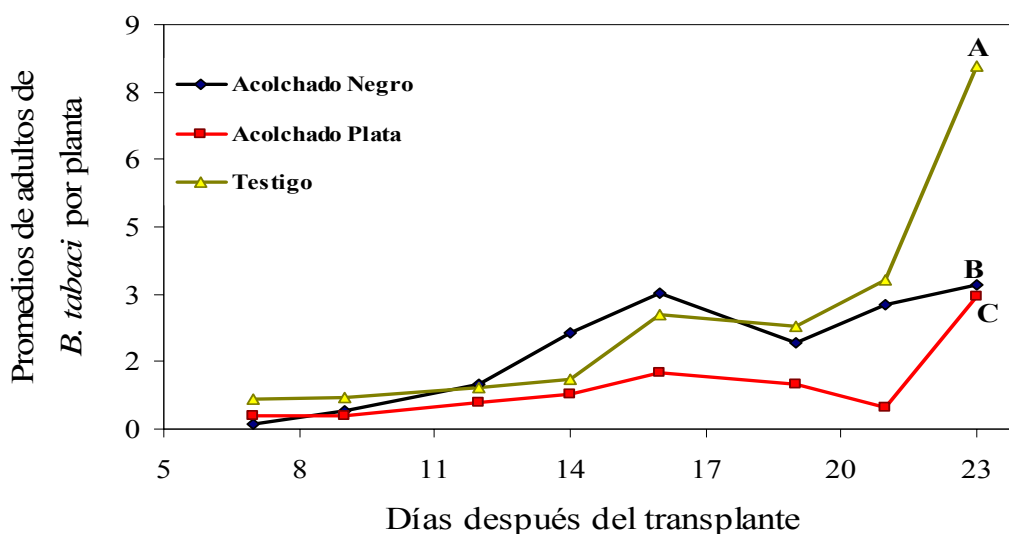


Gráfico 3. Promedios de adultos de *B. tabaci* por planta desde transplante a 23 días después de transplante en plantas de tomate. Series con letra diferente son estadísticamente diferentes según la prueba de separación de medias SNK ($\alpha = 0.05$).

Para este momento era clara la diferencia de poblaciones de adultos de *B. tabaci* entre los tratamientos con acolchado color negro, el color plata y el testigo. La prueba estadística SNK de separación de medias lo confirma con una alta probabilidad estadística ($\alpha = 0.05$), sobresaliendo el acolchado color plata con el promedio menor de poblaciones de adultos por planta. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Cubillo *et al.* 2002, quienes expresan en su estudio que en los tratamientos con acolchados color plata hubo menos adultos de mosca blanca. Este color actúa como repelente de afidos y de los adultos de *B. tabaci*, al reflejar la luz ultravioleta (Smith y Webb 1969, Csizinszky *et al.* 1995 y 1997, citados por Cubillo *et al.* 2002).

4.1.2 Poblaciones de *B. tabaci* desde 23 días después de transplante (Retiro de micro túneles).a 45 días después de transplante

Al momento de retirar los micro túneles (23 días después de transplante), los tratamientos que habían permanecido cubiertos no presentaban síntomas de infección viral casi en su totalidad y prácticamente no se encontraron adultos de *B. tabaci*. Sin embargo, a partir del siguiente día ya se empezaron a encontrar adultos de *B. tabaci* que migraron activamente de las plantas en las parcelas que no tuvieron la protección del micro túnel, hacia las plantas de las parcelas que lo habían tenido. A partir de los 23 días después de transplante las parcelas que en promedio presentaron mayor presencia de adultos de *B. tabaci* fueron las parcelas que habían tenido la protección del micro túnel de tela no tejida de polipropileno. Con respecto a las poblaciones de *B. tabaci* según el color del acolchado, en las parcelas que permanecieron cubiertas con micro túnel los primeros 22 días después de transplante, se mantuvo la tendencia observada en los primeros 22 días después de transplante en las parcelas sin protección de micro túnel, en la que se observó menores

poblaciones de *B. tabaci* en el tratamiento con acolchado color plata (6.37 adultos/planta) con respecto al acolchado color negro (9.71 adultos/planta). Esta diferencia es significativa según la prueba SNK con grado de significancia de 0.05.

Las poblaciones de adulto de *B. tabaci* fueron más activas, es decir hubo mayor incidencia de adultos de mosca blanca en los tratamientos que habían tenido cobertura con micro túneles, a partir de los 23 días después de transplante. Cuando se retiraron los micro túneles las plantas en estos tratamientos se presentaban sanas y con un mejor desarrollo. A partir del retiro de los micro túneles el testigo no presentó incrementos significativos en los promedios de adultos de *B. tabaci* por planta con respecto a las parcelas con acolchado color negro y plata con y sin micro túnel, en contraste a lo obtenido en los primeros 22 días después de transplante. Aunque estadísticamente no se muestran diferentes el tratamiento testigo y el tratamiento con acolchado plata sin micro túnel, el tratamiento con plástico plata sin micro túnel fue el que presentó promedios más bajos de poblaciones de adultos de *B. tabaci* (4.89 adultos por planta). El testigo fue el segundo más bajo en cuanto a las poblaciones promedio de adultos de *B. tabaci* a partir de los 23 días después de transplante hasta los 45 días después de transplante (5.30 adultos/planta) (Gráfico 4). Para esta etapa ya la infección viral era bastante alta en el tratamiento testigo; 70% de las plantas presentaban síntomas de infección viral y en consecuencia un desarrollo deficiente.

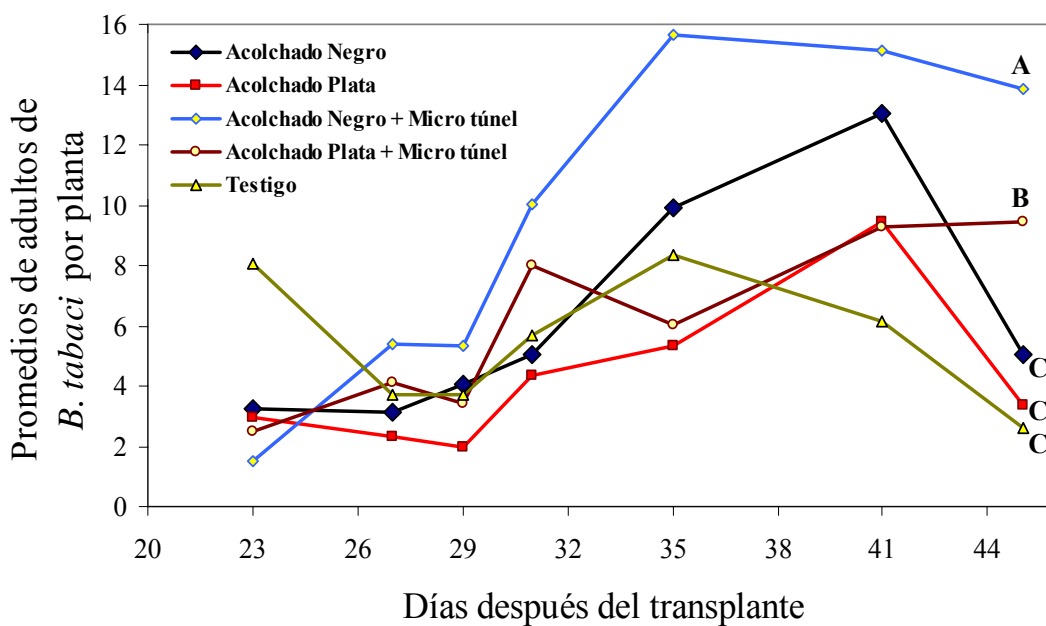


Gráfico 4. Promedios de adultos de *B. tabaci* por planta desde los 23 días después de transplante (retiro de micro túneles) hasta los 45 días después de transplante en plantas de tomate. Series con la misma letra indican que no hay diferencia estadística, según la Prueba de separación de medias SNK, $\alpha = 0.05$.

