

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROALIMENTARIAS
ESCUELA DE AGRONOMÍA

**EVALUACIÓN DE EXTRACTOS VEGETALES PARA EL
CONTROL DE *Tetranychus urticae* KOCH (ACARI:
TETRANYCHIDAE) EN *Codiaeum variegatum* (L.) BLUME
var. PETRA**

Tesis Presentada a la Facultad de Ciencias Agroalimentarias de la Universidad de Costa Rica para Optar por el Título de Ingeniera Agrónoma con el Grado Académico de Licenciada en Fitotecnia

KATIA CARVAJAL TOBAR

Ciudad Universitaria “Rodrigo Facio”

San José, Costa Rica

2009

**EVALUACIÓN DE EXTRACTOS VEGETALES PARA EL CONTROL DE
Tetranychus urticae KOCH (ACARI: TETRANYCHIDAE) EN *Codiaeum variegatum*
(L.) BLUME var. PETRA**

Tesis Presentada para Optar por el Grado Académico de Licenciada en Ingeniería
Agronómica con Énfasis en Fitotecnia

Tribunal Examinador

Dr. Werner Rodríguez Montero, Ph. D.



Director
Escuela de Agronomía

Dr. Hugo Aguilar Piedra, Ph.D.




Director de Tesis

Ing. Rafael Ocampo Sánchez



Miembro del Comité

Ing. Juan Ramón Navarro Flores, M. Sc.



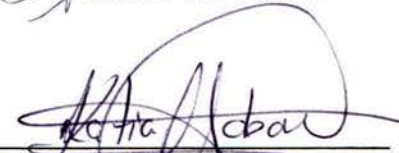
Miembro del Comité

Dra. Elizabeth Carazo Rojas, Ph. D.



Miembro del Comité

Katia Carvajal Tobar



Sustentante

DEDICATORIA

A Dios y a mi familia, en especial a mis padres Javier Carvajal Brenes y Catalina Tobar Torres, por darme la vida, el apoyo y el amor; a la vez por enseñarme el valor del respeto, de la dedicación, del agradecimiento, del positivismo y del esfuerzo.

*Deja volar alto la Fantasia
Sin ilusiones, la Vida ¿Qué sería?*

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Hugo Aguilar Piedra, Director de Tesis, por darme la oportunidad de realizar mi tesis en un tema tan interesante y tan pionero; además por sus consejos y por transmitirme sus conocimientos.

Al Ing. Don Rafael Ocampo, Miembro del Comité, por su colaboración en la donación de los extractos vegetales y por transmitir sus conocimientos en un tema tan amplio y tan poco explorado como es el de los extractos de origen vegetal.

Al Ing. Juan Ramón Navarro, Miembro del Comité, por su valiosa ayuda en el planteamiento y análisis estadístico de esta investigación.

A la Dra. Elizabeth Carazo, por brindarme su apoyo durante la realización de la tesis, por todos sus consejos y observaciones.

Al Sr. Folkert Hoekstra, al Ing. Jorge Guzmán, al Ing. Giovanni Muñoz y a todo el personal de ORCOSA por la oportunidad de haberme brindado espacio para la realización del ensayo de campo; sin su ayuda este proyecto no se hubiera podido realizar.

A la Dra. Helga Blanco por sus consejos en la realización de esta tesis.

A mis hermanos Javier y Ricardo, por su ayuda y amistad durante tantos años.

A todo el personal del Museo de Insectos de la Universidad de Costa Rica, en especial a Mirna Amador, Pamela Murillo y Yugui (Andrés Zúñiga), por su amistad y ayuda durante tanto tiempo.

A las chiquillas: Andrea Holst (Gerente General 1 de AROA S.A.), Gabriela Fernández (Gerente de Mercadeo de AROA S.A.), Ana María Solano, Jendry Portilla, Laura Morgan y Adriana Chacón; por su amistad y colaboración durante toda la U y el ensayo.

Y a todas las personas que de una u otra forma colaboraron con la realización de esta tesis.

ÍNDICE

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	v
ÍNDICE	vi
LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE CUADROS.....	x
RESUMEN	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS	2
2.1. Objetivo general.....	2
2.2. Objetivos específicos	2
III. REVISIÓN DE LITERATURA	3
3.1. Generalidades de <i>Tetranychus urticae</i> Koch.....	3
3.2. Importancia económica de <i>T. urticae</i> en los cultivos	5
3.3. Generalidades sobre el cultivo <i>Codiaeum variegatum</i> (L.) Blume var. Petra	6
3.4. Problemas de los acaricidas sintéticos	7
3.5. Manejo de <i>T. urticae</i> mediante extractos vegetales.....	8
3.6. Extractos vegetales con potencial como repelentes, disuasivos o acaricidas de <i>T. urticae</i>	13
3.6.1. Hombre grande (<i>Quassia amara</i> L.).....	14
3.6.2. Madero negro (<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth ex. Griseb).....	15
3.6.3. Riania (<i>Ryania speciosa</i> Vahl)	16

IV. MATERIALES Y MÉTODOS	19
4.1. Lugar del experimento	19
4.2. Duración del experimento	19
4.3. Extractos utilizados.....	19
4.4. Aplicaciones	19
4.5. Evaluación	20
4.6. Diseño experimental.....	20
4.7. Unidad experimental.....	20
4.8. Tratamientos	21
4.9. Análisis Estadístico.....	22
4.10. Diagrama del diseño experimental.....	23
V. RESULTADOS	24
VI. DISCUSIÓN.....	32
VII. CONCLUSIONES	40
VIII. RECOMENDACIONES	41
IX. BIBLIOGRAFÍA.....	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Aedeagus de <i>T. urticae</i> . (Ochoa et al. 1991, Quirós de González y Vilorio 1991).....	3
Figura 2. Ciclo de vida de <i>Tetranychus urticae</i> (Tomado del Ministerio de Agricultura y Tierras de la Provincia de Columbia Británica, 2008).	4
Figura 3. Daño en el envés de las hojas de croton provocado por <i>T. urticae</i> en la empresa ORCOSA, Alajuela, Costa Rica.	7
Figura 4. Organización de los tratamientos en las parcelas experimentales.....	23
Figura 5. Comparación entre las plantas antes de aplicarles los extractos (A: 15 de noviembre del 2007) y las plantas tratadas con extractos (B: 24 de mayo del 2008), ORCOSA, Alajuela, Costa Rica.	24
Figura 6. Comparación del promedio de huevos de <i>T. urticae</i> contabilizados en las parcelas tratadas con los extractos de origen vegetal y el testigo durante el período de evaluación.	26
Figura 7. Comparación del promedio de estados inmaduros de <i>T. urticae</i> contabilizados en las parcelas tratadas con los extractos de origen vegetal y el testigo durante el período de evaluación.	27
Figura 8. Comparación del promedio de adultos de <i>T. urticae</i> contabilizados en las parcelas tratadas con los extractos de origen vegetal y el testigo durante el período de evaluación.	28

Figura 9. Muestreos realizados por la empresa ORCOSA, tanto en el área total como en la parcela del ensayo.	29
Figura 10. Índice de “ácaro-día” acumulado de estados inmaduros de <i>T. urticae</i> obtenido en el ensayo de campo con los diferentes extractos y el testigo.....	30
Figura 11. Índice de “ácaro-día” acumulado de adultos de <i>T. urticae</i> obtenido en el ensayo de campo con los diferentes extractos y el testigo.	31

ÍNDICE DE CUADROS

- Cuadro 1.** Índices de los diferentes estados de *T. urticae* encontrados en campo durante el ensayo. Empresa ORCOSA, La Guácima, Alajuela. 2008.....25
- Cuadro 2.** Sumatoria de los diferentes estados de *T. urticae* a lo largo del ensayo. Empresa ORCOSA, La Guácima, Alajuela. 2008.....25

Carvajal-Tobar, K. 2009. Evaluación de extractos vegetales comerciales para el control de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) en *Codiaeum variegatum* (L.) Blume var. Petra.

Palabras Claves: *Tetranychus urticae* Koch, *Quassia amara* L., *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex. Griseb, *Ryania speciosa* Vahl, extractos naturales, *Codiaeum variegatum* (L.) Blume, croton, arañita roja.

RESUMEN

Se evaluó el efecto de los extractos vegetales de *Quassia amara* L. (Simarubaceae), *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex. Griseb (Fabaceae) y *Ryania speciosa* Vahl (Flacourtiaceae) sobre los huevos, estados inmaduros y adultos de *Tetranychus urticae* Koch, en el cultivo de *Codiaeum variegatum* (L.) Blume var. Petra en condiciones de campo abierto, en la empresa ORCOSA ubicada en La Guácima de Alajuela, Costa Rica.

Se utilizó sólo una dosis por extracto, *Q. amara* y *G. sepium* a 12,5ml de los productos por litro de agua y *R. speciosa* a 15ml del producto por litro de agua, además se contó con un testigo comercial. Los productos se aplicaron semanalmente en las parcelas experimentales. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con 6 repeticiones en cada uno de los tratamientos. Semanalmente se tomaron muestras de 15 hojas de *C. variegatum* al azar del estrato medio de la planta de cada una de las repeticiones; se contó el número de huevos, estados inmaduros y adultos del ácaro por hoja.

Durante el ensayo no se observó ningún síntoma de fitotoxicidad en las plantas, no hubo diferencias significativas en cuanto al número de huevos, estados inmaduros y adultos de *T. urticae* entre los tratamientos y el testigo según el análisis de varianza; sin embargo, se contabilizaron menos huevos y adultos en las parcelas tratadas con *R. speciosa* y menos estados inmaduros en el tratamiento de *Q. amara*. El mayor número de huevos, estados inmaduros y adultos se contabilizaron en las parcelas tratadas con *G. sepium*.

Según el índice de ácaro-día acumulado en los estados inmaduros no hubo diferencia significativa en cuanto al daño a las hojas de croton entre los diferentes tratamientos y el testigo. Con respecto al índice de ácaro-día acumulado para adultos, no se obtuvo diferencias significativas entre los tratamientos y el testigo; sin embargo, hubo mayor daño en las parcelas en las que se aplicó *G. sepium* con respecto a las parcelas tratadas con *R. speciosa*.

**EVALUACIÓN DE EXTRACTOS VEGETALES COMERCIALES PARA EL
CONTROL DE *Tetranychus urticae* KOCH (ACARI: TETRANYCHIDAE) EN
Codiaeum variegatum (L.) BLUME var. PETRA**

I. INTRODUCCIÓN

Los plaguicidas sintéticos tienen muchos beneficios, uno de los cuales es el control de las plagas a corto plazo, sin embargo, en muchos casos su uso irracional ha ocasionado daños toxicológicos y contaminación tanto en el ser humano como en el ambiente. El impacto ambiental que todo ello produce, es una de las razones por las que en investigación actual se orienta hacia el desarrollo de insecticidas de origen botánico como una alternativa menos contaminante (Prakash y Rao 1997).

El uso de extractos vegetales para el control de plagas agrícolas es una práctica ancestral, ampliamente utilizada. En los últimos años, en la búsqueda de un equilibrio entre el ambiente, la producción y el hombre, se ha desarrollado un nuevo concepto de protección de cultivos mediante el uso de productos que sean de acción específica sobre el objetivo, con un impacto bajo o nulo en organismos circundantes, en el ambiente y en el cultivo (Molina 2001).

En las prácticas de agricultura orgánica es normal ver aplicaciones foliares de extractos vegetales, así como su plantación como vegetación acompañante del cultivo; sin embargo, su uso es empírico y raramente fundamentado en observaciones estandarizadas y comparables estadísticamente (Prakash y Rao 1997).

Debido a lo anterior se requiere hacer estudios sobre diferentes extractos naturales para así conocer cuáles plagas controlan, la efectividad, la dosis correcta, la residualidad, así como otros organismos que se ven afectados por su uso. De esta forma, los extractos de origen natural podrán competir eficientemente contra los plaguicidas sintéticos. No se pretende eliminar de un agroecosistema el uso de insecticidas y acaricidas químicos, sino poder contar con más opciones dentro de un plan de manejo integrado de plagas.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Evaluar los extractos vegetales de *Quassia amara* L., *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex. Griseb y *Ryania speciosa* Vahl como alternativa para el control de *Tetranychus urticae* en *Codiaeum variegatum* (L.) Blume var. Petra a una sola dosis.

