

**Control de la mosca de la papaya
Toxotrypana curvicauda G. con bolsas de
malla térmica sobre los frutos de papaya
(*Carica papaya*)**

Fernando Alberto Sosa Callejas

**ZAMORANO
Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria
Diciembre, 2007**

ZAMORANO
Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria

Control de la mosca de la papaya
***Toxotrypana curvicauda* G. con bolsas de malla**
térmica sobre los frutos de papaya (*Carica papaya*)

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

Presentado por:

Fernando Alberto Sosa Callejas

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2007

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.

Fernando Alberto Sosa Callejas

Zamorano, Honduras

Diciembre, 2007

**Control de la mosca de la papaya *Toxotrypana curvicauda* G.
con bolsas de malla térmica sobre los frutos de papaya
(*Carica papaya*)**

Presentado por:

Fernando Alberto Sosa Callejas

Aprobada

Alfredo Rueda, Ph.D.
Asesor Principal

Miguel Vélez, Ph.D.
Director de la Carrera de
Ciencia y Producción Agropecuaria

Odilo Duarte, Dr. Sci. Agr., M.B.A.
Asesor

Raúl Espinal, Ph.D.
Decano Académico

Diego Cedeño, Ing. Agr.
Asesor

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.
Rector

Abelino Pitty, Ph.D.
Coordinador de Fitotecnia

DEDICATORIA

A Dios por haberme permitido alcanzar una de mis metas.

A mi madre y hermanos que siempre confiaron en mí y me apoyaron en todo, a todas las personas que creyeron en mí y me brindaron su apoyo durante toda mi estadía dentro de Zamorano y que nunca me negaron su ayuda.

AGRADECIMIENTOS

A mi madre, Consuelo, por haberme dado siempre su apoyo en toda mi formación profesional.

A mi hermano, José Luis, por haberme brindado siempre su confianza y comprensión en cada momento de mi vida.

A mi hermana, Ivania, por cada momento que dedicó de su vida para escucharme y apoyarme en mis decisiones.

A mi abuelo, tíos y primos por estar pendientes de mí y apoyarme en mis decisiones.

A la familia Gutiérrez Bolaños, por su apoyo incondicional durante mi formación profesional dentro de Zamorano.

Al Dr. Alfredo Rueda por confiar en mí, por su amistad, su carisma y por apoyarme siempre para poder hacer realidad este proyecto.

Al Dr. Odilo Duarte por toda su ayuda y facilidad para resolver los problemas.

Al Ing. Diego Cedeño por haberme ayudado a realizar esta tesis y contribuir con sus ideas.

A mis amigos de casa, colegio y compañeros de Zamorano por haberme brindado su amistad y haber compartido momentos felices así como momentos difíciles.

A mis amigos y colegas, José Vargas y José Padilla, por haber compartido estos cuatro años, por ofrecer una amistad sincera y apoyo durante mi estadía en Zamorano.

A toda la clase CENTAURO 2007 por haber dado lo mejor para lograr escribir estas palabras.

AGRADECIMIENTOS A PATROCINADORES

Al programa de becas Taiwán para formación de capital humano, al Instituto Salvadoreño de Formación Profesional (INSAFORP) y a la Escuela Agrícola Panamericana por haber creído en mí y apoyarme en el patrocinio de mis estudios para lograr esta gran meta.

Al Proyecto de Manejo Integrado de Plagas de América Central (PROMIPAC) e IPM-CRSP, por haber financiado este proyecto y haber permitido esta investigación.

Al Laboratorio de Frutales de la Escuela Agrícola Panamericana (EAP) por haberme permitido usar sus plantas para hacer este estudio.

RESUMEN

Sosa, F. 2007. Control de la mosca de la papaya *Toxotrypana curvicauda* G. con bolsas de malla térmica sobre los frutos de papaya (*Carica papaya*). Proyecto especial de graduación para el programa de Ingeniería en Ciencia y Producción Agropecuaria, Zamorano, Honduras. 14 páginas.