4.2 INCIDENCIA DE INFECCION VIRAL

El estudio contempló la evaluación de infección viral como parámetro para ver el efecto de la incidencia de adultos de mosca blanca, pero no se realizaron análisis para determinar el tipo de virus que infectó las plantas de este estudio. Sin embargo, se pudo comprobar que la infección correspondía a geminivirus, de acuerdo con los resultados de los análisis de la prueba de diagnóstico molecular PCR (Polymerase Chain reaction) reportados por Toruño 2005.

El análisis de varianza para la variable infección viral (geminivirus) nos muestra que el modelo utilizado es altamente significativo ($P < 0.0001$) ajustándose muy bien al modelo lineal y logrando explicar el 95 % de las variaciones en las respuestas que se presentan en el ensayo. Las diferencias fueron altamente significativas para las fuentes de variación: fecha de muestreo, color de plástico, con o sin micro túnel, así como para la interacción color de plástico por túnel.

La prueba de separación de medias LSM con ajuste de Tukey-Kramer, nos muestra que las diferencias fueron altamente significativas en cuanto al porcentaje de infección viral que se presentó en los tratamientos con acolchados color plata, color negro y el testigo. Al incluir la interacción color de acolchado con y sin micro túnel, no se encuentran diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos con acolchado color plata sin micro túnel y el tratamiento con acolchado color negro con micro túnel. No hay diferencia estadística entre los tratamientos acolchado negro sin micro túnel y el testigo. El tratamiento con acolchado plata es diferente estadísticamente a todos los otros tratamientos ($\alpha = 0.05$) siendo este tratamiento el que presentó menor porcentaje de plantas infectadas por virus.

Los mayores promedios de infección por virus (geminivirus) registrados se presentaron en el testigo como resultado de la elevada población de adultos de *B. tabaci* por planta durante el periodo temprano de desarrollo de la planta, primeros 22 días después de transplante. El 100% de las plantas del testigo fueron infectadas por virus, presentando en su totalidad síntomas de achaparramiento, crecimiento deficiente y anormal, clorosis y encrespamiento de las hojas. A consecuencia de la infección viral la floración y formación de frutos al igual que el desarrollo y maduración de los frutos fueron afectados severamente.

En el caso de las parcelas con acolchado color negro que no estuvieron protegidas con micro túnel los primeros 22 días después de transplante (PN), el porcentaje de infección viral fue mayor de 80%. Las parcelas que tuvieron acolchado color plata sin el micro túnel (PP) tuvieron un 54% de las plantas con infección viral. El tratamiento en que se observó menor porcentaje de infección por virus fue el acolchado color plata con micro túnel (T4) en el que el nivel de infección fue menor de 25% de las plantas, destacándose con respecto a los otros tratamientos, T1 (PN), T2 (PP), T3 (PN+T), T5 (Testigo), (Gráfico 5). Esto concuerda con los resultados obtenidos por Cubillo *et al.* 2002 quienes reporta que las cubiertas o acolchados color plateado fueron las que mejor desempeño tuvieron en su estudio sobre acolchados para el manejo de *B. tabaci* como vector de geminivirus en tomate.

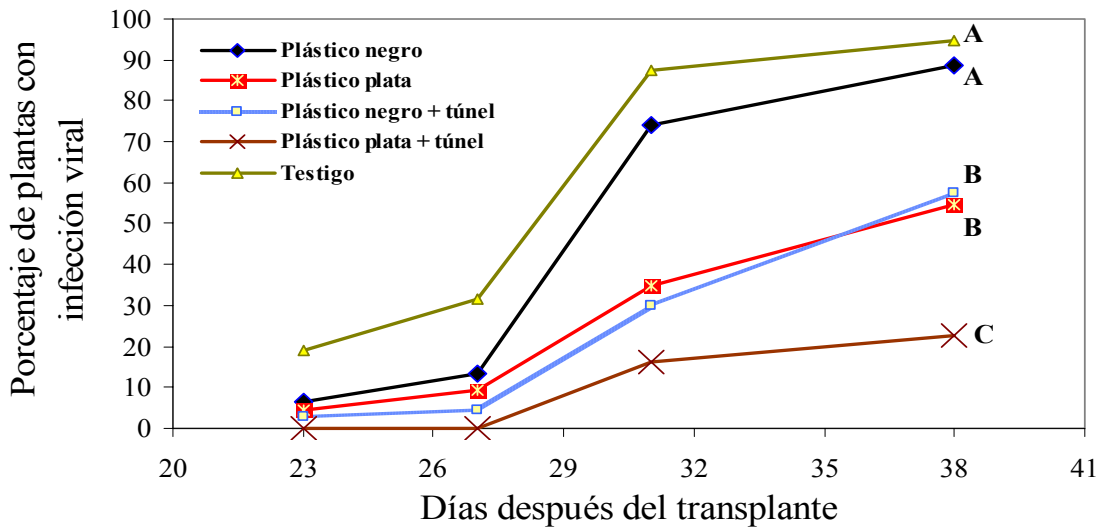


Gráfico 5. Comparación por tratamiento del porcentaje de plantas de tomate infectadas con virus desde los 23 días después de trasplante hasta los 38 días después de trasplante. Series con la misma letra indican que no hay diferencia estadística según la prueba de separación de medias LSM $\alpha = 0.05$.

Los tratamientos con acolchado con micro túnel no presentaban ningún síntoma de infección viral al momento de retirar el micro túnel. Sin embargo, a partir de los 23 días después de trasplante hubo un incremento en las poblaciones de adultos de *B. tabaci* y posteriormente se comenzaron a presentar plantas con síntomas de infección viral. Aunque las plantas presentaron los síntomas el porcentaje de infección viral fue mucho menor que en el testigo y también fue diferente para cada color de acolchado con y sin micro túnel. Comparando el acolchado color negro con y sin micro túnel, la diferencia fue casi el doble entre estos tratamientos (24.11 y 45.72, respectivamente). La diferencia fue casi tres veces mayor al comparar el acolchado color plata sin micro túnel con acolchado color plata con micro túnel (25.97 y 9.96, respectivamente).