2.2. Objetivos específicos

- Determinar el efecto letal sobre huevos, larvas y adultos de *T. urticae*.
- Determinar si los extractos tienen efecto fitotóxico sobre las plantas de *C. variegatum* var. Petra.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Generalidades de *Tetranychus urticae* Koch

Tetranychus urticae Koch pertenece a la familia Tetranychidae, ácaros conocidos como arañitas rojas por su semejanza con las arañas; son fitófagos, con cuerpo redondeado o alargado. Los adultos de *T. urticae* tienden a ser de color verde o rojo, en el caso de la hembra, y verde en el del macho, el cual es de menor tamaño que la hembra; ambos sexos presentan dos manchas laterales negras y las patas ligeramente blanquecinas (Ochoa et al. 1991).

A diferencia de los insectos, el cuerpo de los ácaros está separado en dos partes distintas: el gnatosoma y el idiosoma. El gnatosoma incluye solamente las partes bucales mientras que al idiosoma corresponde el resto del cuerpo del ácaro. Exhiben el complejo palpal-pulgar-uña; además, el tarso I presenta dos pares de setas duplex bien separadas (Fasulo y Denmark 2008, Ochoa et al. 1991, Quirós de González y Viloría 1991).

Las hembras presentan dos pares de setas anales y un par de setas para-anales; los machos tienen el aedeagus distalmente curvado en ángulo recto hacia el dorso, con el margen dorsal de la protuberancia arqueado y ligeramente contraído en su cuarto posterior (Figura 1) (Ochoa et al. 1991, Quirós de González y Viloría 1991).

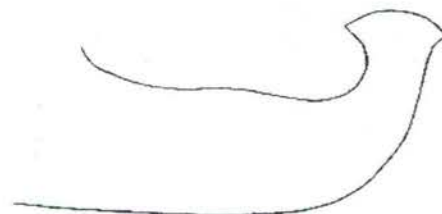


Figura 1. Aedeagus de *T. urticae*. (Ochoa et al. 1991, Quirós de González y Viloría 1991).

La hembra coloca los huevos en el envés de la hoja, los cuales son esféricos, de color blanquecino a pardo-amarillento. El período de desarrollo de los huevos varía de acuerdo a la temperatura, se menciona que a 23°C se desarrollan en 4 días, mientras que a 13°C en 18 días, se informa que el tiempo de incubación de los huevos es de 2.7 días a 30°C. El proceso de desarrollo de los huevos a adultos dura entre 5 y 20 días para los machos y entre 5-50 para las hembras (Gallardo et al. 2005, Ochoa et al. 1991).

Luego de la etapa de huevo, el individuo pasa por tres estados inmaduros antes de llegar a adulto, el de larva y luego dos estadios ninfales. Las larvas son móviles y poseen solamente 3 pares de patas, a 30°C esta etapa tiene una duración en promedio de 1,8 días; *T. urticae* pasa por los estadios de protoninfa y deutoninfa, los cuales poseen cuatro pares de patas, en las etapas ninfales los ácaros son móviles, pero entre estadios existe una fase inmóvil llamada crisálida (Figura 2). Es bien conocido que el tiempo de desarrollo de los tetraníquidos es afectado por factores relacionados con la temperatura, humedad, depredación, competencia interespecífica, características de la planta hospedante y por factores intrínsecos de la especie (Gallardo et al. 2005, Fasulo y Denmark 2008, Gallardo et al. 2005, Ochoa et al. 1991).

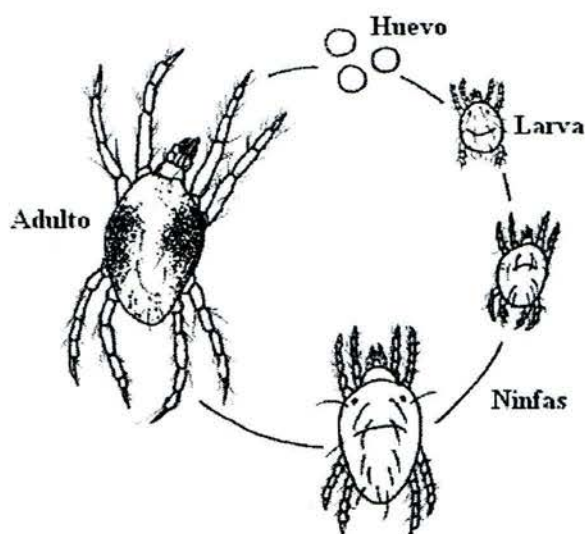


Figura 2. Ciclo de vida de *Tetranychus urticae* (Tomado del Ministerio de Agricultura y Tierras de la Provincia de Columbia Británica, 2008).

3.2. Importancia económica de *T. urticae* en los cultivos

Tetranychus urticae Koch (Acari: Tetranychidae) es una de las plagas agrícolas más importantes en diversos cultivos, tales como frutales y ornamentales; algunos de los hospederos son: *Allium cepa* L., *Anthurium* sp., *Capsicum annuum* L., *Lycopersicon esculentum* L., *Fragaria* sp., *Rosa* spp., *Dracaena fragans* (L.) Ker Gawl, *Dracaena sanderiana* Kunth, *Codiaeum variegatum* (L.) Blume, *Polyscias balfouriana* (hort. ex André) L.H. Bailey, *Impatiens balsamina* L., *Gypsophilla* sp., entre otros (Aguilar y Murillo 2008, Ochoa et al. 1991, Potenza et al. 2006).

En el reciente estudio de Aguilar y Murillo (2008), se encontró que *T. urticae*, es la especie de mayor abundancia en Costa Rica, informándose de 49 nuevos hospederos para el país en los últimos 6 años.

Generalmente se pueden encontrar las poblaciones en el envés de las hojas, pero dependiendo de la especie de planta y el nivel poblacional del ácaro se puede encontrar en el haz de la hoja. Además, los tetránquidos se caracterizan por producir tela y cuando la densidad poblacional del ácaro es alta, la tela es capaz de envolver el follaje de la planta hospedera (Aguilar y Murillo 2008, Ochoa et al. 1991).

Los daños causados por *T. urticae* en las hojas de las plantas, tales como: puntuaciones blancas o cloróticas, manchas blanquecinas a amarillentas, amarillamiento intervenal, lesiones necróticas, bronceamientos, hundimientos de la lámina, así como el aborto floral, aumentan significativamente los costos de producción y dificultan la comercialización del producto. El daño causado por este ácaro es producido en el sitio de alimentación al romper la superficie de las hojas y destruir células del mesófilo, afectando la transpiración, la fotosíntesis, así como el crecimiento de la planta y sus frutos (Gallardo et al. 2005, Ochoa et al. 1991).

3.3. Generalidades sobre el cultivo *Codiaeum variegatum* (L.) Blume var. Petra

Codiaeum variegatum (“croton”) pertenece a la familia Euphorbiaceae, se consideran originarios de las Islas Moluca de Indonesia, aunque se pueden encontrar en otras zonas tropicales; son arbustos con ramas glabras y hojas prominentes con una amplia variedad de tonalidades. *Codiaeum* es el segundo género más grande dentro de la familia Euphorbiaceae, se conocen 6 especies de las cuales se generan gran cantidad de cultivares por medio de híbridos o mutaciones (Brown 1995; Gilman 1999; Ogunwenmo et al. 2007).

El colorido de las hojas de las plantas de croton son un gran atractivo para el consumidor, lo cual las ha posicionado dentro del mercado como una de las plantas de follaje más populares; puede ser usada como planta ornamental tanto de interior como exterior, ya que permite ser sembradas a media luz o bajo sombra.

Los croton entran dentro de la categoría de plantas ornamentales de follaje, las cuales ocupan un lugar importante dentro de la economía de Costa Rica. Se informa para el 2007 una participación de 0,6% dentro de las exportaciones del país lo cual significó \$54.158.721. La exportación de las plantas ornamentales de follaje ha crecido significativamente en los últimos cinco años, lo cual ha traído consigo el aumento de empresas dedicadas a la exportación de ellas, se reporta de 150 empresas para el 2007 (COMEX 2008; PROCOMER 2008).

Entre los principales mercados se puede mencionar Estados Unidos, al cual se exporta el 48% de la producción. Holanda importa un 30%, y el resto de la producción se reparte entre países como Alemania, Bélgica, China, Japón, España, Canadá, entre otros (COMEX 2008; PROCOMER 2008).

La planta es susceptible al ataque de ácaros, especialmente de *T. urticae*, el cual provoca puntuaciones en las hojas y deformaciones en los brotes nuevos. Para su control se

utilizan acaricidas sintéticos; sin embargo, se busca medidas de control más amigables con el ambiente (Brown 1995, Aguilar y Murillo 2008).



Figura 3. Daño en el envés de las hojas de croton provocado por *T. urticae* en la empresa ORCOSA, Alajuela, Costa Rica.

3.4. Problemas de los acaricidas sintéticos

Para reducir el daño ocasionado por *T. urticae* en los cultivos se utilizan acaricidas sintéticos. En muchos casos, tanto el agricultor como el técnico, abusan del uso de estos productos, lo cual ha provocado la contaminación del ambiente, la resistencia de los ácaros a los agroquímicos, la disminución de enemigos naturales, la contaminación de los alimentos, así como el daño ocasionado a la salud humana. Uno de los grandes problemas que representan los plaguicidas es el alto costo de estos en el mercado, lo cual aumenta los costos de la producción agrícola (Isman 2006, Potenza et al. 2006).

Otros problemas que acarrearán los plaguicidas químicos por su mal uso son: contaminación de diversos sustratos, destrucción de hábitats silvestres así como efectos tóxicos sobre animales silvestres, contaminación de aguas superficiales y subterráneas, biomagnificación o bioconcentración, reducción de los sistemas de producción, cambios en

la velocidad de descomposición de la materia orgánica en el suelo, del crecimiento microbiológico, de la biomasa del suelo y en la biodiversidad del mismo, alteraciones en las proporciones entre elementos del suelo que pueden afectar la disponibilidad de estos para las plantas, favorecimiento de la erosión y la degradación física de los suelos, pérdida de la biodiversidad de los agrosistemas y destrucción de la capa de ozono (Freire 1990, García 1997).

Todos estos problemas han incentivado la búsqueda de nuevos métodos de control más amigables con el ambiente y con las personas que los manipulan. Una de estas alternativas es el uso de extractos de origen vegetal. El efecto plaguicida de muchas plantas se conoce desde hace bastante tiempo; sin embargo, estos fueron desplazados por los plaguicidas sintéticos (Brito et al. 2006, Castiglioni et al. 2002, Isman 2006, Potenza et al. 2006).

3.5. Manejo de *T. urticae* mediante extractos vegetales

Las plantas se han desarrollado durante un período de 400 millones de años y han adquirido mecanismos efectivos de defensa que aseguran su supervivencia en presencia de condiciones ambientales hostiles y de enemigos naturales. Además de una serie de caracteres morfológicos protectivos, han desarrollado mecanismos químicos de defensa contra insectos y otros organismos. Los constituyentes micromoleculares no causan, en general, mortalidad inmediata, pero si afectan las funciones bioquímicas y fisiológicas normales de los ácaros e insectos (Prakash y Rao 1997).

Los metabolitos secundarios de las plantas eran considerados hasta hace unas décadas, como sustancias carentes de una misión específica, que reflejaban un mero aspecto de la biodiversidad (Pérez Izquierdo y Ocete 1994). Las investigaciones realizadas desde hace pocos años en el campo de la ecología química, han puesto de manifiesto que muchos de estos compuestos secundarios juegan un importante papel en las relaciones planta-

insecto. Algunos, ya sea por separado o de forma sinérgica, constituyen una auténtica barrera química de defensa para el vegetal frente a determinadas plagas y enfermedades.

Como se mencionó anteriormente, el uso de extractos de plantas con actividad plaguicida se conoce desde hace miles de años; por ejemplo en China se usó por siglos preparaciones de *Tritergium wilfordii* Hook y *Derris* sp. como insecticidas, las propiedades insecticidas de *Schoenocaulon* sp. se empezaron a usar en el siglo XVI, *Nicotiana* sp. se usó como insecticida en Francia desde antes de 1690, la fabricación de piretro (proveniente de *Chrysanthemum* sp.) empezó en Europa en 1828, la rotenona (a partir de *Randia dumetorum* Lam.) fue usada contra plagas insectiles de la nuez moscada de Singapur antes de 1848 (Freire 1990, Isman 2006).

