

ZAMORANO
CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

**Evaluación de plaguicidas botánicos,
químicos y el depredador biológico *Neoseiulus
longispinosus* para el control de *Tetranychus*
(Acari: Tetranychidae) en papaya orgánica**

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

Presentado por:

Edison Gilberto Carvajal Haro

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2010

RESUMEN

Carvajal, E. 2010. Evaluación de plaguicidas botánicos, químicos y el depredador biológico *Neoseiulus longispinosus* para el control de *Tetranychus* (Acari: Tetranychidae) en papaya orgánica. Proyecto especial de graduación para el programa de Ingeniería Agrónomica, EAP Zamorano. Honduras. 15 p.

El ácaro (*Tetranychus* spp.) es la plaga principal del cultivo de papaya en épocas secas, chupa la savia, produce clorosis en las hojas y reduce la producción. En la agricultura orgánica es necesario buscar nuevas alternativas para el manejo de plagas. El objetivo fue evaluar alternativas biológicas y botánicas para controlar el ácaro *Tetranychus* en papaya orgánica. Se evaluó en laboratorio el uso de insecticidas químicos (Abamectina y Deltametrina) y botánicos (extracto de canela, extracto de *Quassia amara* y jabón potásico). En campo se comparó el uso del depredador *Neoseiulus longispinosus* y dos insecticidas botánicos en rotación (extracto de canela y jabón potásico). El estudio se realizó de febrero a mayo de 2010 en un cultivo de papaya orgánica de 12 meses de edad. En laboratorio se evaluó la tasa instantánea de crecimiento (r_i), la cual determina el crecimiento poblacional de ácaros. El control químico con Abamectina y Deltametrina obtuvieron r_i de -0.082 y -0.072, respectivamente, indicando una reducción en la población de ácaros. Los insecticidas botánicos extracto de canela, extracto de *Quassia amara* y el jabón potásico obtuvieron r_i de 0.132, 0.130 y 0.115, respectivamente, y en el testigo se obtuvo un r_i de 0.76, indicando que los productos botánicos reducen el crecimiento poblacional comparado con el testigo. En campo durante las 6 semanas evaluadas, el uso semanal de control biológico y botánico redujo 98 y 97%, respectivamente, las poblaciones de *Tetranychus*. Con plaguicidas botánicos en rotación se obtuvo una tasa de retorno marginal de 597%.

Palabras clave: Alternativas de control, plagas, tasa instantánea de crecimiento (r_i)

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Hoja de firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	iv
Índice de Cuadros y Figuras.....	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	7
4. CONCLUSIONES.....	12
5. RECOMENDACIONES.....	13
6. BIBLIOGRAFÍA.....	14

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS.

Cuadro	Página
1. Composiciones concentraciones y nombres de los insecticidas de cada tratamiento.....	4
2. Tipos de control, concentraciones y dosis de cada tratamiento en campo.....	5
3. Comparación de los tratamientos sobre el efecto en la población final y tasa instantánea de crecimiento (r_i) de ácaros <i>Tetranychus</i> en Zamorano, Honduras, 2010.....	7
4. Evaluación de <i>Neoseiulus longispinosus</i> , extracto de canela y jabón potásico en la reducción de la población de <i>Tetranychus</i> en seis semanas en Zamorano, Honduras, 2010.....	9
5. Comparación de la mortalidad semanal y final de <i>Tetranychus</i> con control biológico y botánico en Zamorano, Honduras, 2010.....	9
6. Costos de los controles botánicos y biológicos por hectárea utilizados para controlar <i>Tetranychus</i>	11

Figura	Página
1. Sobrevivencia de la población de <i>Tetranychus</i> con <i>Neoseiulus longispinosus</i> , extracto de canela y jabón potásico en seis semanas.....	8
2. Precipitación semanal durante las cinco semanas del experimento.....	10

1. INTRODUCCIÓN

La papaya (*Carica papaya*) Orden: Brassicales; Familia: Caricaceae es un frutal originario de zonas tropicales del sur de México y Centroamérica (Cárdenas 2009). Su mejor desarrollo y producción se da por debajo de los 800 msnm, en condiciones climáticas con una precipitación de 1800 mm, y una temperatura entre 20-22 °C, en estas condiciones el cultivo alcanza producciones entre 120-200 toneladas por hectárea (Barrios 2007).