En los tratamientos con acolchado plástico color plata y color negro el incremento de las plantas con síntomas de infección viral fue más lento en comparación con el testigo. El número de plantas infectadas aumentó con menos rapidez en las parcelas con acolchado color plata. En las parcelas con acolchados que habían tenido micro túnel, la infección viral se propagó más lentamente que en las que no habían tenido la protección del micro túnel. Aun cuando los tratamientos que habían tenido micro túnel fueron atacados activamente por altas poblaciones de *B. tabaci*, los niveles de plantas infectadas siempre fueron menores que en los otros tratamientos. El testigo siempre y desde el inicio fue el más afectado, presentando un porcentaje de infección viral de 100% que se desarrolló con mucha mayor rapidez que en los demás tratamientos.

En los promedios de plantas con síntomas de infección viral hubo diferencia significativa en la mayoría los tratamientos al comparar el primer muestreo y el último (23 y 38 días

después de trasplante), se expresa así en la separación de medias LSM ($\alpha = 0.05$) (Cuadro 3). Los valores en la mayoría de los tratamientos son significativamente diferentes comparando los datos del primer muestreo (23 días después de trasplante) con respecto a los datos del último muestreo (38 días después de trasplante). Los porcentajes de plantas con infección viral en el primer muestreo se presentan en un rango de 0% en el caso del tratamiento con acolchado plata con micro túnel (PP+T) hasta 18.82% en el caso del testigo. En el caso de los registros del último muestreo el rango va desde 23.12% para el tratamiento con acolchado plata con micro túnel (PP+T) hasta 94.64% en el caso del testigo. El dato al comparar el tratamiento con acolchado plata con micro túnel (PP+T) a los 38 días después de trasplante con los otros tratamientos a los 23 días después de trasplante, se presenta no significativo ya que el porcentaje de plantas con infección viral en el tratamiento con acolchado plata con micro túnel (PP+T) a los 38 días después de trasplante fue casi el mismo valor porcentual que presentaban el mismo tratamiento con acolchado plata con micro túnel (PP+T) y el resto de los tratamiento desde el primer muestreo a los 23 días después de trasplante (Grafico 5).

Al comparar los datos de porcentajes de plantas con infección viral de todos los tratamientos en el primer muestreo (23 días después de trasplante) la prueba de separación de medias LSM nos indica que no hubo diferencias estadísticas ($\alpha = 0.05$) entre ninguno de los tratamiento en este momento. Sin embargo al comparar los tratamientos entre si al momento del último muestreo (38 días después de trasplante), se muestran los siguientes resultados: los tratamientos de acolchado negro (PN) y testigo son estadísticamente iguales, pero diferentes a los demás tratamientos (acolchado plata, acolchado negro con micro túnel, acolchado plata con micro túnel). El tratamiento de acolchado plata sin micro túnel (PP) es igual estadísticamente al tratamiento con acolchado negro con micro túnel (PN+T) pero diferente a los tratamientos PN, PP+T y testigo. El tratamiento con acolchado plata con micro túnel (PP+T) es diferente estadísticamente a todos lo otros tratamientos (PN, PP, PN+T y testigo) siendo además el que presento los porcentajes más bajos de plantas con infección viral (Gráfico 5 y Cuadro 3).

Cuadro 3. Porcentaje de plantas con infección viral a los 23 y 38 días después del trasplante en el cultivo de tomate orgánico.

Tratamiento	Días después de trasplante	
	23	38
(Testigo)	18.82 a	94.65 A
(Plástico Negro)	6.52 a	88.82 A
(Plástico Negro + Túnel)	2.92 a	58.97 B
(Plástico Plata)	4.56 a	54.72 B
(Plástico Plata + Túnel)	0.00 a	23.12 C

Medias con la misma letra indican que no hay diferencia estadística, según la Prueba de separación de medias LSM, $\alpha = 0.05$.

4.3 TEMPERATURA DEL SUELO A 15cm DE PROFUNDIDAD

Se analizaron las temperaturas alcanzadas en el suelo a 15 cm de profundidad en los diferentes tratamientos en dos horas del día (6:30 AM y 12 M) tomando las muestras en 5 de las parcelas, una por cada tratamiento. El análisis de varianza realizado para esta variable nos muestra que el modelo estadístico fue altamente significativo ($P < 0.0001$), logrando responder al 68% de las variaciones de las respuestas que se presentan en el ensayo, con un coeficiente de variación menor al 11%. Las fuentes de variación y las interacciones evaluadas en el análisis realizado nos muestran una diferencia altamente significativa debido a los dos colores de acolchado, a la cobertura con micro túnel y la hora de los registros de temperatura.

La hora de toma de la muestra de temperatura nos indica en el análisis una diferencia estadística significativa entre los dos colores de acolchado según la prueba de separación de medias SNK ($\alpha = 0.05$). Las temperaturas obtenidas al medio día (12 M) fueron estadísticamente superiores a las obtenidas al inicio del día (6:30 AM). En las temperaturas registradas al medio día, se observó que los tratamientos con acolchado negro registraron los mayores promedios de temperatura, sobresaliendo el acolchado color negro con micro túnel (PN+T) (23.56°C), seguido del tratamiento con acolchado color negro sin micro túnel (PN) (21.78°C) y el tratamiento con acolchado color plata con micro túnel (PP+T) (21.74°C). Esto concuerda con los datos reportados por Díaz y Batal 2002, quienes reportan en su estudio sobre temperaturas de suelo que las temperaturas en las que mejor desarrollo de raíces y del cultivo de tomate hubo están alrededor de 30°C . Decoteu *et al*, 1989, quienes reportan, en su estudio sobre acolchados en cultivo de tomate, que las mayores temperaturas del suelo alcanzadas fueron con acolchados color negro y rojo.

En los registros de la temperatura del suelo a 15 cm de profundidad, en la primera hora del día estadísticamente no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos con acolchado color negro con y sin micro túnel (PN+T y PN), lo mismo ocurrió entre los tratamientos con acolchado plata con y sin micro túnel (PP+T y PP) y el testigo. No se presentó diferencia estadísticas entre los tratamientos con acolchado plata con y sin micro túnel con respecto al tratamiento con acolchado color negro sin micro túnel (Gráfico 6). Los incrementos de temperatura en el suelo en las horas del día (entre 6:30 AM y 12M) fueron en promedio de 1.8°C en el acolchado color negro con micro túnel, comparándolo con el acolchado negro sin micro túnel. Entre los acolchados plata con y sin micro túnel la diferencia de temperatura fue de 1.7°C . La cubierta de micro túnel favorece el incremento de temperatura en el suelo durante el día y ayuda a conservarla durante la noche. Aunque no se muestran estadísticamente significativas las diferencias de temperatura del suelo entre los acolchados del mismo color con y sin micro túnel en los registros de las 6:30 AM, los promedios de temperatura registrados a esta hora fueron también más altos en los tratamientos que tenían acolchado plástico con micro túnel.

Según el análisis se demuestra que las diferentes temperaturas del suelo alcanzadas por la acumulación en las horas de la mañana (6:30 AM a 12 M) son significativas, destacándose el tratamiento con acolchado negro con micro túnel por ser el que conserva más la temperatura durante la noche y la acumula mejor durante el día.