Los extractos o aceites de plantas con propiedades acaricidas o repelentes tienen muchas ventajas, la principal es que causan un impacto bajo o nulo en el ambiente, en el cultivo y en el ser humano. La bio-degradabilidad rápida de estas sustancias permite asperjar hasta poco antes de la cosecha; por lo cual resulta de gran importancia su uso en un plan de manejo (Carballo y Guharay 2004, Isman 2006).

Se han realizado estudios sobre diferentes plantas, cuyos extractos funcionan como acaricidas para el control de *T. urticae*. Potenza et al. (2006) observaron un control satisfactorio de *T. urticae* en plantas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo condiciones de invernadero, al utilizar extractos de *Dieffenbachia brasiliensis* (Veitch) Engl. (Araceae), los cuales provocaron una reducción significativa de la población de un 86,87%.

Potenza et al. (2006) observaron, que al utilizar el extracto de *Ruta graveolens* L. (Rutaceae) contra *T. urticae* hubo una disminución del 83,95% de la población del ácaro y, con el extracto de *Allium cepa* L. (Liliaceae) una reducción de hasta un 80,97% en la población de esta plaga. También se obtuvo una reducción significativa con los extractos de

Agave angustifolia Haw. (Agavaceae) y *Annona squamosa* L. (Annonaceae) de 76,30% y 75,40%, respectivamente.

En un bioensayo realizado por Mansour et al. (2004) bajo condiciones controladas en hojas de frijol, se obtuvo un 75% de repelencia con extractos de *Allium sativum* L. (Liliaceae), *Capparis spinosa* L. (Capparidaceae), *Cupressus sempervirens* L. (Cupressaceae), *Lupinus pilosus* L. (Fabaceae), *Rhus coriaria* L. (Anacardiaceae) y *Tamarix aphylla* L. (Tamaricaceae) contra la araña roja (*T. cinnabarinus* Boisduval [Acari: Tetranychidae]). Por otro lado, se logró una alta reducción en el número de huevos al utilizar extractos de *C. spinosa* L., *Cyperus rotundus* L. (Cyperaceae), *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. (Myrtaceae), *L. pilosus* L., *Punica granatum* L. (Punicaceae), *R. coriaria* L. y *T. aphylla* L.

Castiglioni et al. (2002) probaron el efecto tóxico del neem (*Azadirachta indica* A.Juss. (Meliaceae)) sobre *T. urticae*. El neem ha sido utilizado con satisfacción contra insectos de diversas familias. En este estudio se demostró, bajo condiciones de laboratorio, que los extractos de las hojas y semillas redujeron la fecundidad de las hembras y el daño foliar ocasionado por ellas; el mismo resultado se obtuvo con extractos de las ramas de *Trichilia pallida* Swartz (Meliaceae).

Brito et al. (2006) analizaron en laboratorio la toxicidad del neem en diferentes concentraciones, tanto para *T. urticae* como para los ácaros depredadores *Euseius alatus* De Leon y *Phytoseiulus macropilis* Banks (Phytoseiidae) en discos de hojas de *Canavalia ensiformis* L. (Fabaceae). Se observó efecto repelente al utilizar el extracto de neem en concentraciones al 0,25%, 0,50% y 1% sobre *T. urticae* y en *E. alatus*. Bajo estas concentraciones no hubo efecto en *P. macropilis*; la toxicidad del neem sobre los huevos y adultos fue mayor en *T. urticae* que en los ácaros depredadores. La fecundidad de las hembras de *T. urticae* fue reducida significativamente al utilizar varias de las

concentraciones (0,25%, 0,50% y 1%); sin embargo, la fecundidad de las hembras de los ácaros depredadores sólo disminuyó al utilizar las concentraciones más altas.

Dabrowski y Seredyńska (2007) compararon el efecto de extractos de *Urtica dioica* L. (Urticaceae), *Allium sativum* L. (Liliaceae), *Sinapsis alba* L. (Brassicaceae) y el producto NeemAzal®-T/S (un extracto de *A. indica*) de la compañía Trifolio-M GmbH, contra *T. urticae* a nivel de laboratorio sobre hojas de frijol. Las mayores toxicidades sobre la plaga se obtuvieron con el producto NeemAzal®-T/S, el extracto *A. sativum* y el extracto de *U. dioica*. Además, el producto NeemAzal®-T/S mostró una alta actividad como supresor de la alimentación en los ácaros.

Los extractos de 24 variedades de *Capsicum* spp. (Solanaceae) fueron probados contra *T. urticae*, por su actividad tóxica y repelente por Antonious et al. (2006) en laboratorio. Se probaron ocho variedades de *C. chivense* Jacq., siete variedades de *C. frutescens* L., cuatro variedades de *C. baccatum* Jacq., cuatro variedades de *C. annuum* L. y una variedad de *C. pubescens* L. Los extractos fueron hechos a partir de los frutos y fueron preparados en metanol. Se presentó una alta mortalidad de ácaros (45%) al utilizar el extracto de la variedad Grif-9169 de *C. annuum*, a la vez, se obtuvo una alta repelencia al utilizar los extractos de las variedades PI-596057 (*C. baccatum*), PI-195299 (*C. annuum*) y de Grif-9270 (*C. annuum*).

Vieira et al. (2006) probaron, a nivel de laboratorio, extractos contra hembras de *T. urticae* sobre hojas de algodón. Se obtuvo que los extractos acuosos de *Mentha spicata* Crantz x *suaveolens* Ehrh. y *M. piperita* L. (Lamiaceae) ocasionaron una mortalidad por encima del 90% a las 120 horas. Los extractos hidroalcohólicos de *Calendula officinalis* L. y *C. sicyoides* L. (Asteraceae), *Laurus nobilis* L. (Lauraceae) ocasionaron una mortalidad de 87,5%, 83,3% y 87.5%, respectivamente, a los cinco días luego de la aplicación. El extracto hidroalcohólico de *Eucalyptus citriodora* Hook (Myrtaceae) provocó una mortalidad de un 87% luego de 48 horas.

Rasikari et al. (2005) evaluaron el efecto acaricida y citotóxico de extractos de diferentes géneros australianos de Lamiaceae. La actividad acaricida fue observada en 25 especies de *Plectranthus* spp. bajo condiciones de laboratorio, donde el 64% de estas especies mostraron resultados positivos comparados al testigo, y un 8% de ellos presentaron altos índices de mortalidad. *Plectranthus* spp. causó la muerte en los ácaros por medio de la inanición, la interrupción del crecimiento y por asfixia.

En un estudio hecho por Miresmailli et al. (2006), se probó el aceite de *Rosmarinus officinalis* L. (Lamiaceae) y mezclas de sus mayores constituyentes contra *T. urticae* en *P. vulgaris* L. y en *Lycopersicum esculentum* L. Se encontraron, en mayor cantidad, 10 componentes en el aceite esencial de romero: camphene, 1,8-cineole, β -pineno, camphor, p -cymene, borneol, D-limonene, α -terpineol, bornyl acetato, α -pineno, además de otros compuestos en menor cantidad. Al probar los constituyentes de *R. officinalis* L. por separado, se obtuvo una alta toxicidad con 1,8-cineole y α -pineno tanto en *P. vulgaris* como en *L. esculentum* L.; sin embargo, en tomate se obtuvo una toxicidad moderada al utilizar los compuestos bornyl acetato, β -pinene, D-limonene, borneol y α -terpineol. En este mismo ensayo, se realizaron mezclas artificiales de los diferentes componentes. Se obtuvo una alta mortalidad de *T. urticae* al utilizar la mezcla con todos los constituyentes, pero estos datos no difirieron significativamente de los resultados obtenidos de utilizar el aceite puro de romero.

Amer et al. (1989) probaron diferentes extractos de semillas de *Abrus precatorius* L. (Fabaceae) sobre *T. urticae*. Las sustancias de las semillas fueron extraídas con benzina, dietiléter, cloroformo, acetona, alcohol etílico y agua. Estos extractos fueron probados por sus propiedades tóxicas y disuasivas. Los extractos en agua y en alcohol etílico fueron los más efectivos contra las hembras adultas del ácaro. Los huevos presentaron mayor susceptibilidad al extracto de benzina, tratamientos con niveles de CL₅₀ y CL₂₅ mostraron que el extracto de benzina de *A. precatorius* L. disminuyó significativamente el número de huevos ovipositados por las hembras.

Es importante destacar que aunque estos productos son una opción para proteger a los cultivos, no representan un remedio universal; se deben utilizar como una herramienta más dentro de un plan de manejo integrado. Se debe tener claro que este tipo de productos también puede provocar toxicidad a organismos benéficos, por lo cual el estudio de estos es de suma importancia para evitar desequilibrios en el ambiente (Freire 1990).

3.6. Extractos vegetales con potencial como repelentes, disuasivos o acaricidas de *T. urticae*.

Existe una gran cantidad de plantas cuyos extractos han sido utilizados con éxito para el control de plagas invertebradas; sin embargo, su uso como repelentes contra ácaros o como acaricidas no ha sido comprobado. Entre estas plantas se puede mencionar al “hombre grande” (*Quassia amara* L.), “madero negro” (*Gliricidia sepium* (Jacquin.) Kunth ex Walpers.) y “riania” (*Ryania speciosa* Vahl.) (Rodríguez 1991).

Según Freire (1990) la forma de acción de los plaguicidas de origen botánico se puede dividir en cinco grupos:

- 1- *Repelente*: el individuo es repelido por el olor de la sustancia contenida en el extracto o en la planta, en este caso el contacto físico es innecesario.
- 2- *Fagorepelente*: la sustancia permite que la plaga se alimente de la planta huésped, pero la alimentación se reduce paulatinamente, debido a que no le permite al individuo completar su ciclo de vida o produce rechazo a la planta huésped.
- 3- *Veneno de contacto*: la sustancia activa tiene efecto tóxico en la plaga al entrar en contacto directo con ella.
- 4- *Veneno estomacal*: la sustancia activa tiene efecto tóxico en la plaga al ocurrir la absorción intestinal.

5- *Otras formas*: algunos compuestos vegetales tienen un efecto esterilizante, interfieren con la oviposición o impiden el desarrollo de las larvas. También se conocen plantas con efectos atrayentes, para así ser utilizadas como plantas trampa.

3.6.1. Hombre grande (*Quassia amara* L.)

Quassia amara L. (Simaroubaceae) es un árbol tropical, de aproximadamente 3 a 6 metros de altura, se le puede encontrar en México, América Central y América del Sur hasta Brasil. El árbol de hombre grande es conocido por los principios amargos de la corteza del tallo, de cuyos extractos se puede elaborar medicamentos e insecticidas naturales (Badilla et al. 1998, Jacobson y Crosby 1971, Ocampo 1995, Stoll 1989, Villalobos 1996).

Se menciona que los metabolitos secundarios de *Q. amara* tienen efecto insecticida; sin embargo, muchos autores no mencionan los métodos ni las dosis de aplicación. Además, se debe de tomar en cuenta que los quasinoídes se pueden encontrar en todas las partes de la planta, pero las concentraciones de estos varían dependiendo del órgano vegetal y de la edad de la planta (Stoll 1989, Villalobos 1999).

Según Villalobos (1995a), citado por Flores (2003), todas las estructuras de la planta de *Q. amara* poseen quasinoídes, que tienen probable actividad insecticida; se hace referencia al efecto insecticida del extracto de la madera contra áfidos (*Aphis fabae* Scopoli, *Macrosiphum ambrosiae* Thomas, *M. liriodendri* Monell, *M. rosae* L.), lepidópteros (*Bombyx mori* L., *Porosagrotis orthogonia* Morrison) e himenópteros (*Hoplocampa flava* L. y *H. minuta* Christ), entre otros insectos. A la vez, Stoll (1989) menciona que hay evidencias que demuestran que el uso de estos extractos no afecta a las abejas polinizadoras (Apidae) ni a las mariquitas depredadoras (Coccinellidae).