Para controlar la mosca de la papaya (*Toxotrypana curvicauda* G.) se han utilizado insecticidas pero sin resultados contundentes. Se evaluó el control de la mosca haciendo uso de bolsas de malla térmica de 35 × 25 cm colocadas semanalmente a cada fruto no picado por la mosca y se comparó con el control convencional con malathion y 10% de melaza aplicado al follaje una vez por semana. Se realizaron muestreos semanales. El ensayo se llevó a cabo entre mayo y septiembre de 2007 con la variedad Maradol en parcelas de 12.5 × 30 m en un lote de La Vega de la Escuela Agrícola Panamericana. El estudio comenzó tres meses después del trasplante al inicio de la floración. En el tratamiento con bolsas de malla térmica el número de frutos sanos aumentó un 57% y el daño por la mosca de la papaya fue menor que con el tratamiento químico debido a la barrera física y repelencia que proporciona la malla ya que la mosca no puede ovopositar los frutos. Se obtuvo mayor peso y tamaño de los frutos con el uso de bolsas de malla térmica. En el primer año de producción se tiene un incremento de 25 t/ha de papaya al usar bolsas de malla térmica. La tasa de retorno marginal fue de 194% al pasar de malathion a bolsas de malla térmica y el costo de la malla por cada fruto es de USD\$ 0.07.

Palabras clave: Cobertura, manejo integrado de plagas, Tephritidae.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Autoría.....	ii
Hoja de firmas.....	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimientos	v
Agradecimientos a patrocinadores	vi
Resumen.....	vii
Contenido.....	viii
Índice de cuadros.....	ix
Índice de figuras.....	x
Índice de anexos.....	xi
INTRODUCCIÓN.....	1
MATERIALES Y MÉTODOS.....	2
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	4
CONCLUSIONES.....	8
RECOMENDACIONES.....	9
LITERATURA CITADA.....	10
ANEXOS.....	11

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Control de la mosca de la papaya (<i>Toxotrypana curvicauda</i> G.) con bolsas de malla térmica	6
2. Calidad del fruto de papaya a la cosecha	6
3. Rendimiento de papaya haciendo uso de bolsas de malla térmica. (Frutos mayores de 5 semanas de edad).....	6
4. Tasa de retorno marginal (TRM) del uso de bolsas de malla térmica al primer año	7

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Efecto de uso de bolsas de malla térmica sobre el número de frutos sanos por planta.....	4
2. Efecto del uso de bolsas de malla térmica sobre el número de frutos dañados por planta por la mosca de la papaya (<i>Toxotrypana curvicauda</i> G.).....	5
3. Cantidad de frutos caídos por planta producto del daño de la mosca de la papaya (<i>Toxotrypana curvicauda</i> G.).....	5

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo	Página
1. Costo de insumos con control químico por hectárea.....	11
2. Costos por hectárea del control químico al primer año.....	11
3. Costos para elaborar 1,000 bolsas de malla térmica y costo unitario.....	11
4. Costos por hectárea del uso de bolsas de malla térmica al primer año.....	11
5. Formato conteo daño (<i>Toxotrypana curvicauda</i> G.) control químico.....	12
6. Formato conteo daño (<i>Toxotrypana curvicauda</i> G.) con bolsas de malla térmica.....	13
7. Distribución de los tratamientos dentro de la parcela.....	14

INTRODUCCIÓN

Una de las principales plagas del papayo es la mosca de la papaya (*Toxotrypana curvicauda* G.) Díptera: Tephritidae. El insecto adulto mide 2-3 cm, es de forma alargada, color amarillo con dibujos negros y alas transparentes. Al final del abdomen, la hembra tiene un ovopositor curvo y de longitud similar a la del cuerpo, con el cual perfora la cubierta de los frutos pequeños (diámetros de 5 a 8 cm) para depositar sus huevos en el interior de los mismos (FUSAGRI 1989). La larva de la mosca se alimenta de la semilla y tejidos interiores de fruto. Luego las larvas salen de la fruta y empupan en el suelo de donde emerge el adulto (ICA 2005).

Poco se conoce sobre el control de la mosca de la papaya, la cual si no se controla adecuadamente puede causar serios problemas, disminuyendo los rendimientos de 2% hasta 30% (UF 2001) y sin control hasta el 80%. En los cultivos de exportación causa la descalificación de la fruta, la imposición de restricciones cuarentenarias y la prohibición de ingreso de productos agrícolas por la presencia de estos organismos. Es una plaga que se distribuye desde Estados Unidos, México, el Caribe (Puerto Rico, República Dominicana, Trinidad, Cuba y Bahamas), América Central (Costa Rica, Honduras, El Salvador, Guatemala y Panamá) hasta Sur América (Brasil y Colombia).