Los menores promedios de temperatura, como se aprecia en el Gráfico 6, se obtuvieron de los registros de la mañana (AM). Aunque estadísticamente no se muestran diferencias entre la mayoría de los tratamientos en los registros de esa hora, los menores promedios de temperatura acumulada los presentó el testigo. Datos similares son reportados por Díaz y Batal 2002 y por Negron S *et al*, (2005), quienes reportan que las más bajas temperatura se obtuvieron en sus estudios en el testigo (sin acolchado) y con acolchados color plata y color blanco.

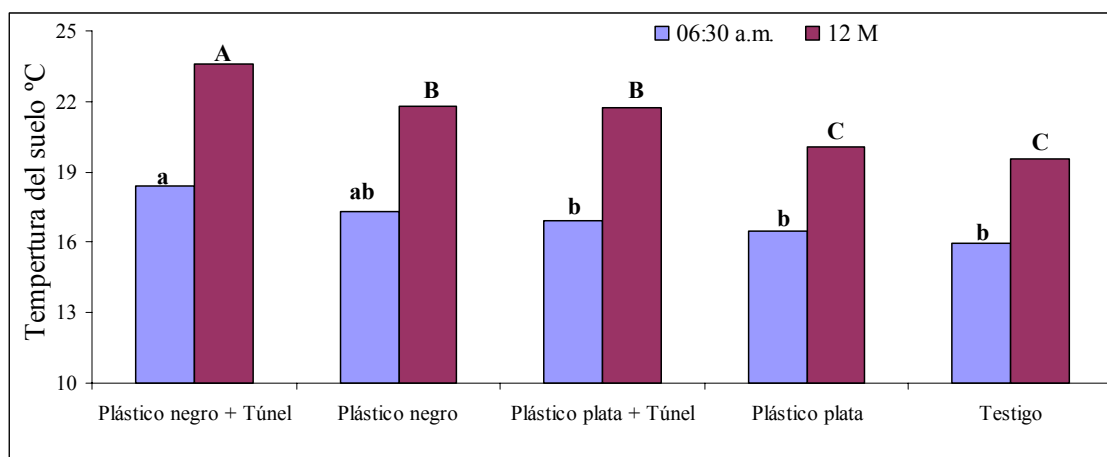


Gráfico 6. Comparación de promedios de temperaturas del suelo a 15 cm de profundidad en dos horas del día 6:30 a.m. y 12 M. Medias con letra diferente en las barras del mismo color son estadísticamente diferentes según la prueba de separación de medias LSM ($\alpha=0.05$).

4.4 RENDIMIENTOS

Los rendimientos de este estudio, tanto comercial como total, fueron afectados por razones adjudicadas a variables de origen climático en la última semana de mayo (exceso de lluvia causadas por el Huracán Adrian, con una precipitación de 77.4 mm continuando las lluvias durante la primer quincena de junio, 86.6 mm, según datos de la estación meteorológica en Zamorano zona 1) lo que afectó seriamente la producción. Los análisis de peso promedio, peso comercial y peso no comercial de la fruta se evaluaron en cada tratamiento pese a los bajos rendimientos, lográndose obtener inferencia estadística.

En los tratamientos con acolchados con y sin micro túnel se logró obtener cosecha mientras que en las parcelas del testigo la producción fue nula. Al momento de la cosecha la infección por virus en el testigo era total, afectando severamente el desarrollo de la planta y no le permitió llegar a producción.

El análisis de varianza muestra que hubo diferencias significativas entre los tratamientos según el color del acolchado, con y sin micro túnel, y el testigo. Esto demuestra que si hay una influencia sobre el rendimiento de las plantas de tomate por el efecto de los colores de acolchado y la protección con micro túnel en los primeros 22 días después de transplante.

Esto concuerda con los resultados reportados en estudios anteriores sobre el beneficio del uso de acolchados plásticos (Albarracín 2001; Orzolet *et al.* 1993; Suárez y Tovar 1996; Quezada *et al.* 2004), y el beneficio del uso de cubiertas flotantes o micro túneles (CEPLA 2002; FINTRAC 2002; Alamilla. H *et al.* 2004; Ibarra *et al.* 2004) en el aumento de rendimientos de algunos cultivos como tomate, chile dulce, pepino, melón y calabaza de verano.

4.4.1 Rendimiento comercial

Para la variable rendimiento comercial de fruta por tratamiento, el modelo estadístico utilizado fue altamente significativo ($P < 0.0001$) y se ajusta explicando más del 70% de las variaciones en las repuestas que se presentan en el ensayo ($R^2 = 72$), demostrando la relación de beneficio que presentan la protección con acolchados y micro túneles. La diferencia es sustancial al evaluar únicamente los dos colores de acolchado pues se determina con alta significancia que estadísticamente hay diferencia en el uso de uno u otro color de acolchado.

La prueba de separación de medias LSM ($\alpha = 0.05$) refleja que estadísticamente no hay diferencias entre los tratamientos con acolchado negro con y sin micro túnel (PN+T y PN) y el tratamiento con acolchado plata sin micro túnel (PP). El tratamiento con acolchado plata con micro túnel (PP+T) no presenta diferencia estadística con respecto al tratamiento con acolchado negro con micro túnel (PN+T). Sin embargo si hay diferencia del tratamiento acolchado plata con micro túnel con respecto a los otros tratamiento (PN y PP), obteniendo además los mejores promedios de rendimientos de peso comercial de fruta producida así como el rendimiento en general (Cuadro 4).

4.4.2 Rendimiento no comercial

El modelo estadístico utilizado es altamente significativo ($P < 0.0001$) explicando más del 80% de las respuestas que se presentan en el ensayo en cuanto a la variable rendimiento de fruta no comercial.

El análisis de varianza nos muestra que significativamente hay diferencias entre los dos colores de acolchado en estudio (Negro y Plata), así como entre las interacciones entre estos y la protección con micro túnel durante los primeros 22 días después de trasplante. La prueba de separación de medias LSM con ajuste de Tukey ($\alpha = 0.05$) nos indica que entre los tratamientos acolchado negro con micro túnel (PN+T) y acolchado plata sin micro túnel (PP) no hay diferencia estadística. Sin embargo existe diferencia altamente significativa entre estos tratamientos (PN+T y PP) y el tratamiento con acolchado negro sin micro túnel (PN). También se presentan diferencias entre estos dos grupos, PN+T, PP y PN, y el tratamiento PP+T destacándose este último, indicando en este caso mayor rendimiento y producción. El tratamiento que presentó los menores rendimientos fue el acolchado color negro sin micro túnel (Cuadro 4).

Cabe destacar que esta variable es negativa por lo que se quiere que se de el menor rendimiento posible en cuanto a la producción de fruta sin valor comercial pero aun así este producto puede ser mejorado aumentando la eficiencia en el manejo del cultivo o

logrando su comercialización no para consumo fresco. Estos resultados de fruta no comercial se dan por la infección viral que afecta la capacidad de la planta así como la calidad del fruto. También hubo daño de gusanos del fruto aunque en menor grado.