Ocampo (1995) menciona que *Q. amara* produce un veneno paralizante que actúa por contacto y por ingestión; sin embargo, hay que tomar en cuenta que su aplicación no elimina a los insectos, pero detiene su desarrollo y provoca rechazo; el extracto actúa fundamentalmente contra insectos chupadores.

Algunas de las plagas afectadas por el extracto de *Q. amara* que menciona Stoll (1989) son: áfidos, lepidópteros como; *Diaphania hyalinata* L. (Crambidae) y *Plutella xylostella* L. (Plutellidae), y el coleóptero *Leptinotarsa decemlineata* Say (Chrysomelidae). El mismo autor señala que el extracto de hombre grande no resulta efectivo contra el lepidóptero *Cydia pomonella* L. (Tortricidae), el áfido *Myzus persicae* Sulzaer (Aphidae) y el coleóptero *Epilachna varivestis* Mulsant (Coccinellidae).

En cuanto al efecto del extracto de hombre grande contra ácaros, Stoll (1989) menciona que dentro de las plagas afectadas se encuentra las arañuelas (ácaros), sin embargo no menciona el género de ácaros que combate. Jegen (1918) citado por Ocampo y Díaz (2006) menciona que el extracto de *Q. amara* es muy eficaz para el manejo de *Tetranychus* sp.

3.6.2. Madero negro (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex. Griseb)

Gliricidia sepium (Jacq.) Kunth ex. Griseb) (Fabaceae) es un arbusto del cual las semillas, hojas, corteza y raíz se usan para envenenar roedores en los campos de cultivo. Se ha determinado su actividad insecticida contra el tórsalo (*Dermatobia hominis* L.), *Thrips* spp., *Frankliniella occidentalis* Pergande, *Selenothrips rubrocinctus* Girad (Elevitch y Francis 2006, Ocampo 2007). Urriola (1994) y López (1995), citados por Flores (2003), mencionan que existen una serie de compuestos químicos producidos por *G. sepium*, tales como: proantocianidinas, taninos, cumarinas, terpenoides, flavonoides, anilpropanoides e isoflavonoides; algunos de los cuales podrían tener actividad como repelentes, disuasivos o alelopáticos.

En un ensayo hecho por Martin de la Guardia et al. (2003), se prepararon extractos de las hojas de *G. sepium* por técnicas tradicionales y con el empleo de la energía de microondas. Se evaluó la actividad biológica de los extractos acuosos frente a plagas como: *Blatella germanica* L. (Blatellidae), *Pieris phileta* Fabricio (Pieridae) y *Plutella xylostella* L. (Plutellidae). En *B. germanica* L., se mostró toxicidad por la ingestión del extracto, ya que a partir del mes de su consumo las ninfas alcanzaron el 20% de mortalidad. Sin embargo, un 40% de mortalidad tuvieron los adultos por lo que, en general, este extracto manifestó cierto efecto insecticida sobre las cucarachas. En *Pieris phileta* Fabricio y *P. xylostella* L. el extracto de madero negro mostró cierta actividad antialimentaria, ya que en 24 horas las larvas sólo consumieron el 50% de la hoja de repollo (*Brassica oleracea* L.) asperjada con el extracto, respecto al testigo donde el consumo de la hoja fue del 90% (Martin de la Guardia et al. 2003).

3.6.3. Riania (*Ryania speciosa* Vahl)

Ryania speciosa Vahl (Flacourtiaceae) es originaria de Costa Rica, Sudamérica y de la región del Amazonas, es un arbusto pequeño del cual se conoce su actividad insecticida desde hace más de 50 años; el uso del extracto de riania induce parálisis en insectos y en vertebrados al causar una contracción de los músculos, sin embargo, tiene una baja toxicidad aguda para los mamíferos. Riania puede aplicarse tanto en polvo como en solución; el polvo es soluble en agua, alcohol, cloroformo, acetona y en otras sustancias solubles (Coats 1994, Bloomquist sf, Fulling 1947, INBio 1997, Stoll 1989).

La propiedad insecticida de esta planta fue probada por primera vez en 1947 contra *Ostrinia nubilalis* Hübner (Noctuidae), en la cual se obtuvo un excelente control, siendo su efectividad igual a la del DDT (Fulling 1947).

El extracto de *R. speciosa* es obtenido de las raíces y del tallo; tiene una baja toxicidad para mamíferos, con una DL₅₀ de 750 mg/kg, trabaja por contacto y como veneno estomacal. Tiene la más alta actividad residual entre los insecticidas botánicos

debido a que las sustancias activas son más estables, proporcionando dos semanas de control luego de la primera aplicación (Anónimo 2004, Stoll 1989).

Ryania speciosa tiene un mejor efecto insecticida sobre larvas de Lepidoptera como: *C. pomonella* L. (Tortricidae), *Pieris rapae* L. (Pieridae), *Helicoverpa zea* Boddie (Noctuidae), *O. nubilalis* Hübner (Noctuidae), entre otras; aunque también tiene un amplio ámbito de actividad sobre ácaros e insectos, entre estos últimos se ha demostrado control sobre: *L. decemlineata* Say y *Pyrrhalta luteola* Müller (Chrysomelidae), *Popillia japonica* Newman (Scarabaeidae), tígidos (Tingidae), *Anasa tristis* De Geer (Coreidae), *Bemisia tabaci* Gennadius y áfidos (Anónimo 2004, Buss y Park-Brown 2006, Stoll 1989).

Jefferies et al. (1991) probaron el efecto insecticida de un componente menor de *R. speciosa*, el Rianodil3-(piridín-3-carboxylato) para el control de adultos de *Musca domestica* L. (Muscidae) y larvas de *Tribolium castaneum* Herbst (Tenebrionidae); sin embargo, la actividad de este compuesto fue nula comparada con la rianodina. La rianodina es el principio insecticida de *R. speciosa*, es un ester de ryanodol (II) y un ácido 1-pyrrolecaxylico (Valenta 1971).

El polvo de los tallos de *R. speciosa* ha sido utilizado por más de 40 años como insecticida. *Ryania* contiene aproximadamente 0,22% de alcaloides activos. Fue extensamente usado para el control de la larva del maíz europea (16 gr del alcaloide por acre).

El extracto de riania actúa como veneno estomacal de acción lenta, lo cual causa que los insectos detengan su alimentación luego de la ingestión de la planta tratada con este producto, el extracto de riania trabaja bien en climas calientes; no es dañino para enemigos naturales pero puede ser tóxico para ácaros depredadores (Buss y Park-Brown 2006).

Bloomquist (sf) menciona que existen varios estudios que confirman que la rianodina reactiva de manera irreversible el canal de liberación de calcio en el retículo sarcoplasmático. La activación irreversible de estos canales de calcio inunda las fibras musculares con calcio, induciendo la contracción sostenida de los músculos esqueléticos y la parálisis observada en el envenenamiento con rianodina.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Lugar del experimento

El experimento se llevó a cabo en la empresa Orquídeas de Costa Rica (ORCOSA) ubicada en La Guácima de Alajuela a 890 m.s.n.m., con una precipitación anual promedio de 2400-4000 mm y una temperatura promedio de 23,35°C, con temperaturas mínimas promedio de 16,85°C y temperaturas máximas promedio de 29,86°C.

4.2. Duración del experimento

El ensayo tuvo una duración de 15 semanas, comprendidas desde el 18 de febrero hasta el 26 de mayo del 2008.

4.3. Extractos utilizados

Se utilizaron los extractos hidroalcohólicos de *Quassia amara* L., *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex. Griseb y *Ryania speciosa* Vahl, los cuales fueron elaborados por la empresa Bougainvillea S.A., la cual se dedica al desarrollo de extractos naturales estandarizados.

4.4. Aplicaciones

Se realizaron aplicaciones de los extractos de *Quassia amara* L., *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex. Griseb y *Ryania speciosa* Vahl en plantas de *Codiaeum variegatum* (L.) Blume var. Petra que la empresa ORCOSA produce y comercializa. Las plantas de *C. variegatum* están sembradas en camas de 1,30 m de ancho por 18 m de largo; y recibieron el manejo agronómico que la empresa utiliza (exceptuando la aplicación de acaricidas químicos, los cuales no se usaron para el control de *T. urticae*).

Las aplicaciones se realizaron con una bomba de motor Intek Pro OHV 8 H.P de la marca Briggs & Stratton, que tiene una descarga de 55 l/min. La aplicación de los

productos se hizo cubriendo por completo la planta y se realizaron semanalmente durante un período de 15 semanas.

4.5. Evaluación

Se determinó el efecto acaricida de los extractos de *Q. amara*, *G. sepium* y *R. speciosa* sobre *T. urticae* en plantas de *C. variegatum*. Para ello, se efectuó una evaluación preliminar antes de la aplicación de los extractos; las siguientes evaluaciones se realizaron a los 8 días después de la aplicación de los productos y se siguió haciendo semanalmente. En cada evaluación se tomaron 15 hojas de la parte media de las plantas. Las hojas fueron recolectadas en bolsas de papel y llevadas inmediatamente al Museo de Insectos de la Universidad de Costa Rica, para realizar los conteos.

Cada evaluación consistió en contabilizar el número de huevos, de estados inmaduros y de adultos de *T. urticae* encontrados en el envés de las hojas.

4.6. Diseño experimental

Se empleó un diseño experimental de bloques completos al azar, con 4 tratamientos (extractos de *Q. amara*, *G. sepium* y *R. speciosa*, además del testigo comercial), con 6 repeticiones cada uno. Las repeticiones de cada bloque estuvieron separadas por camas del mismo cultivo, esto para evitar contaminación entre tratamientos. En cada cama se hicieron dos tratamientos, separados cada uno por un borde de aproximadamente 3 metros.

4.7. Unidad experimental

Se contó con unidades experimentales de aproximadamente 150 plantas de croton (*C. variegatum* var. Petra) ubicadas en camas de 1,30 m de ancho por 7,4 m de largo.

4.8. Tratamientos

1- Testigo comercial: las parcelas testigo recibieron el manejo agronómico que comúnmente hace la empresa al cultivo. La aplicación de acaricidas químicos se realizó según las condiciones climáticas y de los muestreos de la plaga efectuados por la empresa. Durante el período del ensayo no se aplicó ningún acaricida sintético en las parcelas testigo, con excepción de una antes de empezar el ensayo que consistió en abamectina (Vertimec 1,8 EC), clofentizina (Acaristop 50SC) y hexitiazox (Nissorun 5EC).

2- Extracto de *Q. amara* (“hombre grande”): se utilizó el extracto de *Q. amara* (Quassinon) (280 ppm de cuasinoides) en una dosis de 12,5 ml/l para el control de *T. urticae*. Es un extracto hidroalcohólico estandarizado hecho a partir de la madera y corteza mayor a 2,5 cm de diámetro, elaborado por la empresa Bougainvillea S.A.; está formulado específicamente para uso agrícola. El manejo agronómico fue el acostumbrado por la empresa, a excepción de la aplicación de los acaricidas químicos, los cuales no se usaron en las parcelas correspondientes a este tratamiento. Las aplicaciones de este producto se realizaron semanalmente.

3- Extracto de *G. sepium* (“madero negro”): se utilizó el extracto de *G. sepium* no estandarizado, a una dosis de 12,5 ml/l. Es un extracto hidroalcohólico hecho a partir de madera y corteza, elaborado por la empresa Bougainvillea S.A., formulado para uso agrícola. Al igual que el tratamiento 2, el cultivo de croton recibió el manejo agronómico que ORCOSA realiza normalmente, a excepción de la aplicación de acaricidas químicos los cuales no se emplearon en las parcelas correspondientes a este tratamiento. Las aspersiones de *G. sepium* se realizaron semanalmente.

4- Extracto de *R. speciosa* (“riania”): se utilizó el extracto de *R. speciosa* no estandarizado, a una dosis de 15 ml/l. Es un extracto hidroalcohólico hecho a partir de madera y corteza, realizado por la empresa Bougainvillea S.A., formulado para uso agrícola. El manejo agronómico fue el mismo que la empresa da al cultivo normalmente, sin embargo, no se usó acaricidas sintéticos en las parcelas correspondientes a este tratamiento. La aplicación de este extracto se llevó a cabo semanalmente.

Los extractos utilizados en este ensayo son producto de la investigación por parte de Bougainvillea S.A.; son manufacturados industrialmente.