Se han realizado investigaciones sobre el control de la mosca de la papaya usando agroquímicos, cebos a base de proteína hidrolizada, trampas, feromonas (2-metilvinilpirazina), barreras físicas como bolsas de papel y selección genética de variedades de cáscara más gruesa, sin haber obtenido resultados significativos o incluso su erradicación.

El objetivo fue evaluar el control de la mosca de la papaya con bolsas de malla térmica para evitar la oviposición y posterior daño de los frutos y su efecto sobre el peso, tamaño y grosor de pulpa, así como analizar económicamente esta práctica.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó entre mayo y septiembre de 2007, en el lote La Vega, Monte Redondo de la Escuela Agrícola Panamericana (EAP), Honduras. Con una precipitación media anual de 1200 mm, una elevación de 760 msnm y una temperatura de 24°C. En la región se presentan dos estaciones bien marcadas, una lluviosa de junio a noviembre y otra seca de diciembre a mayo.

El estudio se realizó desde el inicio de la floración de las papayas hasta la cosecha de los frutos seleccionados. Se realizó en parcelas experimentales de 30 m × 12.5 m con 75 plantas de papaya en cada una de ellas, con seis parcelas en total. La variedad utilizada fue Maradol, plantada a 2 m entre plantas y 2.5 m entre surcos al tresbolillo (1600 plantas/ha). Se tomaron datos una vez por semana en cada uno de los tratamientos.

Se utilizó un diseño experimental de Bloques Completamente al Azar con dos tratamientos y tres repeticiones, dando un total de seis unidades experimentales.

Los tratamientos fueron:

Control mecánico: Consistió en el uso de bolsas de malla térmica Agribon^{®1} de 35 × 25 cm que en uno de los extremos tienen un hilo de cáñamo para asegurar la bolsa alrededor del pedúnculo del fruto, estas bolsas se colocaron a frutos recién formados con 3-5 cm de diámetro aproximadamente. Cada semana se colocaron bolsas de malla térmica a los frutos nuevos y que no estuvieran dañados por la mosca. Los frutos picados por la mosca se cortaron de la planta y se enterraron. Las bolsas se retiraron en el momento de la cosecha del fruto.

Control químico: Consistió en una aplicación semanal de Rimalation[®] 60 EC² y 10% de melaza como atrayente. El Rimalation[®] 60 EC se aplicó a razón de 150 ml/ha. Se asperjó con bomba de mochila al follaje de una fila de cada cuatro. Semanalmente se midió la cantidad de frutos sanos, caídos y dañados por la mosca en una muestra de 30 plantas, a la cosecha se midió el peso, tamaño y grosor de la pulpa de los frutos.

Conteo de frutos dañados: En las parcelas con el tratamiento de bolsas de malla térmica, las 30 plantas evaluadas se marcaron con una cinta de color en la parte baja del tallo y se numeraron (seis plantas por cada hilera en cinco hileras) para llevar un control individual. Cada semana se revisaron las plantas y se colocaron bolsas a cada fruto nuevo y sano que

¹ La malla térmica Agribon[®] es una tela no tejida de polipropileno, ligera y resistente que permite en paso de aire, agua y luz solar. FLEMING COMERCIAL, Guatemala.

² Rimalation[®] 60EC i.a. S-1, 2-bis (ethoxycarbony) ethyl 0, 0- dimetil fosforoditioato 60%. Formulado por Agroquímica Industrial RIMAC S.A., La Lima de Cartago, Costa Rica.

apareció y se anotó el número de frutos embolsados en la semana. En el resto de plantas del tratamiento se embolsaron los frutos sin registrar datos hasta la cosecha. También se contó el número de bolsas caídas con frutos dañados por la mosca o sanos.

En las parcelas con tratamiento químico se marcó con cinta de color la parte baja del tallo de las 30 plantas a evaluar (seis plantas por hilera en cinco hileras). A los frutos de cada planta se les colocó una cinta para diferenciar los frutos de cada semana. Semanalmente se contaron los frutos sanos y los atacados por la mosca y estos últimos se marcaron con un hule en el pedúnculo (evitando cortarlo) para evitar incluirlos en el conteo de la siguiente semana. Se registró además la cantidad de frutos caídos por daño de la mosca.