Cuadro 4. Comparación de pesos comercial y no comercial (kg/ha) y peso promedio de la fruta por tratamientos.

Tratamiento	Rendimiento comercial kg/ha	Rendimiento no comercial kg/ha	Peso Promedio (gramos)
Plástico plata + túnel	11286 A	10424 A	83 A
Plástico negro + túnel	4238 AB	4732 B	62 B
Plástico plata	2469 B	3867 B	73 AB
Plástico negro	329 B	754 C	26 C
Testigo	0 C	0 D	0 D

Medias con Letra diferente en la misma columna son estadísticamente diferentes según la prueba de separación de medias LSM ($\alpha = 0.05$).

4.4.3 Pesos Promedio de la fruta

Al analizar la variable peso promedio de la fruta el modelo logra explicar más del 70% de las variaciones en las respuestas que se presentan en el ensayo, ajustándose muy bien al modelo lineal con un alto nivel significativo ($P < 0.0001$). La diferencia es significativa al evaluar las interacciones entre: cosecha y los colores de acolchados con y sin micro túnel. Según la prueba de separación de medias SNK con $\alpha = 0.05$, existen diferencias estadísticas entre los rendimientos comerciales obtenidos en los dos colores de acolchados evaluados. Esto indica que hay un efecto sobre los pesos promedios de los frutos de tomate, destacándose los acolchados con color plata. Al incluir la interacción entre los colores de acolchados más la protección con micro túneles, estadísticamente no se presentan diferencias entre los acolchados color plata con y sin micro túnel (PP+T y PP). El tratamiento con acolchado color negro con micro túnel (PN+T) no difiere estadísticamente del tratamiento con acolchado color plata sin micro túnel (PP). La diferencia si es significativa entre el tratamiento con acolchado color negro con micro túnel (PN+T) con respecto al acolchado color plata con micro túnel (PP+T), destacándose el PP+T, siendo la diferencia entre los promedios de peso de la fruta mayor al 10%. El tratamiento con acolchado color negro sin protección de micro túnel durante los primeros 22 ddt (PN) fue en el que menor peso promedio de frutos se alcanzó. El testigo no logró cosecharse ya que la alta incidencia de infección viral no permitió a las plantas llegar a cosecha. El tratamiento con acolchado plata más micro túnel fue el que se destacó, alcanzando los mejores promedios de peso de fruta (Cuadro 4).

4.5 ANÁLISIS MARGINAL

Para presentar un criterio de cuál alternativa es mejor para su uso en el manejo comercial del cultivo, se realizó un análisis marginal de costos, diferenciando entre cada tratamiento por actividad realizada y materiales utilizados, así como el manejo ejercido. Se desarrolló un presupuesto parcial por cada tratamiento (Cuadro 6) realizándose un análisis de costos marginales (Cuadro 5 y Gráfico 7).

Cuadro 5. Análisis marginal. Costos, beneficio y tasa de retorno marginal (TRM).

Tratamiento	Costos que varían US \$ / Ha	Costos Marginales US \$ / Ha	Beneficio neto US \$ / Ha	Beneficio neto Marginal US \$ / Ha	Tasa de Retorno Marginal (%)
Testigo	270		-270		
Plástico negro		217		951	438
Plástico plata	487		681		
Plástico negro + túnel		1135		3035	267
Plástico plata + túnel	1622		3716		

La diferencia de costos entre los tratamientos es por la utilización de materiales diferentes y por la diferencia en el manejo debido a las tecnologías propuestas. Una vez que se retiraron los micro túneles de las parcelas que los tenían todos los tratamientos fueron manejados de la misma manera, en cuanto al control de plagas y enfermedades y control de malezas. Es decir la diferencia en el manejo para cada tratamiento esta en la variación de los materiales que se usaron en uno u otro tratamiento, así como en el número de aplicaciones de bioplaguicidas que se tuvieron que realizar para el control de plagas y enfermedades, lo que también influyó en los costos de mano de obra. Esta diferencia provoca una variación en los costos entre los tratamientos, mejorando o no los rendimientos y la rentabilidad del cultivo.

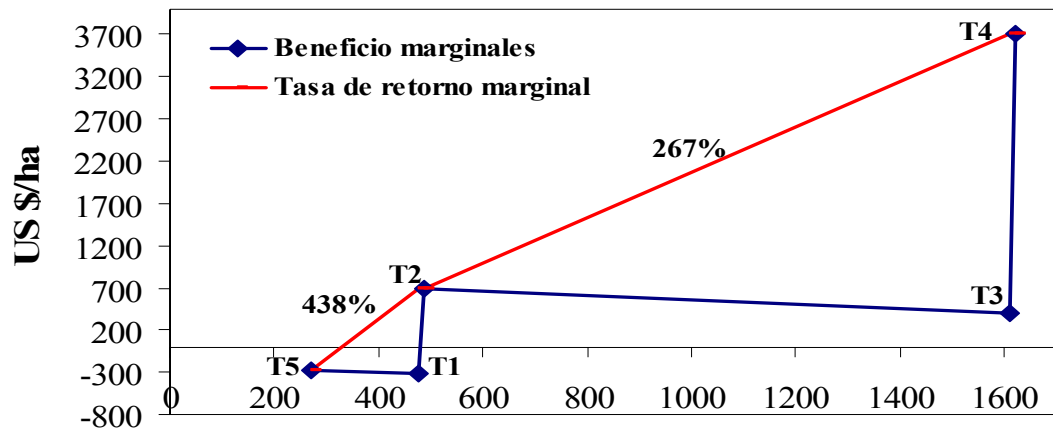
Los beneficios brutos provienen de multiplicar los rendimientos de fruta comercial por tratamiento, por el precio por kilogramo de tomate al momento de la cosecha (US \$.0.47 por kg) Para el caso de este estudio fue evidente que los rendimientos y los costos varían para cada tratamiento (Cuadro 6). Ya que no hubo producción en el testigo, los análisis de costo se centraron en los tratamientos con acolchado plásticos con y sin micro túnel. Sin embargo se presentan los datos de costos del tratamiento testigo para que se aprecie la diferencia con respecto a los otros tratamientos.

4.6 ANALISIS DE DOMINANCIA

En vista que el testigo no logró producción, nos indica que con el manejo tradicional del cultivo de tomate orgánico en las condiciones de Zamorano no se logra producción alguna. El alto porcentaje de infección viral, ante las altas poblaciones de mosca Blanca (*B. tabaci*) que se presentan en el cultivo desde su transplante es una de las causas principales de estos resultados en el tratamiento testigo. Los resultados obtenidos por las tecnologías propuestas se comparan entre si, costos que varían y beneficios netos por tratamiento, logrando definir los costos y beneficios marginales para los tratamientos que no fueron dominados (Cuadro 5). El margen de beneficio indicara que los resultados obtenidos en los rendimientos de una u otra tecnología al ser implementadas serán o no mejores que el manejo tradicional en la producción de tomate orgánico para las condiciones de Zamorano, quedando dominados aquellos tratamientos en los que los costos para su implementación son menores que los beneficios obtenidos (por debajo de la línea de tasa de retorno marginal Gráfico 7).