La papaya puede ser atacada por una amplia diversidad de plagas como: áfidos, ácaros, pulgón verde, nemátodos, mosca de la fruta, tortuguilla, gusano cachudo, saltamontes, trips, cochinilla y el picudo del cocotero (Recinos 2005). Estas plagas ocasionan problemas de pérdidas en la producción que van desde 5 hasta 100% en casos críticos cuando no son controlados a tiempo (Semillas del Caribe 2009). En Zamorano la plaga principal durante la época seca es la araña roja del Género: *Tetranychus*; Orden: Acari; Familia: Tetranychidae (Ibar 1978).

Los ácaros *Tetranychus* son pequeñas arañas de 0.5 mm de color verde, amarillo y rojo dependiendo de la edad (Doreste 1984). Se reproducen por huevos ovopositados en el envés de las hojas los cuales son difíciles de visualizar en campo (Quintanilla y Córdoba 1978). Los ácaros chupan la savia dejando pequeños círculos blancos en el haz de las hojas. Las pequeñas poblaciones de esta plaga no hacen daño, pero a medida que aumenta la población ocasionan una reducción de la fotosíntesis, daño foliar, causando necrosis y la caída de las hojas (Aponte y Aponte 1990). Las alternativas de control de ácaros son cada vez más restringidas, debido a que los ácaros generan resistencia a plaguicidas en pocas generaciones (Powell y Lindquist, 1989).

En la actualidad, se necesita nuevas alternativas para evitar o reducir la resistencia. El uso de enemigos naturales y de insecticidas botánicos es una nueva alternativa para el manejo de plagas. El depredador *Neoseiulus longispinosus* Orden: Acari; Familia: Phytoseiidae es una araña depredadora nativa de ácaros fitófagos como *Tetranychus* en cultivos de papaya, yuca, tomate, berenjena y chile. Los beneficios que proporciona: son específicos para controlar *Tetranychus* con alta efectividad y no induce a resistencia. Otra ventaja que poseen es que no son dañinos o tóxicos para el ser humano y el ambiente (Johnson y Wilson 1995).

Los insecticidas botánicos son plaguicidas elaborados a base de extractos de plantas o árboles que contienen ingredientes tóxicos para las plagas. Son plaguicidas orgánicos

naturales, reducen daños colaterales al ambiente, algunos insecticidas botánicos son calificados para reducir el riesgo y evitar tener problemas de residualidad (Rechcigl y Rechcigl 2000).

La Unidad de Agricultura Orgánica de Zamorano trabaja en el desarrollo de una agricultura sostenible en cultivos como la papaya, evitando el uso de plaguicidas químicos sintéticos para control del ácaro *Tetranychus*. El presente ensayo tuvo como objetivo evaluar alternativas biológicas y botánicas para controlar el ácaro *Tetranychus* en papaya orgánica.

Los objetivos específicos del ensayo fueron evaluar la efectividad de *Neoseiulus longispinosus* y la rotación de plaguicidas botánicos para controlar *Tetranychus* en campo. Evaluar la efectividad de plaguicidas químicos y botánicos para controlar *Tetranychus*.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 LOCALIZACIÓN

El estudio se realizó en la unidad de Agricultura Orgánica y en el laboratorio de Control Biológico de la Escuela Agrícola Panamericana, ubicado en el Valle del Yeguaré, Honduras, a 14° latitud norte, 87° longitud oeste. En los lotes 4 y 12 de papaya orgánica de 12 meses (96 × 29 m y 96 × 22 m respectivamente), ubicada a 800 msnm con una temperatura de 25 ± 2 °C, realizado de febrero a abril de 2010.