Peso, tamaño y grosor de pulpa: Se tomó una muestra de tres frutos con edad de cosecha por planta a cinco plantas por parcela, obteniendo 15 frutos por parcela de los cuales se tomó el peso, tamaño (largo y ancho o diámetro) y grosor de la pulpa.

Producción: Para estimar la producción se contaron todos los frutos mayores de cinco semanas de edad de una muestra de 30 plantas de cada parcela, esto para disminuir la posibilidad que los frutos contados pudieran caerse días después y poder obtener un dato más real de la producción.

Análisis: Para el análisis de los datos se utilizó un Análisis de Varianza (ANDEVA) con dos tratamientos y tres repeticiones para cada uno de ellos, evaluando el daño por mosca de la papaya (*T. curvicauda*). Se utilizó un diseño de Bloques Completamente al Azar (BCA), utilizando el paquete estadístico “MINITAB” con la prueba de separación de medias Tukey con un nivel de significancia de $P \leq 0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cantidad de frutos sanos: En la semana 12 se obtuvieron 20.4 frutos sanos por planta en donde se usó las bolsas de malla térmica y 12.8 frutos sanos en el control químico (Cuadro 1), este aumento ($P < 0.05$) se debe a que la bolsa de malla térmica tiene un efecto repelente al insecto y es a su vez una barrera física (Figura 1). En el control químico se obtuvo menor cantidad de frutos sanos por planta debido al daño causado por la mosca de la papaya que causa la caída de los frutos prematuramente (FUSAGRI 1989).

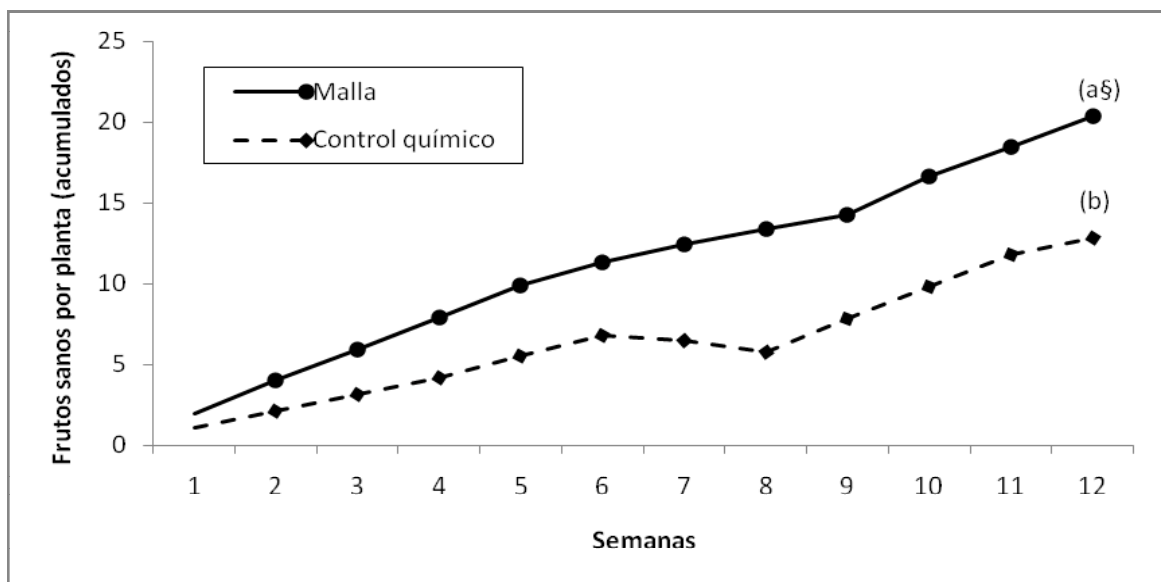


Figura 1. Efecto de uso de bolsas de malla térmica sobre el número de frutos sanos por planta. § Medias con diferente letra (control químico) no son iguales Tukey $P \leq 0.05$.

Cantidad de frutos atacados: Se obtuvo un promedio de 11 frutos atacados por planta en el control químico y 0.7 frutos atacados por planta con el uso de bolsas de malla térmica (Cuadro 1). El daño en el tratamiento con bolsas se debe a que estas se colocaron cada semana, lo que permitió la ovoposición de la mosca en los frutos que se formaron temprano en la semana o que se olvidó poner la malla en los días intermedios (Figura 2).