4.9. Análisis Estadístico

Para determinar el efecto de los 3 extractos sobre *T. urticae* y la diferencia entre los tratamientos, los datos recopilados de los conteos de los adultos, estados inmaduros y huevos de cada evaluación fueron transformados por medio de la fórmula de raíz cuadrada de los datos más una constante ($\sqrt{x+c}$), debido a que no seguían una distribución normal. A los datos transformados se les sometió a un análisis de varianza (ANDEVA) y las medias de los tratamientos se compararon mediante la prueba de diferencia mínima significativa (d.m.s.) de Fisher, con un nivel de significancia de 0,05%, utilizando el paquete estadístico INFOSTAT (Di Rienzo et al. 2009).

Además, los datos fueron analizados utilizando la fórmula de Ruppel (1983) para ácaro-día acumulado, para determinar el daño ocasionado por los ácaros que sobreviven a la aplicación de los productos; para el cálculo de ácaro-día se utiliza la siguiente ecuación:

$$\text{Ácaro día} = (X_{i+1} - X_i) [(Y_i + Y_{i+1}) \div 2]$$

Donde:

X_i y X_{i+1} = puntos adyacentes de tiempo

Y_i y Y_{i+1} = puntos del número de ácaros

Para el cálculo del índice de ácaro-día acumulado, se aplica la siguiente fórmula:

$$\text{Ácaro-día acumulado} = (X_1 + X_2 + X_3 \dots) / Y$$

Donde:

X= ácaro-día de cada fecha de evaluación

Y= número de evaluaciones

4.10. Diagrama del diseño experimental

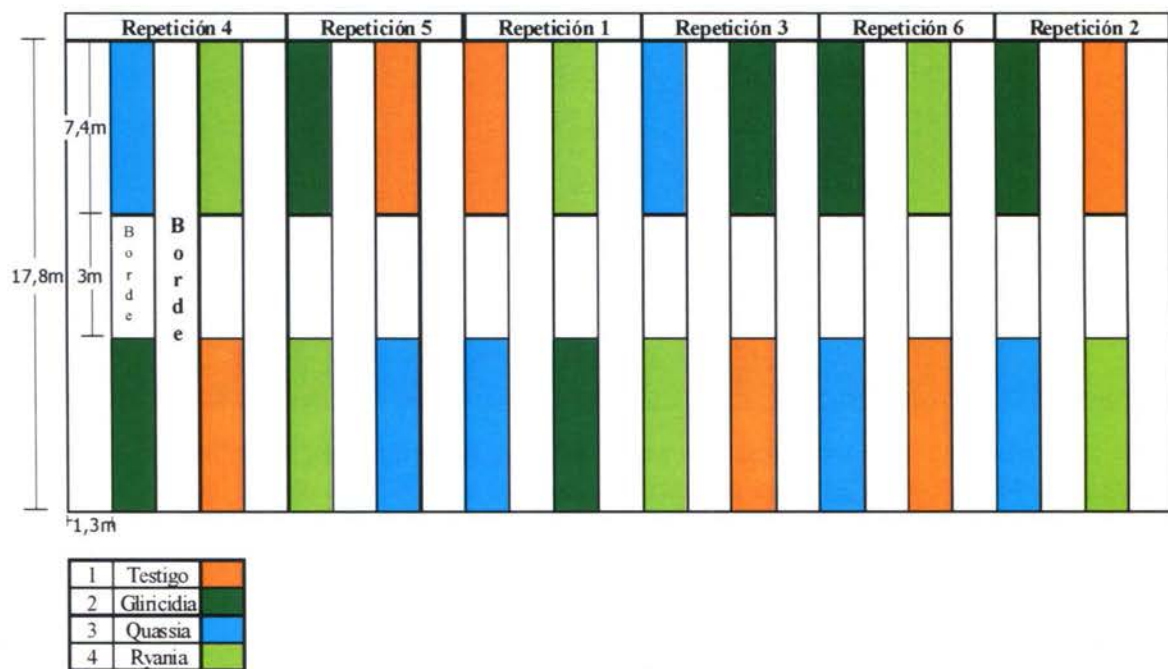


Figura 4. Organización de los tratamientos en las parcelas experimentales

V. RESULTADOS

En la figura 5, se observa que los extractos no produjeron ninguna toxicidad en las plantas de *C. variegatum*, esto se verificó en las evaluaciones realizadas durante el periodo del ensayo en los diferentes extractos.



Figura 5. Comparación entre las plantas antes de aplicarles los extractos (A: 15 de noviembre del 2007) y las plantas tratadas con extractos (B: 24 de mayo del 2008), ORCOSA, Alajuela, Costa Rica.

Según el análisis de varianza no hubo diferencias significativas entre los tratamientos en ninguno de los estados del ácaro; esto se puede observar en el cuadro 1, el cual muestra un resumen de los índices obtenidos a partir de los datos transformados de los conteos de los diferentes estados de *T. urticae* en cada uno de los tratamientos.

Cuadro 1. Índices de los diferentes estados de *T. urticae* encontrados en campo durante el ensayo. Empresa ORCOSA, La Guácima, Alajuela. 2008.

Tratamiento	Huevos	Estados Inmaduros	Adultos
Ryania	82,7 ^a	80,69 ^a	80,67 ^a
Testigo	83 ^a	80,77 ^a	81,04 ^a
Quassia	83,77 ^a	81,28 ^a	81,24 ^a
Gliricidia	89,75 ^a	83,17 ^a	83,78 ^a

* Letras distintas indican diferencias significativas (d.m.s, gl: 15, p=0.05).

La menor cantidad de huevos y de adultos contabilizados se encontró en las parcelas tratadas con el extracto de *R. speciosa*, mientras que las parcelas tratadas con *Q. amara* presentaron el menor número de estados inmaduros. Asimismo, se destaca que el mayor número de huevos, estados inmaduros y adultos se encontró en las parcelas tratadas con el extracto de *G. sepium* (Cuadro 2).

Cuadro 2. Sumatoria de los diferentes estados de *T. urticae* a lo largo del ensayo. Empresa ORCOSA, La Guácima, Alajuela. 2008.

Tratamiento	Huevos	Estados Inmaduros	Adultos
Testigo	184	72	51
Quassia	186	51	58
Gliricidia	549	155	140
Ryania	124	54	40

En la figura 6, se observa la comparación de huevos de *T. urticae* entre los extractos y el testigo, como se puede apreciar no hubo diferencias significativas en cuanto a este estadio entre los tratamientos y el testigo en ninguna de las fechas de evaluación.

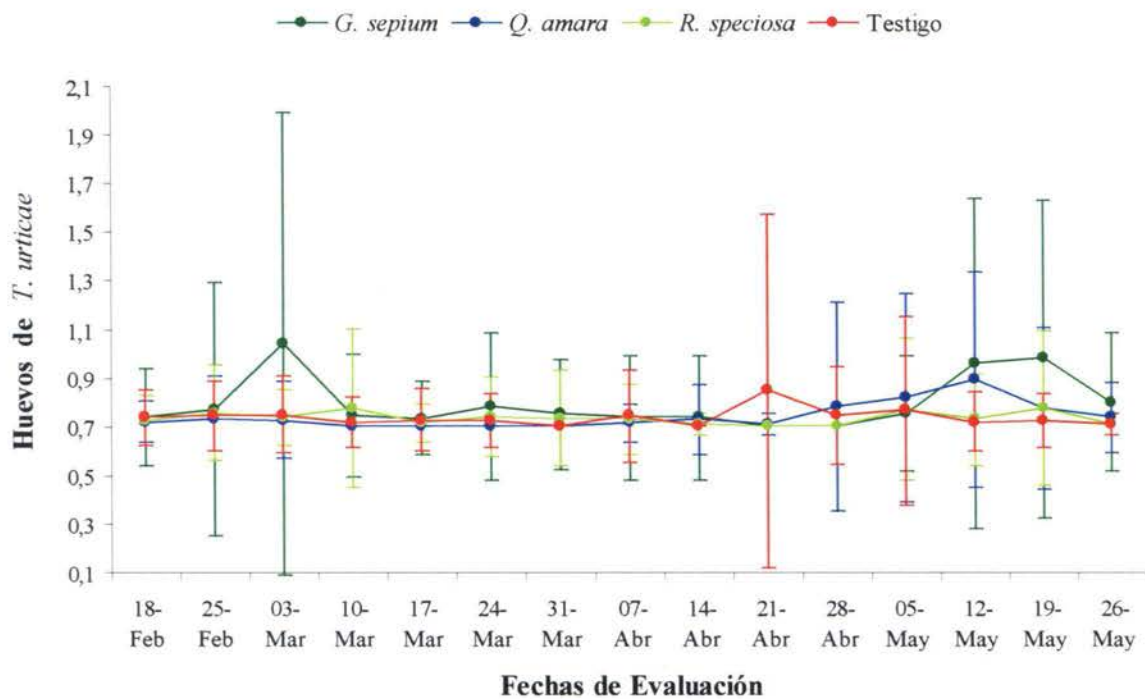


Figura 6. Comparación del promedio de huevos de *T. urticae* contabilizados en las parcelas tratadas con los extractos de origen vegetal y el testigo durante el período de evaluación.

No se encontraron diferencias significativas en cuanto a la cantidad de estados inmaduros de *T. urticae* contabilizados en las parcelas tratadas con los diferentes extractos y el testigo en ninguna de las fechas de evaluación (figura 7).

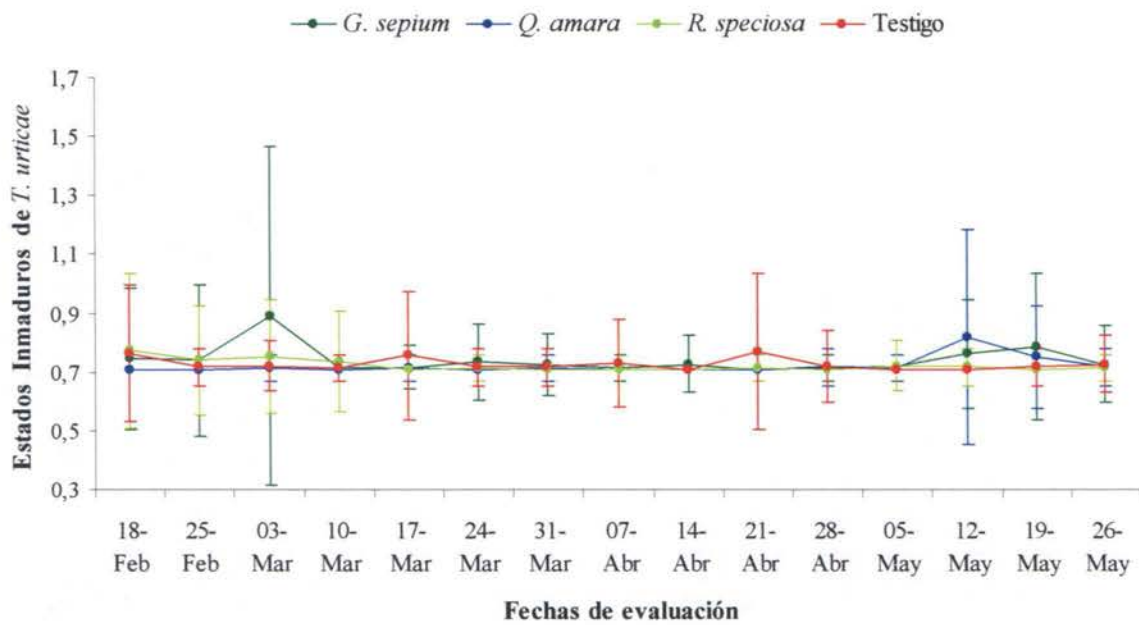


Figura 7. Comparación del promedio de estados inmaduros de *T. urticae* contabilizados en las parcelas tratadas con los extractos de origen vegetal y el testigo durante el período de evaluación.

Como se observa en la figura 8, no hubo diferencia significativa en cuanto al número de adultos encontrados en las parcelas tratadas con *G. sepium*, *Q. amara*, *R. speciosa* y el testigo.