2.2 METODOLOGÍA

2.2.1 Etapa I: Laboratorio

Crianza de ácaros fitófagos: Se recolectaron hojas infestadas con *Tetranychus* de dos lotes de papaya orgánica. Para la reproducción de los ácaros se utilizaron hojas de *Canavalia ensiformis* que habían sido limpiadas para evitar problemas con otros insectos. Las mesas de trabajo y los materiales de laboratorio fueron desinfectados con alcohol etílico. Posteriormente se cortaron las hojas de *Canavalia ensiformis* en forma circular (5 cm²). Se colocaron tres hojas sobre una esponja (29 × 49 × 1 cm) en una bandeja plástica (30 × 50 × 4 cm), en los bordes de las hojas se colocó algodón humedecido (26 × 1.5 cm) con agua destilada. Finalmente, los ácaros de las hojas de papaya fueron colocados a la hoja de *Canavalia* utilizando un pincel. Las bandejas se mantuvieron a una temperatura de 28 ± 2°C por 7 días.

Efecto de plaguicidas químicos y botánicos sobre *Tetranychus*: Los platos petri se lavaron y desinfectaron con alcohol etílico. Se elaboró una mezcla de agar agua (5 g/L) en un erlenmeyer calentado a 100 °C durante 30 min. En cada plato petri se colocó 50 ml de la mezcla, la cual se dejó enfriar durante 10 min. Después se colocaron hojas cortadas y lavadas del cultivo de papaya (4 × 5 cm) con 15 *Tetranychus* adultos de las bandejas de *Canavalia ensiformis* (L), utilizando un pincel.

Se evaluaron siete tratamientos usando tres insecticidas botánicos y dos químicos para controlar *Tetranychus*, comparados con un testigo con agua y otro sin agua (Cuadro 1). Se usaron 25 arenas por cada tratamiento en las cuales se aplicó 1 ml de solución utilizando un atomizador. Finalmente se taparon los platos petri con papel parafilm. Las arenas se mantuvieron a una temperatura de $28 \pm 2^\circ\text{C}$ y 12 horas de luz por 7 días.

Cuadro 1. Composiciones concentraciones y nombres de los insecticidas de cada tratamiento.

Nombre Común	Ingrediente Activo/Extractos	Concentración (ppm)	Volumen (ml/L)
Testigo sin agua			
Testigo con agua			
Cinnalys ^z	Canela	4200	6
Quamar ^z	<i>Quassia amara</i>	4800	6
Sabón ^z	Jabón potásico	4000	8
Vertimec ^x	Abamectina	9	0.15
Decis ^y	Deltametrina	30	0.30

^zAtlantida Honduras; ^xSyngenta; ^yBayer Crop Science

Para evaluar la efectividad de los insecticidas se utilizó la tasa instantánea de crecimiento (r_i) (Poletti 2007).

$$\text{Tasa instantánea de crecimiento: } r_i = \frac{\text{Ln}(N_f/N_o)}{\Delta T}$$

Donde:

Ln= Logaritmo Natural, N_f = Número final de ácaros incluyendo huevos, larvas, ninfas y adultos, N_o = Número inicial de ácaros, ΔT = Días de exposición de los ácaros al insecticida.

Se realizó un diseño completamente al azar (DCA) de siete tratamientos con 25 repeticiones.

Los datos de r_i de cada tratamiento fueron sometidos a análisis de varianza (ANDEVA) utilizando el programa MINITAB[®] (MINITAB User Guide 1994). La separación de medias se realizó por el método de Tukey al 5% con las r_i de los siete tratamientos.

2.2.2 Etapa II: Campo

Muestreros: Se seleccionaron 20 plantas de papaya en las cuales se contaron los *Tetranychus* con un estereoscopio. Se contaron los ácaros de las hojas bajas, medias y altas, obteniendo promedios de 11.3, 6.9 y 12.9 ácaros, respectivamente. Se determinó que en hojas altas se obtuvo una mejor representación de población de *Tetranychus*, similar a los datos de (Acuña *et al.* 2002), por lo cual para este estudio de campo se realizó el conteo de ácaros en hojas altas.

Efecto de plaguicidas botánicos y depredador biológico *Neoseiulus longispinosus* sobre poblaciones de *Tetranychus*: Se evaluaron dos tratamientos: control biológico con *Neoseiulus longispinosus* y control botánico con la rotación de insecticidas a base de extracto de canela y jabón potásico (Cuadro 2). Se dividieron los lotes 4 y 12 en cuatro parcelas cada uno de (24 × 29 m y 24 × 22 m respectivamente). En cada parcela se seleccionaron 20 plantas infestadas de ácaros, para un total de 160 plantas.