Los resultados nos muestran que bajo las condiciones en que se realizó este ensayo el tratamiento con acolchado color plata con micro túnel es el que genera mejores beneficios económicos (Cuadro 5). La tasa de retorno marginal (TRM) que resulta de la división de los beneficios netos marginales entre los costos variables marginales fue de 438% al pasar del sistema de manejo del cultivo convencional (Testigo) al sistema de manejo del cultivo implementando el uso de la tecnología de acolchado plástico plata sin micro túnel (PP). Al pasar de manejar el cultivo con acolchado plata a manejarlo con acolchado plata con micro túnel la tasa de retorno marginal es de 267%. Esto quiere decir que el productor, al invertir US \$1(un dólar) en implementar una de estas tecnologías, recupera el dólar invertido y gana además US \$4.37 en el primer caso y US \$2.67 en el segundo caso.

Los beneficios netos de los tratamientos testigo, plástico negro y plástico negro con micro túnel quedan dominados, es decir que no hay beneficios o los beneficios que se obtienen son menores al esfuerzo y la inversión, tomando en cuenta los rendimientos obtenidos (Gráfico 7).



Costos Marginales US \$/ha

Gráfico 7. Curva de beneficios netos y tasa de retorno marginal (TRM). T1 (plástico negro), T2 (plástico plata), T3 (plástico negro + micro túnel), T4 (plástico plata + micro túnel), T5 (testigo).

Para efectos de este estudio los bajos rendimientos obtenidos por efecto climático (exceso de precipitación), puede indicar que alguno de los otros tratamientos con un mejor rendimiento también nos hubiera proporcionado mejores beneficios económicos, por lo que no hay que descartar esa posibilidad.

Cuadro 6. Presupuesto parcial por tratamiento para la producción de tomate orgánico en Zamorano, Honduras, 2005.

	Plástico Negro Costo US \$ / Ha	Plástico Plata Costo US \$ / Ha	Plástico negro + túnel Costo US \$ / Ha	Plástico plata + túnel Costo US \$ / Ha	Testigo Costo US \$ / Ha
Insumos por tratamiento	476	487	1611	1622	270
Materiales	253	264	1508	1519	
Plástico negro	253		253		
Plástico plata		264		264	
Tela no tejida de polipropileno			1186	1186	
Alambre			69	69	
Control de plagas	197	197			256
Mano de obra por Tratamiento	27	27	103	103	14
Colocación del plástico	21	21	21	21	
Armado de micro túnel			62	62	
Control de plagas	2	2			3
Deshierba	4	4			11
Retiro de micro túneles			21	21	

5. CONCLUSIONES.

Bajo las condiciones climáticas y de manejo del experimento en Zamorano se concluye que:

Estadísticamente los acolchados color plata son significativamente superiores a los acolchados color negro en cuanto a beneficios de repelencia sobre adultos de *B. tabaci*. Esto retarda y reduce la infección viral en las plantas de tomate.

El uso de micro túneles es muy eficiente como barrera física entre las planta y adultos de *B. tabaci*, mejorando además el desempeño de los acolchados, y maximizando los beneficios. Entre estos beneficios se destaca el efecto sobre las poblaciones de adultos de mosca blanca (*B. tabaci*), y el retraso y reducción de la incidencia de infección viral. Otro beneficio es la conservación y acumulación de la temperatura en el suelo.

Dependiendo de las condiciones climáticas en la cual se vaya a desarrollar el cultivo se deberá usar acolchado color negro o color plata. Recomendándose acolchados color negro en condiciones de climas helados ya que este acumula mejor la temperatura del suelo durante el día conservándola durante la noche. En caso de climas calidos se recomienda el uso de acolchados color plata ya que estos calientan menos el suelo.

Con base en los rendimientos obtenidos y el análisis de costos marginal, el tratamiento de acolchado plata con micro túnel supera a los otros.

Para el estudio en Zamorano los productos aprobados por agricultura orgánica utilizados no son los mejores ya que el control sobre las plagas de estos productos es deficiente, teniendo que incurrir en más aplicaciones para el control de plagas y enfermedades. Productos plaguicidas más eficaces aprobados por agricultura orgánica pueden permitir una disminución considerable en los costos de producción que mejorara los rendimientos y beneficios económicos a obtener.

6. RECOMENDACIONES.

Bajo las condiciones climáticas y de manejo del experimento se recomienda:

Con base en los resultados obtenidos se recomienda el uso de acolchados color plata para la producción orgánica de tomate a campo abierto; obteniendo mejores resultados si se incluye la protección de micro túnel de tela no tejida de polipropileno los primeros 22 ddt.

Se recomienda repetir este ensayo usando plaguicidas de origen orgánico de mayor eficiencia en el control de plagas y enfermedades y compararlo con otro homólogo bajo condiciones de manejo convencional (uso de agroquímicos), para evaluar las diferencias en cuanto a costos y beneficios.

Se recomienda hacer nuevas pruebas incluyendo otros colores de acolchados como el rojo, blanco, azul y verde, preferiblemente degradable para reducir los desechos plásticos, así como diferentes tiempos de remoción del micro túnel de tela no tejida de polipropileno, evaluando el mejor tiempo para su retiro.

7. BIBLIOGRAFIA

Alas, O.R.; Mejia, R.D.; Sanchez, G.E. 1999. Manejo de mosca blanca (*Bemisia tabaci* Genn.) con un extracto botánico, en tomate (*Lycopersicon esculentum*). Tesis Ing. Agrónomo Universidad de El Salvador, Fac. Multidiscip Parac. San Vicente. 88 p.

Albarracín, M. 2001, Efecto del acolchado sobre el rendimiento del tomate industrial. I Simposium internacional de plásticultura. Valencia, España. Oct. 17-19, Resúmenes. P. 83.

Alamilla P.T.; Ortega, L.D.; Mora, G.; Chávez, J.M. 2004. Cubiertas flotantes como barreras contra insectos vectores de virus en sandía en Veracruz, México. Revista Manejo Integrado de Plagas #51:1-9. Consultado: 16/09/05. Disponible en: <http://web.catie.ac.cr/informacion/RMIP/rmip52/nmb52.htm>.

Acuña, W. 1993. Efecto de la infección de un geminivirus sobre el rendimiento del tomate (*Lycopersicon esculentum* L.) a geminivirus. Tesis Lic. Agr. Turrialba, Costa Rica, Sede Universitaria Regional del Atlántico, Universidad de Costa Rica. 73 p.

Berlinger, M.J.; Lebiush-Mordechi, S. 1996. Physical methods for the control of *Bemisia*. In *Bemisia 1995: Taxonomy, biology, damage, control and management*. D. Gerling & R.T. Mayer (eds.). United Kingdom. Intercept, p. 617-634.

Blanco, J.; Hilje, L. 1995. Efecto de coberturas al suelo sobre la abundancia de *Bemisia tabaci* y la incidencia de virosis en tomate. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 35:1-10.