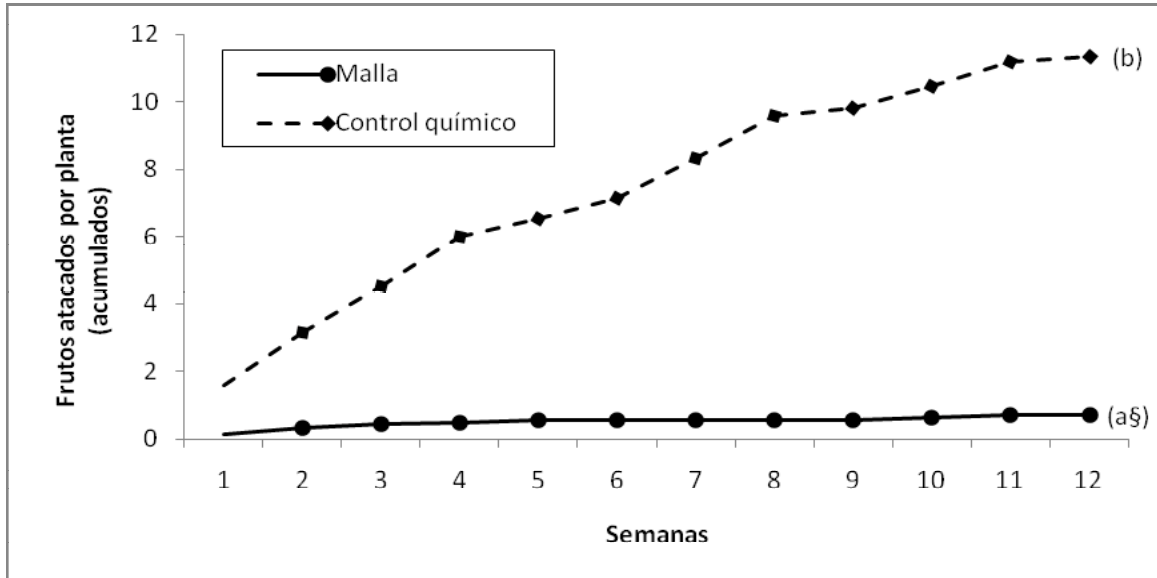


Figura 2. Efecto del uso de bolsas de malla térmica sobre el número de frutos dañados por planta por la mosca de la papaya (*Toxotrypana curvicauda* G.). § Medias con diferente letra (control químico) no son iguales Tukey $P \leq 0.05$.

Cantidad de frutos caídos: En el control químico se obtuvo un promedio de cuatro frutos caídos por planta debido al daño de la mosca de la papaya, lo que representa un 17% de daño del total de la fruta (Cuadro 1). La cantidad de frutos caídos aumentó a partir de la cuarta semana debido al ciclo del insecto que completa sus estadios de huevo-larva en aproximadamente 45-60 días (Figura 3).