Antes de la aplicación de insecticidas botánicos y depredadores biológicos se contaron los ácaros en las hojas altas de 20 plantas de papaya por parcela. Para el control biológico se aplicó la dosis recomendada por el laboratorio de Control Biológico, Zamorano de seis *Neoseiulus longispinosus* por metro cuadrado en el haz de las hojas de papaya. Los dos insecticidas botánicos se aplicaron en rotación siguiendo las recomendaciones del fabricante. La rotación se programó usando una semana cada insecticida durante seis semanas, se empezó la primera aplicación con extracto de canela. Se utilizaron dos bombas de 25 L, con dosis de: extracto de canela = 150 ml y jabón potásico = 200 ml de producto por bomba (Cuadro 2). Se aplicaron en horas frescas del día 5:00 pm ó 6:00am evitando sol en exceso y lluvia para evitar lavado del insecticida botánico y muerte del depredador *Neoseiulus longispinosus*.

Cuadro 2. Tipos de control, concentraciones y dosis de cada tratamiento en campo

Tratamiento	Insecticidas/Depredador	Concentración (ppm)	Dosis	
			ml/bomba	depredador/m ²
Control Botánico	Jabón potásico	4000	200	
	Extracto de canela	4200	150	
Control Biológico	<i>Neoseiulus longispinosus</i>			7

Debido a que las poblaciones iniciales de ácaros fueron distintas en los lotes, se calcularon los porcentajes de mortalidad semanal (% M_s) y final (% M_F) para comparar los dos tratamientos.

Donde:

$$\% M_s = (N_o - N_{fs} / N_o) \times 100.$$

N_{fs} = Número de ácaros adultos cada semana.

N_o = Número inicial de ácaros adultos.

$$\% M_F = (N_o - N_{FT} / N_o) \times 100.$$

N_{FT} = Número de ácaros en la última semana.

N_o = Número inicial de ácaros adultos.

Se usó un diseño de bloques completamente al azar (BCA) de dos tratamientos con cuatro repeticiones, con 20 plantas por parcela, para un total de ocho unidades experimentales.

Los datos del porcentaje de mortalidad y las poblaciones de ácaros de cada tratamiento fueron sometidos a análisis de varianza (ANDEVA) utilizando el programa MINITAB® (MINITAB User Guide 1994). La separación de medias se realizó por el método de Tukey al 5% con el porcentaje de mortalidad y las poblaciones de ácaros de los dos tratamientos.

Se utilizó la tasa de retorno marginal (TRM), para evaluar diferencias en costos entre el tratamiento botánico y biológico.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Etapa I: Laboratorio

Tasa instantánea de crecimiento (r_i): Los insecticidas químicos Deltametrina y Abamectina obtuvieron tasas r_i negativas de -0.082 y -0.072 respectivamente por su alta eficiencia para controlar ácaros. Además se observó que tienen diferencias significativas ($P < 0.05$) con los dos testigos y los tres insecticidas botánicos (Cuadro 3). El mejor control lo obtuvieron los insecticidas químicos, esto se atribuye a que los insecticidas químicos tienen compuestos más efectivos y letales para matar el ácaro *Tetranychus* en comparación con los insecticidas botánicos.

No hubo diferencias significativas entre los insecticidas botánicos extracto de canela, extracto de *Quassia amara* y jabón potásico, sus r_i fueron de 0.132, 0.130 y 0.115, respectivamente. Sin embargo, se observó r_i menores que los dos testigos, demostrando que reducen el crecimiento poblacional del *Tetranychus*.

Cuadro 3. Comparación de los tratamientos sobre el efecto en la población final y tasa instantánea de crecimiento (r_i) de ácaros *Tetranychus* en Zamorano, Honduras, 2010.

Tratamiento	Población final	r_i
Testigo sin agua	260	$0.176 \pm 0.013a$
Testigo con agua	248	$0.173 \pm 0.010a$
Extracto de canela	148	$0.132 \pm 0.035b$
Extracto de <i>Quassia amara</i>	143	$0.130 \pm 0.039b$
Jabón potásico	132	$0.115 \pm 0.061b$
Abamectina	6	$-0.082 \pm 0.063c$
Deltametrina	7	$-0.072 \pm 0.057c$

[§] Letras diferentes en la misma columna denotan diferencias significativas de acuerdo a la prueba de Tukey al 5%.