Brown, J.E.; Lewis, C.A.; Eason, J.T.; Ruf, M.E.; Porch, D.W.; Marvel M.E. 1986. Effect of black plastic mulch and dril irrigation on bell pepper performance. Proc. Natl. Agr. Plastics Congr. 19: 256-262.

Brentlinger D. 2002. Certified organic tomato production. Consultado: 26/10/05. Disponible en: <http://www.cropking.com/organic.shtml>.

Cook, W.P.; Ezell, D.O.; Griffin, R.P.; Drye, C.E.; Rathwell, P.J. 1982. Comercial tomato, production in South Carolina. Clemson Univ. Coop. Ext. Serv. Circ. 625. Doc Pdf.

CATIE 2002., Abonos orgánicos para la producción sostenible de tomate. Consultado: 11/09/05. Disponible en: http://webbeta.catie.ac.cr/bancoconocimiento/A/AgriculturaAbonosOrganicos2_5/AgriculturaAbonosOrganicos2_5.asp?CodSeccion=244.

Cubillo, D.; Sanabria, G.; Hilje, L. 2000. Evaluación de la repelencia y mortalidad causada por insecticidas comerciales y extractos vegetales sobre *Bemisia tabaci*. CATIE. Consultado: 09/09/05. Disponible en: <http://web.catie.ac.cr/informacion/RMIP/rmip53/art6-c.htm#Discusión>

Cubillo, D.; Sanabria, G.; Hilje, L. 2002. Eficacia de coberturas vivas para el manejo de *bemisia tabaci* como vector de geminivirus, tomate. CATIE. Consultado: 12/10/05. Disponible en: <http://web.catie.ac.cr/informacion/rmip/rmip51/cubillo-3.html>.

Cubillo, D.; Sanabria, G.; Hilje, L. 1999. Evaluación de recipientes y mallas para el manejo de *Bemisia tabaci* mediante semilleros cubiertos, en tomate. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) no.51:29-35. Consultado: 12/10/05. Disponible en: <http://web.catie.ac.cr/informacion/rmip/rmip51/cubillo-3.html>.

Cubillo, D.; Chacon, A.; Hilje, L. 1994. Producción de plántulas de tomate sin geminivirus transmitidos por la mosca blanca (*Bemisia tabaci*). Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 34: 23-27. Consultado: 12/10/05. Disponible en: <http://web.catie.ac.cr/informacion/RMIP/rmip53/art6-c.htm#Discusión>

Csizinszky, A. A.; Schuster, D.J.; Kring, J.B. 1995. Color acolchados influence yield and insect pest populations in tomatoes. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 120(5):778-784.

Csizinszky, A. A.; Schuster, D.J.; Kring, J.B. 1997. Evaluation of color acolchados and oils sprays for yield and for the control of silverleaf whitefly, *Bemisia argentifolii* (Bellows and Perring) on tomatoes. Crop Protection 16(5):475-481.

CATIE. 1990. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de tomate. Turrialba, Costa Rica. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No.151. 138 p. (en línea). Consultado: 12/10/2005. Disponible en: <http://web.catie.ac.cr/informacion/rmip/rmip51/cubillo-3.html>.

CATIE, 1992. Plan de acción regional para el manejo de las moscas blancas en América Central y el Caribe. Turrialba, Costa Rica. Consultado 08/10/05. Disponible en: <http://www.sag.gob.hn/pdf/mosca%20blanca.pdf>.

CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal). 1996 Guía Técnica Programa de Hortalizas y Frutales, Cultivo de Tomate, San Andrés, La Libertad El Salvador, C.A. Guía del cultivo de tomate. Consultado: 07/07/05. Disponible en: [página:http://www.agronegocios.gob.sv/comoproducir/guiascenta/tomate.pdf](http://www.agronegocios.gob.sv/comoproducir/guiascenta/tomate.pdf).

CIDAPA. VI 2004. Congreso iberoamericano para el desarrollo y aplicación de plásticos en agricultura. (en línea). Consultado: 28/09/05 Disponible en: <http://www.cidapa.com/arquivos/MEMORIAS%20CIDAPA%202004.pdf>.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). 2002. Información básica de sector agropecuario, subregión norte de América Latina y el Caribe, 1990-2001. LC/MEX/L.549.

CIMMYT. 1988. Centro internacional de mejoramiento de maíz y trigo. La formulación y recomendaciones a partir de datos agronómicos. Manual metodológico de evaluación económica.

Cooperación Guatemalteca Alemana, C.G.A. 1991. Seminario sobre el manejo y uso de plaguicidas en actividades agrícolas. Piedra Santa, Guatemala. Memorias.

CEPLA. Comité español de plásticos en la agricultura. Consultado: 27/09/05. Disponible en: <http://www.cepla.com>.

Decoteu D. R.; Michael J. K.M; Hunt P. G. 1989. Acolchado Surface Color affects yield of fresh market tomatoes. Horticulture Department, Clemson University, Clemson.

Decoteu, D. R. 1988. Plastic acolchado color effects on reflected Light and tomato plant growth. *Scientia Hort.* 34: 169-175. Department of horticulture, Clemson University, Clemson. Consultado: 12/08/05. Disponible en: <http://www.clemson.edu/hort/research/photo.php>.

Díaz-Pérez, J. C.; Batal, K. D. 2002. Colored Plastic Film Mulches Affect Tomato Growth and Yield Via Changes in Root-Zone Temperature. *Horticultural Abstracts*. U.K. *Horticultural Abstracts*. U.K. 72(8): 1067. (Abstract).

FINTRAC. 2002. Centro de transacciones financiera y análisis de Canadá. Informe anual. Consultados: 12/09/05. Disponible en: http://www.fintrac.com/harvest_esp_may04.pdf. www.fintrac.com/docs/elsalvador/Inf_A_Contreras,2002.doc - Resultado Suplementario.

Franke, G.; Van Balen, L.; Debrot, E. 1983. Efecto de la época de infección por el mosaico amarillo sobre el rendimiento del tomate. *Revista de la Facultad de Agronomía (Venezuela.)* 6(2):741-743.

Hilje, L. 1993. Un esquema conceptual para el manejo integrado de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en el cultivo del tomate. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 29:51-57.

Ibarra J, L. 2004. Efecto del acolchado y micro túneles en el desarrollo y fotosíntesis. VI congreso iberoamericano para el desarrollo y aplicación de plásticos en agricultura. CIDAPA. Memorias. Pág.10-20. Cartagena, Colombia.

Ibarra, J. L.; Rodríguez, A. 1991. Acolchado de suelos con películas plásticas. Centro de investigación de química aplicada. Saltillo Coahuila, México. (en línea). Consultado: 23/08/04. Disponible en: http://www.uaaan.mx/academic/Horticultura/Memhort01/Ponencia_09.pdf

IICA. 2001. Aproximación de la oferta Centro Americana de productos orgánicos y situación de sus mercados. Síntesis Regional, Pág. 5-13.

INTA (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria). 1999. Cultivo del Tomate. Managua, Nicaragua. Guía Tecnológica No. 22. pp 16-19.