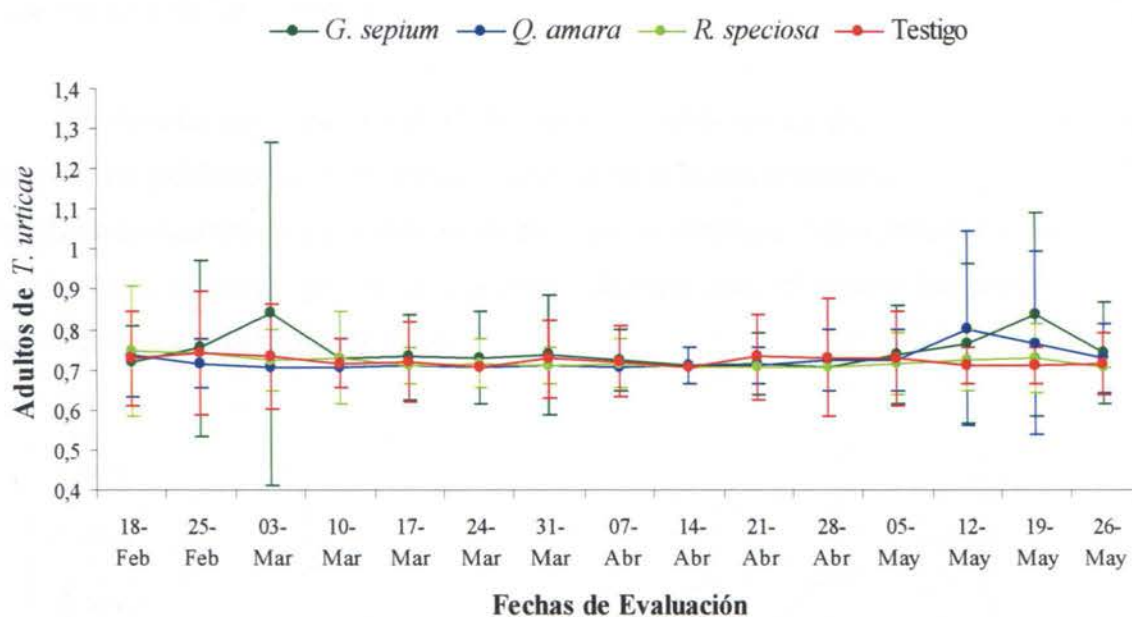


Figura 8. Comparación del promedio de adultos de *T. urticae* contabilizados en las parcelas tratadas con los extractos de origen vegetal y el testigo durante el período de evaluación.

La figura 24, muestra los monitoreos realizados por ORCOSA en las parcelas usadas para el ensayo y en las demás parcelas de croton del vivero 10 de la empresa; se destaca que durante el período del ensayo hubo menos adultos de *T. urticae* en las parcelas de *C. variegatum* utilizadas para el ensayo de los extractos que en las parcelas en las que no se usó ninguno de los extractos.

Se destaca que a partir del 17 de abril del 2008, en las parcelas comerciales (sin extractos) las poblaciones de *T. urticae* aumentaron considerablemente, sobrepasando así el nivel de daño económico permitido de adultos que la empresa utiliza para tomar decisiones de aplicación; mientras que en las parcelas utilizadas para el ensayo las poblaciones se mantuvieron por debajo de este límite.

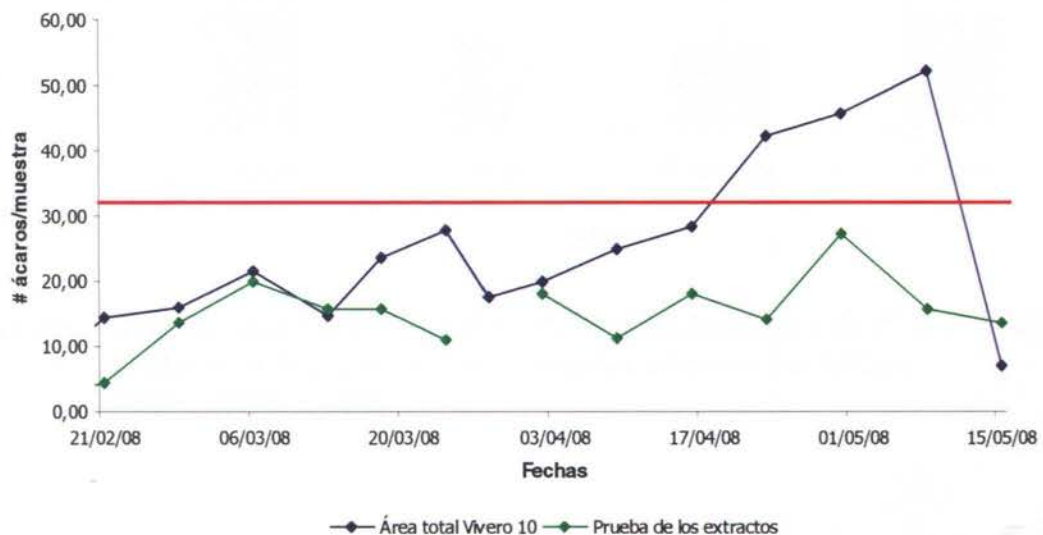


Figura 9. Muestreos realizados por la empresa ORCOSA, tanto en el área total como en la parcela del ensayo.

Como se observa en la siguiente figura no hay diferencias significativas en el daño causado por los estados inmaduros de *T. urticae* a las hojas de croton entre los diferentes extractos utilizados y el testigo.

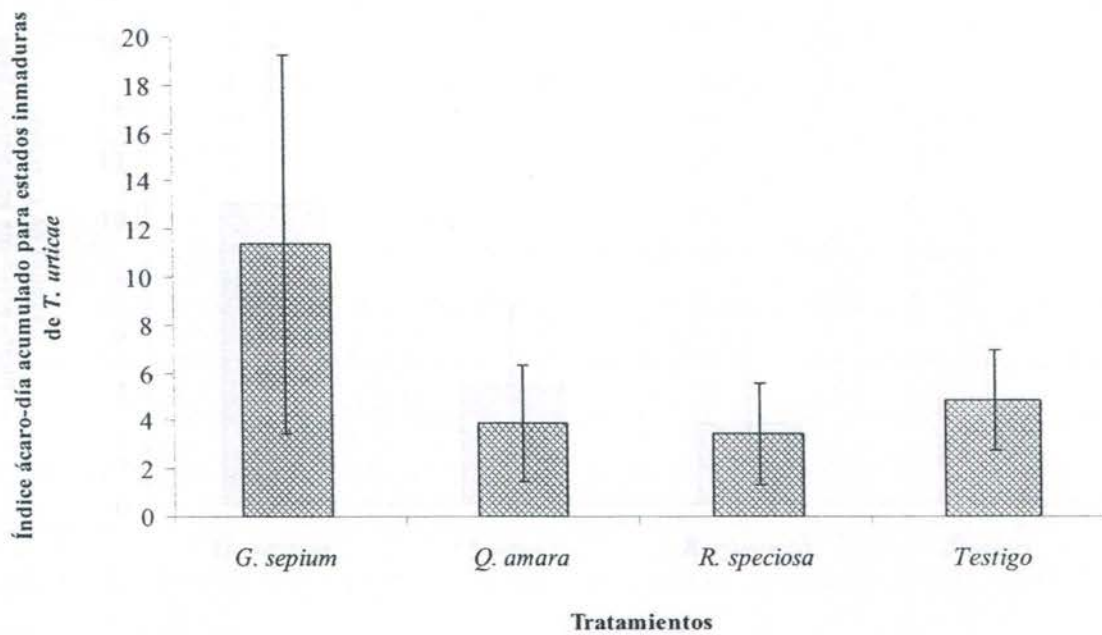


Figura 10. Índice de “ácaro-día” acumulado de estados inmaduros de *T. urticae* obtenido en el ensayo de campo con los diferentes extractos y el testigo.

En cuanto a los adultos, no hubo diferencias significativas al comparar el daño provocado en las parcelas tratadas con *Q. amara*, *G. sepium*, *R. speciosa* y el testigo (figura 11).

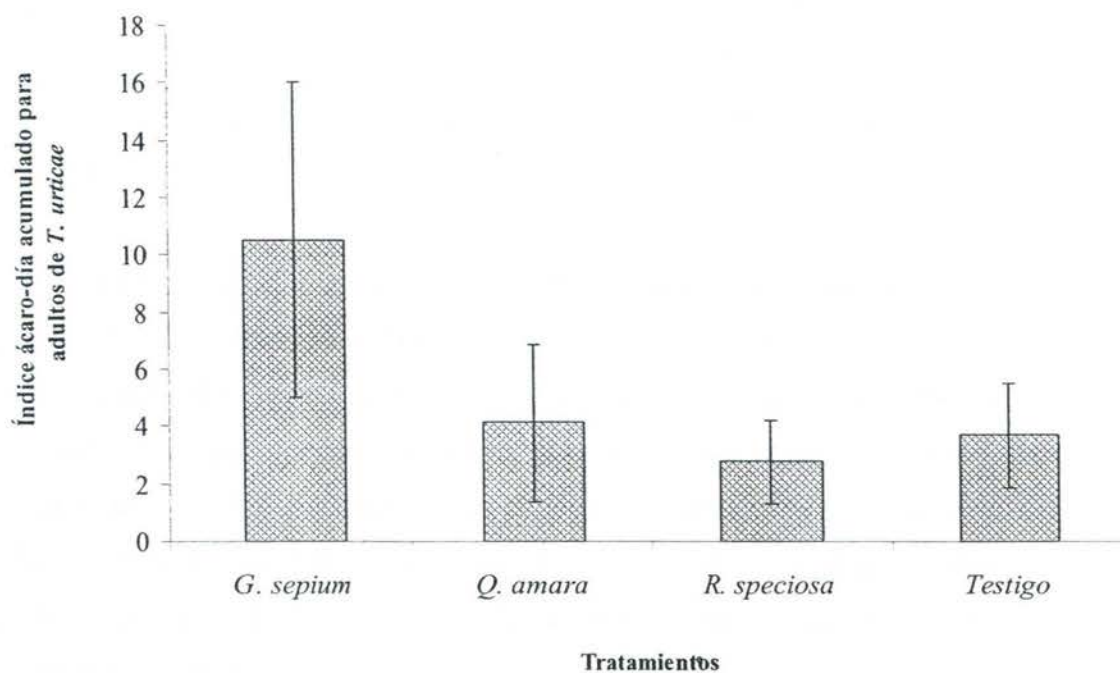


Figura 11. Índice de “ácaro-día” acumulado de adultos de *T. urticae* obtenido en el ensayo de campo con los diferentes extractos y el testigo.

VI. DISCUSIÓN

Hay referencias que indican que *Q. amara* y *R. speciosa* tienen efecto sobre adultos de *T. urticae* (Jegen (1918) citado por Ocampo y Díaz 2006, Agromed 2009, Stoll 1989); con respecto a *G. sepium* (Jacq.), no hay autores que mencionen que los extractos de esta planta controlen poblaciones de este ácaro; sin embargo, hay ensayos que indican su efecto para el control de insectos chupadores, por lo que se podría esperar un efecto contra *T. urticae*, debido a que ambos se alimentan de la misma manera (Elevitch y Francis 2006, Ocampo 2007).

Antes de aplicar los extractos en las parcelas experimentales para determinar su efecto sobre *T. urticae*, se realizó una prueba para observar si alguno de ellos ocasionaba fitotoxicidad en las plantas de croton a la dosis recomendada. Se ha encontrado que muchos extractos de origen vegetal, inhiben la germinación de algunas arvenses, debido a que poseen moléculas alelopáticas, tal es el caso de extractos de *Swinglia glutinosa* Murray, *Piper aduncum* L. y raíz de *P. hispidum* Sw.; aunque otros autores han probado aceites tales como el de *R. officinalis* L. encontrando que no son fitotóxicos (Celis et al. 2008, Miresmailli et al. 2006).

Se debe realizar este tipo de pruebas tanto con extractos de origen vegetal como con acaricidas químicos en una pequeña parte de la plantación antes de empezar el ensayo o las aplicaciones, ya que de no hacerse se puede perder parte de la producción debido a la fitotoxicidad que puedan producir a un cultivo en particular (Celis et al. 2008, Miresmailli et al. 2006).