3.2 Etapa II: Campo

Poblaciones de *Tetranychus*: A partir de la segunda semana las poblaciones de *Tetranychus* disminuyeron en ambos tratamientos (Figura 1). Al final de la semana seis, se observó diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los dos tratamientos, obteniendo el mejor control de *Tetranychus* con el depredador biológico *Neoseiulus longispinosus* (Cuadro 4). Estas diferencias se atribuyen al asentamiento y reproducción del depredador biológico para continuar con el control de *Tetranychus*.

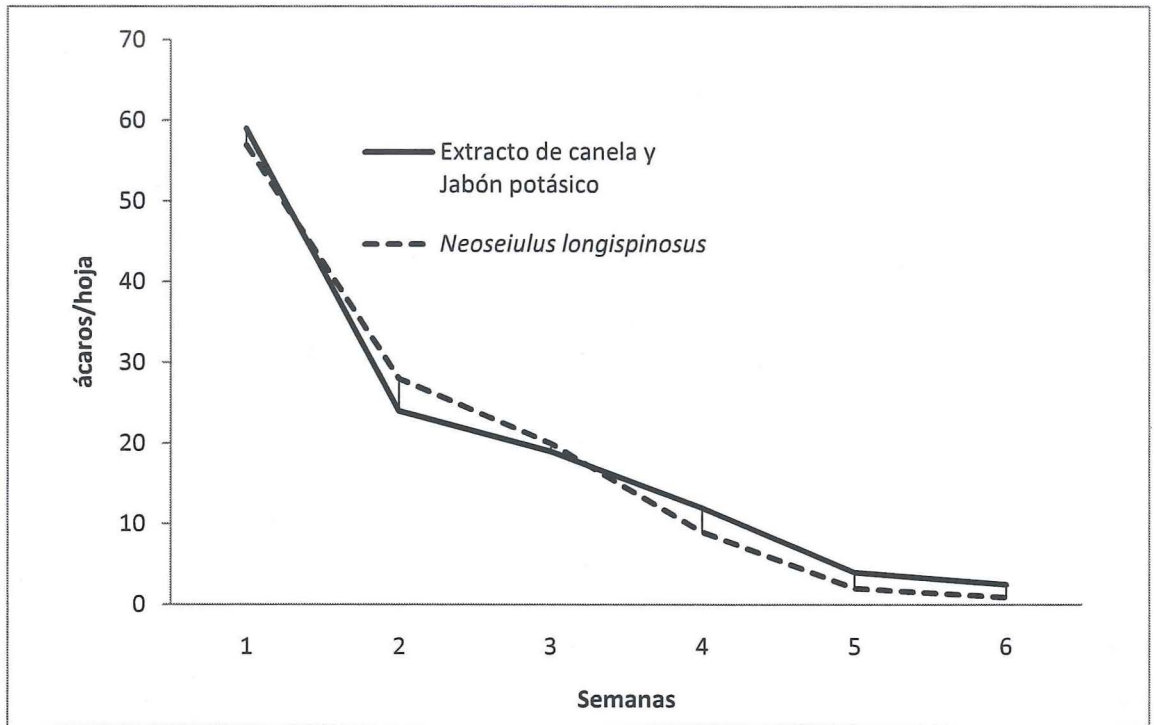


Figura 1. Sobrevivencia de la población de *Tetranychus* con *Neoseiulus longispinosus*, extracto de canela y jabón potásico en seis semanas.

Cuadro 4. Evaluación de *Neoseiulus longispinosus*, extracto de canela y jabón potásico en la reducción de la población de *Tetranychus* en seis semanas en Zamorano, Honduras, 2010.¹

Tratamiento	Ácaro/hoja	
	Inicial	Final
Canela y jabón potásico	58.64	1.54a
<i>Neoseiulus longispinosus</i>	57.55	1.01b

¹ Letras diferentes en la misma columna denotan diferencias significativas de acuerdo a la prueba de Tukey al 5%.