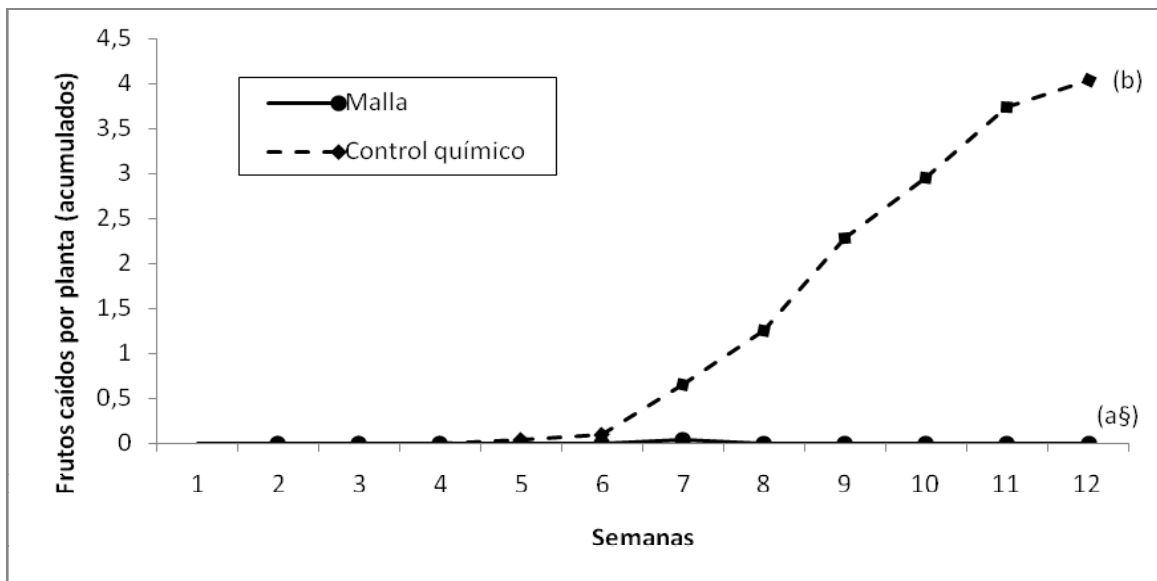


Figura 3. Cantidad de frutos caídos por planta producto del daño de la mosca de la papaya (*Toxotrypana curvicauda* G.). § Medias con diferente letra (control químico) no son iguales Tukey $P \leq 0.05$.

Cuadro 1. Control de la mosca de la papaya (*Toxotrypana curvicauda* G.) con bolsas de malla térmica.

Tratamiento	Frutos/planta (acumulados 12 semanas)		
	Sanos	Dañados	Caídos
Bolsas de malla térmica	20.41a [§]	0.71a	0.00a
Control químico	12.86b	11.34b	4.04b

§ Medias con diferente letra no son iguales Tukey $P \leq 0.05$.

Calidad de los frutos: A las 12 semanas los frutos con malla térmica pesaron 0.23 kg más, midieron 1.76 cm más de largo y 0.43 cm más de diámetro ($P < 0.05$) que los frutos con control químico. El grosor de pulpa fue igual en ambos tratamientos ($P > 0.05$) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Calidad del fruto de papaya a la cosecha.

Tratamiento	Parámetros			
	Peso (kg)	Largo (cm)	Diámetro (cm)	Grosor de pulpa (cm)
Bolsas de malla térmica	1.54a [§]	23.17a	11.78a	3.24a
Control químico	1.31b	21.41b	11.35b	3.16a

§ Medias con diferente letra no son iguales Tukey $P \leq 0.05$.

Producción esperada: En la semana 12 se contaron los frutos mayores de 5 semanas y se obtuvo en promedio 5.07 frutos adicionales por planta con el uso de bolsas de malla térmica ($P < 0.05$) debido a que los frutos no fueron picados por la mosca de la papaya y por consiguiente no se cayeron. Esta diferencia representa un 57% más en la producción por hectárea. Se estimó una producción de 34 t/ha con el uso de bolsas de malla térmica y de 19 t/ha con el control químico para un período de 12 semanas (Cuadro 3).

Cuadro 3. Rendimiento de papaya haciendo uso de bolsas de malla térmica. (Frutos mayores de 5 semanas de edad).

Tratamiento	Frutos sanos/planta	Frutos sanos/ha	Peso del fruto (kg)	Producción esperada (t/ha)
Bolsas de malla térmica	13.98a [§]	22,400	1.54	34.00
Control químico	8.91b	14,250	1.31	19.00

§ Medias con diferente letra no son iguales Tukey $P \leq 0.05$.

El primer año se espera una tasa de retorno marginal del 194%, lo que indica que por cada dólar invertido en las bolsas de malla térmica se obtienen USD\$ 1.94 de retorno, tomando como precio de venta USD\$ 316.00/t de papaya y una tasa cambiaria de USD\$ 1.00 = 19 L (Cuadro 4).

Cuadro 4. Tasa de retorno marginal (TRM) del uso de bolsas de malla térmica al primer año.

Tratamiento	Producción esperada (t/ha)	USD\$/ha				
		Ingreso	Costos [¥]	Incremento en ingreso	Incremento en costos	TRM (%)
Bolsas de malla térmica	54.00	17,064	4,452.28	7,900	4,078.14	194
Control químico	29.00	9,164	374.14			

¥ Anexo 1 y 2

CONCLUSIONES

1. La bolsa de malla térmica no permite el ataque de los frutos por *Toxotrypana curvicauda* G.
2. Los frutos en bolsa de malla térmica pesaron 17.56% más que los frutos con control químico.
3. Con el uso de bolsas de malla térmica se obtiene un aumento en la producción de 57%.
4. En el primer año con el uso de bolsas de malla térmica se obtiene una tasa de retorno marginal de 194% con un costo de USD\$ 0.07 por cada bolsa.