En las revisiones hechas en todas las parcelas experimentales durante el ensayo y como se observa en la figura 5, no se presentó ningún síntoma de fitotoxicidad ocasionado por alguno de los tres tratamientos; con lo cual se puede concluir que los extractos de *Q. amara* (280 ppm de cuasinoídes), *G. sepium* y *R. speciosa* evaluados de

esta manera no son fitotóxicos en las dosis recomendadas para las plantas de *C. variegatum*.

Varios productos basados en *Q. amara* mencionan que éste no es fitotóxico en las dosis recomendadas, tal es el caso de BIO 50 QUASSIA y EX32-Extracto de *Quassia amara* (Agromed 2009, BaCamp 2009). Con respecto a *G. sepium* se menciona que el extracto etanólico ocasionó síntomas de fitotoxicidad sobre las plántulas de algodón pero no hay ensayos previos en los cuales se mencione su fitotoxicidad en plantas adultas (Jarma y Tirado 2004). No se encontraron referencias que indiquen que el extracto de *R. speciosa* pueda ocasionar fitotoxicidad.

Luego de hacer la prueba de fitotoxicidad, se empezaron a realizar las aplicaciones de los extractos naturales quincenalmente desde el 30 de enero del 2008 y las evaluaciones se hicieron semanalmente; sin embargo, las poblaciones aumentaron en la parcela experimental llegando al nivel de plaga manejado por la empresa (35 adultos de *T. urticae* en 50 plantas de croton) durante la semana que no se aplicó los extractos. La baja persistencia en los cultivos es una de las grandes desventajas de los insecticidas y acaricidas botánicos (Carballo et al. 2004).

Debido a que las poblaciones de los ácaros aumentaron en la plantación, se procedió a realizar una aplicación de abamectina (Vertimec 1,8 EC), ésta actúa sobre estados móviles del ácaro por ingestión y por contacto (Syngenta 2009); clofentizina (Acaristop 50SC) la cual actúa por contacto sobre huevos, los cuales no eclosionan al entrar en contacto con el producto (Bayer Crop Science 2009); y hexitiazox (Nissorun 5EC) el cual es activo sobre huevos y estados larvales del ácaro (Brinkman 2009). La aplicación de estos productos fue general a todas las plantas del vivero para bajar los niveles poblacionales del ácaro, inclusive en las parcelas de los tratamientos con extractos vegetales.

Las aplicaciones de los diferentes extractos se continuaron efectuando semanalmente y a la misma dosis; cabe señalar que el ensayo se empezó con poblaciones

muy bajas. Una de las recomendaciones que señala la literatura para la aplicación correcta de los extractos naturales es aplicar esta clase de productos cuando la plaga se encuentre en los primeros estados larvales o ninfales, o bien cuando los niveles poblacionales sean bajos (Carballo et al. 2004) ya que actúan de manera preventiva y no curativa.

Como se mencionó anteriormente, en este ensayo se empezó aplicando los extractos cada quince días, sin embargo, a este intervalo las poblaciones del ácaro aumentaron rápidamente, por lo que la frecuencia de aplicación se siguió realizando semanalmente, Carballo et al. (2004) mencionan que los extractos provenientes de plantas poseen una biodegradabilidad rápida, esto más las condiciones ambientales imperantes en el cultivo hacen que las aplicaciones de los extractos botánicos deban ser más frecuentes.

Durante el ensayo, las parcelas tratadas con el extracto de hombre grande no mostraron diferencias significativas con respecto al testigo y los demás tratamientos en cuanto al número de huevos, estados inmaduros ni adultos de *T. urticae* (figuras 6, 7 y 8). Según Jegen (1918) citado por Ocampo y Díaz (2006), Agromed (2009) y BaCamp (2009) *Q. amara* es eficaz para el control de *Tetranychus* sp.; sin embargo, los autores no mencionan la concentración de quasinoídes en los diferentes extractos ni tampoco indican cual es la especie de *Tetranychus* sobre la que tiene efecto. Se debe de tomar en cuenta que de los tres extractos utilizados para este ensayo, sólo el de *Q. amara* tiene investigación química definida y estudios de eficacia biológica contra miembros de la familia Aphididae y *B. tabaci* Gennadius (Ocampo 2009).

También se evaluó el daño ocasionado por los ácaros, utilizando la fórmula de Ruppel (1983) para ácaro-día. En las figuras 10 y 11, se observa que no hubo diferencias significativas entre las parcelas tratadas con *Q. amara* y las testigo, con lo cual se puede concluir que hombre grande no reduce el daño provocado por este ácaro a las plantas de croton.

Con respecto a *G. sepium*, no hay registro de que los extractos puedan tener un efecto para el control de *T. urticae*; sin embargo, sí se menciona que tiene efecto para algunos dípteros, larvas de lepidópteros y trips (Elevitch y Francis 2006, Ocampo 2007); en el caso de este extracto se puede observar que aunque no hubo diferencias significativas con el testigo (figuras 6, 7 y 8) las parcelas tratadas con este extracto presentan la mayor cantidad de huevos, inmaduros y adultos de *T. urticae* (Cuadro 2).

Se deben hacer estudios en los que se determine la forma de acción del extracto de madero negro sobre *T. urticae*, Litsinger et al. (1978) citado por Flores (2003), mencionan que en Filipinas, un alto porcentaje de agricultores (43%) usan ramas y otras partes de plantas en sus campos para atraer insectos plaga, como cultivos trampa, para evitar que las plagas dañen las plantas; sin embargo esto se realiza de forma tradicional y no hay estudios científicos que demuestren su eficacia. En cuanto a este extracto hay muy poca investigación; es necesario realizar análisis para conocer las sustancias activas que posee y hacer estudios de eficacia biológica (Ocampo 2009).

Con respecto al daño ocasionado por los estados inmaduros y adultos de *T. urticae* en las parcelas tratadas con *G. sepium* (figuras 10 y 11), se observa que no hubo diferencias significativas con respecto al testigo; sin embargo, para adultos hubo diferencia con el tratamiento de *R. speciosa*, en el cual hubo menos daño.

Aunque con el tratamiento de *R. speciosa* no hubo diferencias significativas con respecto al testigo ni con los otros extractos en cuanto a número de huevos, inmaduros y adultos (figura 6, 7, 8); fue el tratamiento en el que se contabilizó menos huevos y adultos (cuadro 2). Stoll (1989) menciona que riania tiene efecto sobre *Tetranychus* sp. y a la vez es una de las plantas que posee las sustancias de acción más fuertes (Carballo et al. 2004), sin embargo no hay estudios de control del extracto de esta planta sobre *T. urticae*.

El daño ocasionado por los estados inmaduros de *T. urticae* a las plantas de croton fue igual que para los demás tratamientos (figura 10); sin embargo, para los adultos (figura 11) el daño fue menor en las parcelas tratadas con riania que en las parcelas tratadas con madero negro; pero con los demás tratamiento no hubo diferencias significativas. Según Ruppel (1983), se puede determinar la efectividad de un insecticida o acaricida por medio de este índice, con el que se mide la intensidad y la duración de la población que sobrevive a la aplicación de los productos; por lo cual, se puede concluir que el extracto de *R. speciosa* es más efectivo que el tratamiento de *G. sepium*, pero no hay diferencias significativas con *Q. amara* y el testigo.

El extracto de riania es usado comercialmente para controlar insectos chupadores, tales como trips (Thripidae), tígidos (Tingidae), *A. tristis* De Geer (Coreidae), *B. tabaci* y áfidos (Aphididae) (Anónimo 2004, Buss y Park-Brown 2006, Carballo et al. 2004, Stoll 1989), los cuales se alimentan de la misma forma que *T. urticae* Koch; por lo que es probable que tenga efecto sobre este ácaro. El uso comercial de riania como insecticida es muy antiguo, hay varios estudios que indican su efectividad como insecticida y la concentración de rianodina que posee (EPA 1999, Extoxnet 1996, Jefferies et al. 1991, Ruest et al. 1999); sin embargo, para el extracto utilizado en este ensayo no se determinó la concentración de rianodina presente, por lo cual su análisis es de gran importancia para futuras investigaciones (Ocampo 2009).

Las evaluaciones de los extractos se llevaron a cabo durante cuatro meses (febrero, marzo, abril y mayo), se escogió este período ya que las poblaciones de *T. urticae* aumentan cuando las condiciones ambientales son secas y con temperaturas altas (Ochoa et al. 1991); además, el tiempo de evaluación fue prolongado ya que los insecticidas y acaricidas de origen botánico presentan una acción relativa más lenta en comparación con los plaguicidas sintéticos, por lo que se podría esperar índices mayores de mortalidad en un período de evaluación mayor (Castiglioni et al. 2002). Esto hay que tomarlo en consideración para futuros ensayos con este tipo de productos, ya que se puede llegar a una

conclusión errónea si no se le da el tiempo de acción apropiado al producto, a la vez probar diferentes períodos y épocas de aplicación; también hay que tomar en cuenta el comportamiento del ácaro durante el año.

La información disponible sobre la caracterización, modo de acción, toxicología y efectos en el ecosistema para la mayoría de las sustancias con efecto repelente, insecticida, nematocida o acaricida es escasa; así que el investigador debe de empezar a evaluar diferentes variables, tales como: toxicología, dosis, época de aplicación, frecuencia de aplicación; esto para llegar a tener un producto natural con todas las especificaciones de un acaricida químico (Carballo et al. 2004, Ocampo 1995).

Para desarrollar un acaricida químico nuevo se lleva varios años para crear el ingrediente activo, estabilizarlo, definir la dosis adecuada, la época de aplicación, la frecuencia de aplicación así como encontrar los cultivos en los que se puede aplicar; como mencionan Ocampo y Díaz (2006) y Carballo et al. (2004), el inconveniente que ha tenido el uso de los extractos crudos empleados como insecticidas o acaricidas, es el desconocimiento de la concentración de los principios activos en el producto, los productos activos que se pueden encontrar en el extracto, grados de toxicidad para humanos y mamíferos, el modo de acción, así como la forma de aplicación y la dosis adecuada para el control de una plaga específica.

Muchos autores prueban varias dosis a nivel de laboratorio y campo para así conocer la dosis adecuada con la cual puede llegar a obtener un buen control del ácaro plaga; por ejemplo, Golçalves et al. 2001 probó a nivel de laboratorio tres concentraciones de neem para el control de huevos, larvas y adultos de *Mononychellus tanajoa* Bondar (Acari: Tetranychidae) encontrando así la dosis adecuada para su control. Choi et al. (2004) utilizaron cuatro dosis diferentes de cada uno de los aceites vegetales que evaluó para el control de *T. urticae*; en el caso de los extractos de hombre grande, madero negro y riania sólo se probó una dosis de cada uno de ellos, la cual fue recomendada por el fabricante de

estos productos, por lo que sólo se conoce el efecto de estos extractos a esas concentraciones, las cuales pueden ser muy bajas para el control de *T. urticae*.

Es importante señalar que durante el ensayo, la persona encargada de los monitoreos (“plaguero”) siguió realizando los conteos de adultos de *T. urticae* que se acostumbra en ORCOSA tanto en la parcela experimental como en el resto del vivero. Los datos recopilados en la figura 9 son las evaluaciones hechas por esa persona y como se observa en esta figura las poblaciones de adultos de *T. urticae* encontradas en la parcela en la que realizó la prueba con extractos fue menor que las poblaciones encontradas alrededor de ésta.

Durante el ensayo no se usaron acaricidas sintéticos en la parcela experimental debido a que las poblaciones no alcanzaron el umbral de daño económico (línea roja en la figura 9) requerido para aplicar agroquímicos; lo cual sí se realizó en las parcelas contiguas, en las que se aplicó el 6 de marzo del 2008 amitraz (Mitac 20EC) y clorfenapir (Sunfire 24SC) y el 24 de marzo se aplicó diazinon (Diazinon 60EC). Aunque no hubo diferencias significativas entre los tratamientos y el testigo, la figura 9 demuestra que alguno o algunos de los extractos, tuvo un efecto positivo para mantener las poblaciones de *T. urticae* bajas; sin embargo, con los datos recopilados no se puede discernir cuál o cuáles fueron.

Muchas de las investigaciones con extractos naturales se han realizado a nivel de laboratorio, pero muy pocas se han llevado a nivel de campo para determinar su eficacia contra la plaga; lo cual es necesario ya que bajo condiciones controladas los extractos pueden presentar buenos resultados de control, pero su acción puede ser afectada por las condiciones climáticas, agroquímicos o por el comportamiento del ácaro.