Kovalchuk, S. 1983. Record pepper yields- Plastic mulch, fumigation, and trickle irrigation. Amer. Veg. Grower 31:44, 46-47.

Lamont, W.J. Jr. 1991. ¿La tecnología moderna de los plásticos tiene un lugar en los sistemas que cultivan vegetales orgánicos investigación y las empresas el cultivar? HortTechnology 1(1):138.

Lamont, W.J.; Sorensen, K.A.; Averre. C.W. 1990. Painting aluminum strips on black plastic mulch reduces mosaic symptoms on summer squash. Hort Science 25: 1305.

López, A. 2004. Productos orgánicos ganan popularidad en el mercado. El financiero. 11 de marzo. Consultado: 05/10/05. Disponible en: www.monografias.com/trabajos16/tomate-organico/tomate-organico.shtml - 80k.

Martínez G, A. 1988. Diseños Experimentales, métodos y elementos de teoría, Primera edición, P., 299-301.

Munich, E. L. (1988). Plantas con propiedades plaguicidas de Choluteca. Honduras.

Monette, S.; Stewart. K. A. 1987. Record pepper yields- Plastic mulch, fumigation, and trickle irrigation. Amer. Veg. Grower 30: 46-47.

Negron. T. N.; Molina J. A.; Avendaño J. C.; Becerra. I. N. 2004. Evaluación del efecto de diferentes colores de acolchado plástico y uso de malla trepadora en la productividad del pepino (*Cucumis sativus* L). VII congreso iberoamericano para el desarrollo y aplicación de plásticos en agricultura. CIDAPA. Memorias 2005. Doc.17 pgs.

Olivera M. J. 2004. Tecnología con acolchados plásticos. VII congreso iberoamericano para el desarrollo y aplicación de plásticos en agricultura. CIDAPA. Memorias 2005. Documento y ppt.

Orzolek, M. D.; Otjen, L.; Fleco, J. E. 2000. Actualización: Efecto del Tendido de Color en la Producción de Pimientos y Tomates. Memorys 15th International Congress for Plastics in Agriculture and the 29th National Agricultural Plastics Congress, Pennsylvania, U.S.A. 323 pp. (Abstract).

Orzolek, M.; Murphy, J.; Ciardi, J. 1993. Efecto de los colores de acolchados de polietileno en la producción de Pepino, tomate y coliflor. Centro para la plásticultura, Pensilvania State University. (on line) Consulta: 25/09/05. Disponible en: <http://plasticulture.cas.psu.edu/JOURNALS.HTM>.

Proyecto sanidad vegetal, manejo integrado de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) Secretaria Agricultura y ganadería (SAG) de Honduras, Dirección de ciencia y tecnología Agropecuaria (DICTA), Cooperación Técnica Alemana (GTZ), Tegucigalpa, Honduras, 1998. 12p. Consultado: 14/09/05. Disponible en: <http://www.sag.gob.hn/pdf/mosca%20blanca.pdf>.

Quezada, M. R.; Munguia, J.L.; Ibarra, J. L. 2004. Efectos de acolchados foto selectivos sobre la acumulación de materia seca y rendimiento en pimiento morron. VI congreso iberoamericano para el desarrollo y aplicación de plásticos en agricultura. CIDAPA. Memorias. Pág.10-20. Cartagena, Colombia.

Romera, M. P.; Guerrero. L. 2004. Agricultura orgánica, fertilización. (en línea). Consultado: 23/09/05. Disponible en: http://www.infoagro.com/agricultura_ecologica/agricultura_ecologica04

Rojas, A. 2000. Geminiviruses infecting tomato crops in Nicaragua. Plant Disease 84.
Romera P. M., Guerrero L. 2004. Agricultura ecológica. Consultado: 08/10/05. Disponible en: http://www.infoagro.com/agricultura_ecologica/agricultura_ecologica04.

Sanders D. C.; Konsler, T. R.; Lamont, W. J.; Estes, E. A. 1986. Pepper and muskmelon economics when grown with plastic mulch and trickle irrigation. Proc. Natl. Plastics Congr. 19: 302-314.

Shalk, J.M.; Robbinson. M.L. 1987. Reflective plastic film (mulch) influence plant survival, production, and insect control in fall tomatoes. HortScience 22:30-32.

Sediles, A. 1998. La mosca blanca (*Bemisia tabaci* Genn.) en Nicaragua: Historia y Problemática. (Informe) UNA. Nicaragua. Consultado: 03/10/05. Disponible en: <http://www.catie.ac.cr/bancoconocimiento/R/RedMoscaProyeccionexterna/Informes.pdf>.

Solórzano, R. (1993). Manejo de plagas y el sistema de producción orgánica en Guatemala: Bases prácticas de la agroecología en el desarrollo centroamericano. Guatemala: Tecnología Apropiada. 843- 846.

Smith, F.F.; R.E. Webb. 1969. Repelling aphids by reflective surfaces, a new approach to the control of insect transmitted virus. In Viruses, vectors and vegetation. K. Maramorosch (ed.). New York. Interscience Publishers. p. 631-639.

Suquilanda V, M. 1996. Agricultura Orgánica. Alternativa tecnológica del futuro. FUNDAGRO. Ediciones UPS. Ecuador. 654 p

Suarez, F.; Tovar, F. 1996. Efecto de tres tipos de acolchados plasticos en el crecimiento de coles de Bruselas (*Brassica oleracea* L. Var.gemmifera) en la sabana de Bogota y su evaluación económica. Facultad de Agronomía, Univesidad Nacional de Colombia. (en línea). Consultado: 27/09/05. Disponible en: <http://www.unal.edu.co/un/agronomia/Oldpag/Esp/busqueda/FP26.htm>.

Suwwan, M.A.; Akkawi, M.; Al-musa, A.M.; Mansour, A. 1988. Tomato performance and incidence of tomato yellow leaf curl (TYLC) virus as affected by type of mulch. *Scientia Horticulturae* 37(1/2):39-45.

Taber, H.G. 1983. Effects of plastic soil and plant covers on Iowa tomato and musketon production. *Proc. Natl. Agr. Plastic Conf.* 17: 37-45.

Toruño, T. Y. 2005. Determinación de la presencia de geminivirus y fitoplasmas en el cultivo de tomate en Guatemala, Honduras y Nicaragua. Tesis ing. Agrónomo. Honduras. Zamorano. EAP. 85 p.

Witter, S. H. 1993. World-wide use of plastics in horticultural production. *HortTechnology* 3(1):6-19.

Servicio de información agropecuaria del ministerio de agricultura de Ecuador. Cultivos controlados, Proyecto SICA- Banco –Mundial, 2002. Consultado: 07/10/05. Disponible en:

http://www.sica.gov.ec/agronegocios/productos%20para%20invertir/granos%20cereales/quinoa/produccion_organica_quinoa.htm.

www.Alimentación-sana.com.ar/informaciones/alimentoscuran/tomate.htm - 7k (en línea), Consultado: 07/feb/2005.

American Society for Plasticulture: <http://www.plasticulture.org>. (en línea), Consultado: 11/10/05.