RECOMENDACIONES

1. Repetir el estudio en mayores dimensiones.
2. Usar esta técnica si el daño por la mosca de la papaya es severo y si el precio de la papaya en el mercado lo justifica.
3. Evaluar el uso de bolsas de malla térmica colocadas todos los días.
4. El tamaño de las bolsas de malla térmica debe ser de acuerdo al tamaño del fruto de la variedad cultivada.
5. Reutilizar las bolsas para reducir los costos.

BIBLIOGRAFÍA

1. FUSAGRI (Fundación Servicio para el Agricultor). 1989. Lechosa. Ed. FUSAGRI. 2ed. Maraven. 70 p.
2. ICA (Instituto Colombiano Agropecuario). 2005. El cultivo de la papaya. Ed. R Gallego. Bogota, CO. Produmedios. 20 p.
3. University of Florida. 2001. Mosca de la papaya. (en línea). Florida USA. Consultado 07 mayo 2007. Formato pdf. Disponible en <http://edis.ifas.ufl.edu/pdf/IN/IN14800.pdf>

ANEXOS

Anexo 1. Costo de insumos con control químico por hectárea.

Insumo	Unidad	Precio unitario USD\$	Cantidad	Total USD\$
Malathion	ml	0.01	150.00	1.50
Melaza	litros	0.12	6.00	0.72
Total				2.22

Anexo 2. Costos por hectárea del control químico al primer año.

Actividad o insumo	Unidad	Cantidad	USD\$/unidad	Total USD\$
Aplicación de malathion + 10% melaza	aplicación	39.00	2.22	86.58
Bomba de mochila	bomba	1.00	45.00	45.00
Equipo de aplicación	equipo	1.00	100.00	100.00
Mano de obra	hr/hombre	144.00	0.99	142.56
Total				374.14

Anexo 3. Costos para elaborar 1,000 bolsas de malla térmica y costo unitario.

Insumo	Unidad	Precio unitario USD\$	Cantidad	Total USD\$
Agribon®	m ²	0.10	180.00	18.00
Hilo cáñamo	cono	2.38	1.50	3.57
Hilo costurar	cono	0.27	5.00	1.35
Mano de obra	bolsa	0.05	1,000.00	50.00
Total				72.92
Costo unitario				0.07

Anexo 4. Costos por hectárea del uso de bolsas de malla térmica al primer año.

Actividad o insumo	Unidad	Cantidad	USD\$/unidad	Total USD\$
Bolsas de malla térmica	bolsas	35,200.00	0.07	2,464.00
Mano de obra	días	252.00	7.89	1,988.28
Total				4,452.28

Anexo 5. Formato conteo daño (*Toxotrypana curvicauda* G.) control químico.

Tratamiento: CONTROL QUÍMICO Columna: _____ Repetición: _____

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Frutos sanos															
Frutos dañados por mosca															
Total de frutos.															
Frutos nuevos / daño															
Frutos caídos / daño															

	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Frutos sanos															
Frutos dañados por mosca															
Total de frutos.															
Frutos nuevos / daño															
Frutos caídos / daño															

Tiempo desde: _____ Hasta: _____ Total: _____

Anexo 6. Formato conteo daño (*Toxotrypana curvicauda* G) con bolsas de malla térmica.

Tratamiento: **BOLSAS DE MALLA TÉRMICA** _____ Columna: _____ Repetición: _____.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Frutos sanos															
Frutos dañados por mosca															
Total de frutos.															
Bolsas vacías caídas															
Bolsas caídas con fruto dañado.															
Bolsas caídas con fruto sano.															

	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Frutos sanos															
Frutos dañados por mosca															
Total de frutos.															
Bolsas vacías caídas															
Bolsas caídas con fruto dañado.															
Bolsas caídas con fruto sano.															

Tiempo desde: _____ Hasta: _____ Total: _____.

Anexo 7. Distribución de los tratamientos dentro de la parcela.