Mortalidad de *Tetranychus* en campo: El control biológico presentó mayor mortalidad en todas las semanas a excepción de la primera semana que el control botánico tuvo mayor mortalidad, pero no tuvieron diferencias estadísticas significativas (Cuadro 5). Los dos tratamientos: Control botánico = extracto de canela y jabón potásico y Control biológico = *Neoseiulus longispinosus* controlaron ácaros en papaya obteniendo mortalidades de 97.4 y 98.3% respectivamente.

Cuadro 5. Comparación de la mortalidad semanal y final (%) de *Tetranychus* con control biológico y botánico en Zamorano, Honduras, 2010.

Tratamiento	Semana					Final
	1	2	3	4	5	
Canela y jabón potásico	55.4	26.8	50.7	65.5	66.2	97.4
<i>Neoseiulus longispinosus</i>	54.1	32.1	54.5	67.2	80.2	98.3

Aunque se observó una diferencia entre los dos tratamientos, en el transcurso del ensayo de campo se tuvo una precipitación de 230 mm (Figura 2), que pudo reducir las poblaciones de *Tetranychus* en el cultivo de papaya.

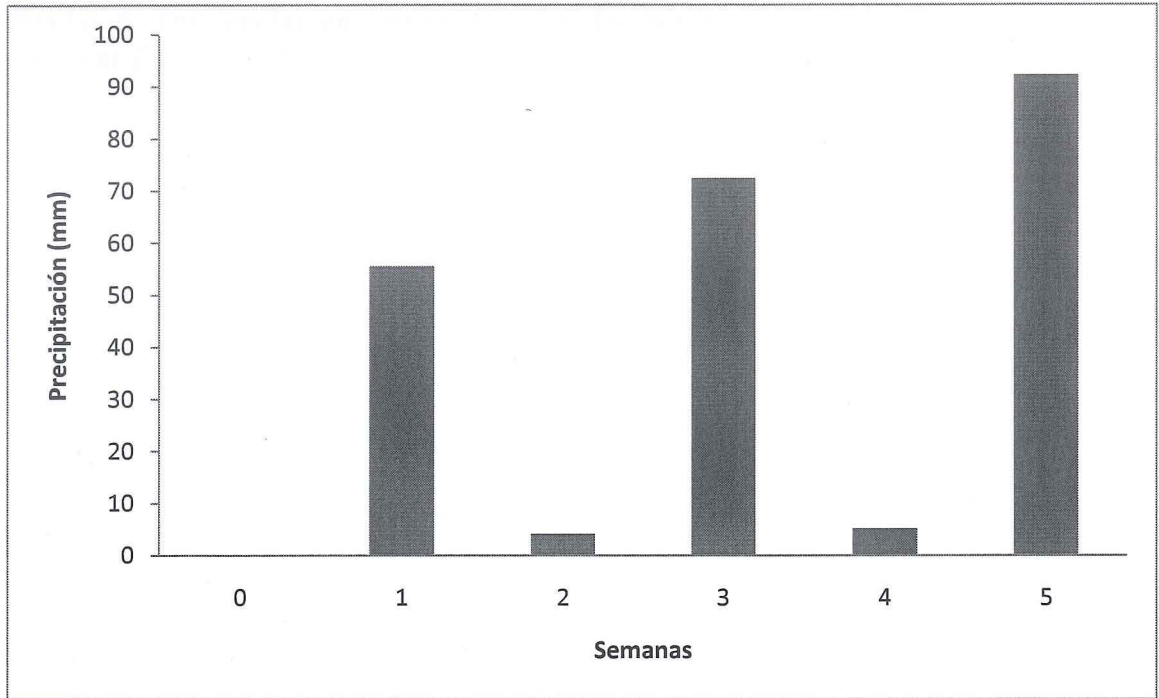


Figura 2. Precipitación semanal durante las cinco semanas del experimento.

3.3 Análisis de costos.

Tomando en cuenta que ambos tratamientos redujeron la población de ácaros alrededor de 98%, se asumió que los rendimientos no se verían afectados por el ataque de ácaros. Se calcularon los costos de insecticidas botánicos y el depredador biológico usados para controlar *Tetranychus* en campo. Se asumió ingresos netos por hectárea según los productos aplicados, obteniendo con el control botánico una mejor tasa de retorno marginal de 597%. La diferencia encontrada en precios del jabón potásico y extracto de canela siendo más barato con \$ 416.50 por hectárea sobre el control biológico \$ 1544.60 (Cuadro 6).

La aplicación del depredador *Neoseiulus longispinosus* fue de manera curativa con dosis de 6/m² y aplicaciones consecutivas durante seis semanas. En el caso de que se hagan liberaciones preventivas la dosis y el intervalo de aplicación disminuiría, debido al asentamiento y la reproducción del ácaro depredador.

Cuadro 6. Diferencias en costos de controles botánicos y biológicos utilizados para controlar *Tetranychus*.

Insecticidas/Depredador	Costo de aplicación (\$/ha)	Ingreso neto estimado (\$/ha)	TRM (%)
Extracto de canela y jabón potásico	416.5	2500	597
<i>Neoseiulus longispinosus</i>	1544.6	2500	163

4. CONCLUSIONES

- En laboratorio los plaguicidas químicos obtuvieron mayor reducción de las poblaciones de *Tetranychus* comparado con el control de plaguicidas botánicos.
- Los plaguicidas botánicos redujeron el r_i comparado con los dos testigos.
- En campo durante las seis semanas evaluadas el uso de control biológico y botánico, redujeron 97.4 y 98.3% la población de ácaros, respectivamente.
- Con plaguicidas botánicos en rotación se obtuvo una tasa de retorno marginal de 597%.

5. RECOMENDACIONES

- Hacer un estudio sobre el desarrollo de resistencia a ácaros con plaguicidas botánicos.
- Evaluar el efecto de los plaguicidas botánicos en el depredador *Neoseiulus longispinosus*.
- Realizar este estudio de campo en época seca.
- Evaluar el control biológico preventivo para reducir costos para control de *Tetranychus*.

6. BIBLIOGRAFÍA

Acuña, L.; Agostini, J.; Haberle, T. 2002. XIII Reunión científica y tecnológica de la facultad de ciencias agrarias, UNNE

Aponte, O.; Aponte, F. 1990. Daño de *Tetranychus urticae* y su influencia en el cultivo de caraota (*Phaseolus vulgaris*). UCV Facultad de agronomía. Instituto de zoología agrícola. Macaray, Edo. Aragua, Venezuela. 197 p.

Barrios, R. 2007. Como cultivar papaya orgánica en México. Disponible en: http://vinculando.org/mercado/cultivo_organico_papaya_en_mexico.html

Cárdenas, F. 2009. Pro papaya (Sistema producto papaya). México. Disponible en: <http://propapaya.org/investigacion/117-historia-de-la-papaya-cualidades-y-avances-de-su-produccion>

Doreste, E. 1984. Acaralogía, IICA (Colección de Investigación y Desarrollo). San José, Costa Rica. 339-340 p.

Ibar, L. 1978. Cultivo del aguacate, chirimoyo, mango y papaya. San Juan Despi, Barcelona, España, Editorial AEDOS. 169 p.

Johnson, M.; Wilson, L. 1995. Integrated pest management; Contributions of biological control to its implantations. California, United States.

MINITAB User Guide, 1994. MINITAB Inc, versión 13.

Poletti, M. 2007. Integração das estratégias de controle químico e biológico para a conservação e liberação dos ácaros predadores *Neoseiulus californicus* (McGregor) e *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Acari: Phytoseiidae) em programas de manejo do ácaro rajado *Tetranychus urticae* Kosh (Acari: Tetranychidae). Tesis Ing. Agr. São Paulo, Brasil. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". 167 p.

Powell, C.; Lindquist, R. 1989. Control de insectos, ácaros y enfermedades en cultivos ornamentales. The Ohio State University Columbus, USA. Trad Cufer, G.; Lenardon, S. Córdoba, Argentina. 45 p.

Quintanilla, R.; Córdoba, O. 1978. Ácaros fitófagos. Buenos Aires, Argentina. Hemisferio Sur. 74 p.

Rechcigl, J.; Rechcigl, N. 2000. Biological and biotechnological control of insect pests. University of Florida, United States. 102-103 p.

Semillas del Caribe. 2009. Especialista en papaya S.A. Guadalajara, México. Disponible en:

<http://www.semilladelcaribe.com.mx/sc/>