La investigación en extractos de origen vegetal, tanto a nivel de laboratorio como a nivel de campo, es de gran importancia ya que son una herramienta muy útil dentro de un plan de manejo integrado de plagas debido a sus diferentes formas de acción.

La investigación en extractos de origen vegetal, tanto a nivel de laboratorio como a nivel de campo, es de gran importancia ya que son una herramienta muy útil dentro de un plan de manejo integrado de plagas debido a sus diferentes formas de acción.

VII. CONCLUSIONES

- Ninguno de los extractos, a las dosis utilizadas, produjo síntomas de fitotoxicidad en las plantas de croton.
- De acuerdo al análisis de varianza y el índice de ácaro-día, no hubo diferencias significativas es cuanto a número de huevos, estados inmaduros y adultos entre las parcelas tratadas con los diferentes extractos y el testigo, por lo cual se puede concluir que estos extractos a la dosis utilizada no tienen efecto ovicida, larvicida ni adulticida sobre *T. urticae*.
- El uso de extractos vegetales, que tengan efecto positivo para el control de plagas, es una buena alternativa dentro de un plan de manejo integrado de plagas invertebradas dentro de un cultivo; ya que proporciona un impacto bajo o nulo al ambiente, a las personas y al cultivo.

VIII. RECOMENDACIONES

- Es importante determinar la sustancia activa responsable y su concentración en el extracto de *G. sepium*. En el caso de *R. speciosa* se debe determinar la concentración de rianodina.
- Es necesario realizar más pruebas con *R. speciosa*; tales como: ensayos de laboratorio, ensayos de campo con otras dosis, uso de diferentes dosis, forma de aplicación, mezcla con otros productos y épocas de aplicación.
- Previo a los ensayos de campo es aconsejable realizar ensayos de laboratorio con los diferentes extractos, estos darían una idea más clara del posible efecto (repelente, fagodisuasivo o acaricida) que puedan tener los extractos vegetales.
- Se recomienda, a la hora de la aplicación de cualquier producto no sintético, que la persona encargada utilice el mismo equipo (mascarilla, guantes, anteojos, gabacha, etc.) como si fuera a aplicar cualquier producto sintético.
- Si se va a realizar un ensayo con algún producto que pueda tener actividad repelente se debe considerar el uso de un diseño experimental atípico, ya que si los tratamientos se ubican juntos (como en este ensayo) los ácaros repelidos por alguno de los productos buscarán plantas que no hayan sido tratadas con ese extracto y o bien hacia plantas tratadas con otro tipo de extracto que no tenga el mismo efecto. Debe considerarse la posibilidad de separar físicamente los tratamientos para evitar posibles errores.
- Buscar más recursos naturales con potencial acaricida y enfatizar en su actividad acaricida, para así contar con más herramientas para el control de *T. urticae*.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- AGROMED. 2009. Catálogo de fitosanitarios y controladores de plagas y fitopatologías ecológicas y no residuales. Disponible en: www.ecotenda.net/info/catalogos/fitosanitarios_agromed.pdf
- AGUILAR, H., MURILLO, P. 2008. Nuevos hospederos y registros de ácaros fitófagos para Costa Rica: Período 2002-2008. *Agronomía Costarricense* 32(2): 7-28.
- AMER, S.A.A., REDA, A.S., DIMETRY, N.Z. 1989. Activity of *Abrus precatorius* L. extracts against the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* KOCH (Acari: Tetranychidae). *Acarologia* 30(3): 209-215.
- ANÓNIMO. 2004. Natural Indeed: Are Natural Insecticides Safer and Better Than Conventional Insecticides?. *Illinois Pesticide Review* 17(3) (en línea). Disponible en: www.pesticidesafety.uiuc.edu/newsletter/html/v17n304.pdf
- ANTONIOUS, G.F., MEYER, J.E., SNYDER, J.C. 2006. Toxicity and repellency of hot pepper extracts to spider mite, *Tetranychus urticae* Koch. *Journal of Environmental Science and Health Part B* 41: 1383-1391.
- BACAMP. 2009. Biología Aplicada: Manual de Productos. Disponible en: www.bacamp.com/catalogoBACAMP.pdf
- BADILLA, B., MIRANDA, T., MORA, G., VARGAS, K. 1998. Actividad gastrointestinal del extracto acuoso bruto de *Quassia amara* (Simarubaceae). *Revista Biología Tropical* 46 (2): 203-210.

- BAYER CROP SCIENCE. 2009. Acaristop (en línea). Disponible en: www.bayercropscience.com.ec/productdesc.aspx?prodid=36
- BLOOMQUIST, J. sf. Insecticidas: Química y características. Instituto Politécnico y Universidad del Estado de Virginia (en línea). Disponible en: <http://ipmworld.umn.edu/cancelado/Spchapters/BloomquistSp.htm>
- BRINKMAN. 2009. Chemical Crop Protection: Nissorun (en línea). Disponible en: <http://www.brinkman.nl/brinkcgi/page.cgi?l=e&t=u&g=chemicals&s=chemicalcropprotection&u=nissorun>
- BRITO, H., GONDIM, M., OLIVEIRA, J.V., DA CÁMARA, C.A.G. 2006. Toxicidade de natuneeem sobre *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) e ácaros predadores da familia Phytoseiidae. *Ciencia Agrotecnica* 30 (4): 685-691.
- BROWN, B.F. 1995. *A Codiaeum Encyclopedia: Crotons of the World*. Amarin Printing and Publishing Public Co., Ltd. Florida, Estados Unidos. 136 p.
- BUSS, E., PARK-BROWN, S. 2006. *Natural Products for Insect Pest Management*. University of Florida (en línea). Disponible en: edis.ifas.ufl.edu/IN197
- CARBALLO, M., GUHARAY, F. 2004. Control biológico de plagas agrícolas. CATIE: Serie técnica, Manual Técnico # 53. 224 p.
- CASTIGLIONI, E., VENDRAMIM, J.D., TAMAI, M.A. 2002. Evaluación del efecto tóxico de extractos acuosos y derivados de meliáceas sobre *Tetranychus urticae* (KOCH) (Acari: Tetranychidae). *Agrociencia (Uruguay)* 6(2): 75-82.

- CELIS, A., MENDOZA, C., PACHÓN, M., CARDONA, J., DELGADO, W., CUCA, L.E. 2008. Extractos vegetales utilizados como biocontroladores con énfasis en la familia Piperaceae Una revisión. *Agronomía Colombiana* 26(1): 97-106. Disponible en: www.unicundi.edu.co:8080/unicundi/hermesoft/portal/home_1/rec/arc_7323.pdf
- COATS, J.R. 1997. Risks from Natural versus Synthetic Insecticides. *Annual Review of Entomology* 39: 489-515.
- COMEX. 2008. Principales productos de exportación 2007, por subpartida arancelaria. Disponible en: <http://www.comex.go.cr/estadisticas/exportaciones/default.htm>
- DABROWSKI, Z., SEREDYŃSKA, U. 2007. Characterization of the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae* KOCH, Acari: Tetranychidae) response to aqueous extracts from selected plant species. *Journal of Plant Protection Research* 47(2): 113-124.
- DI RIENZO, J., BALZARINI, M., GONZÁLEZ, L., CASANOVES, F. TABLADA, M. 2009. InfoStat: S : Estadístico.
- EPA. 1999. Ryanodine: R.E.D Facts. Environmental Protection (en línea). Disponible en: pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/np50076a043
- EXTOXNET. 1996. Extension Toxicology Network, Pesticide Information Profiles: Ryania (en línea). Disponible en: <http://extoxnet.orst.edu/pips/ryania.htm>
- FASULO, T., DENMARK, H.A. 2008. Twospotted Spider Mite, *Tetranychus urticae* Koch (Arachnida: Acari: Tetranychidae). University of Florida (en línea). Disponible en: edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/IN/IN30700.pdf

- FLORES, G. 2003. Evaluación de fracciones de extractos y de sustancias puras de origen vegetal como disuasivos o repelentes de adultos de *Bemisia tabaci*. Tesis *Magister Scientiae* Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (en línea). Disponible en: orton.catie.ac.cr/REPDOC/A0122E/A0122E.PDF
- FREIRE, M. 1990. Efecto repelente y/o insecticida de algunos extractos vegetales sobre la población de mosca blanca (*Bemisia tabaci* (Genn.)) en plantas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Universidad de San Carlos de Guatemala.
- GALLARDO, A., VÁSQUEZ, C., MORALES, J., GALLARDO, J. 2005. Biología y enemigos naturales de *Tetranychus urticae* en pimentón. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica) 74: 34-40
- GILMAN, E. 1999. *Codiaeum variegatum*. University of Florida: Cooperative Extension Service. Disponible en: hort.ufl.edu/shrubs/CODVARA.PDF.
- INBIO. 1997. Lista de especímenes de *Ryania speciosa* (en línea). Disponible en: <http://www.inbio.ac.cr/bims/k03/p13/c045/o0253/f01582/g007828/s023591.htm>
- ISMAN, M. 2006. Botanical Insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated World. *Annual Review of Entomology* 51: 45-66.
- JACOBSON, M., CROSBY, D.G. 1971. *Naturally Occurring Insecticides*. Marcel Dekker, Inc. USA, New York. 585.
- JARMA, A., TIRADO, G. 2004. Efecto bioherbicida de extractos vegetales para el manejo de malezas en algodón en el Caribe colombiano. *Revista Manejo Integrado de Plagas y Agroecología* 71 (11): 79-84

- JEFFERIES, P., TOIA, R., CASIDA, J. 1991. Ryanodol 3-(pyridine-3-carboxylate): a novel ryanoid from ryania insecticide. *Journal of Natural Products* 54 (4): 1147-1149.
- MANSOUR, F., AZAIZEH, H., SAAD, B., TADMOR, Y., ABO-MOCH, F., SAID, O. 2004. The potential of Middle Eastern Flora as a Source of New Safe Bio-Acaricides to Control *Tetranychus cinnabarinus*, the Carmine Spider Mite. *Phytoparasitica* 32(1): 66-72.
- MARTIN DE LA GUARDIA, A., GONZÁLEZ, A., MARRERO, A., MILIÁN, V., CAMPAÑÁ, H., IGLESIAS, G. 2003. Obtención de un extracto plaguicida de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud bajo la irradiación con microondas. *Revista Cubana Plant Med* 8(3) s.p.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y TIERRAS DE LA PROVINCIA DE COLUMBIA BRITÁNICA. 2008. Disponible en www.agf.gov.bc.ca/cropprot/images/mites_fig1.gif
- MIRESMAILLI, S., BRADBURY, R., ISMAN, M. 2006. Comparative toxicity of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil and blends of its major constituents against *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) on two different host plants. *Pest Management Science* 62: 366-371.
- MOLINA, N. 2001. Uso de extractos botánicos en el control de plagas y enfermedades. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* No. 59: 76 - 77.
- OCAMPO, R. 1995. Potencial de *Quassia amara* como insecticida natural. Proyecto: Conservación para el desarrollo sostenible en América Central (OLAFO) (CATIE). Costa Rica. Serie Técnica, Informe Técnico #267. 185 p.

- OCAMPO, R. 2007. Biothrip 70 SL (Ficha técnica). Bougainvillea Extractos Naturales de Costa Rica S.A.
- OCAMPO, R. 2009. Comunicación personal. Bougainvillea Extractos Naturales de Costa Rica S.A.
- OCAMPO, R., DÍAZ, R. 2006. Cultivo, conservación e industrialización del Hombre Grande (*Quassia amara*). Litografía e Impreta LIL, S.A. San José, Costa Rica. 72 p.
- OCHOA, R., AGUILAR, H., VARGAS, C. 1991. Ácaros fitófagos de América Central: Guía Ilustrada. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica. 251 p.
- OGUNWENMO, K.O., IDOWU, O., INNOCENT, C., ESAN, E., OYELANA, O. 2007. Cultivars of *Codiaeum variegatum* (L.) Blume (Euphorbiaceae) show variability in phytochemical and cytological characteristics. African Journal of Biotechnology Vol. 6 (20): 2400-2405.
- PÉREZ IZQUIERDO, M. A., OCETE, R. 1994. Actividad antialimentaria de extractos de *Daphne gnidium* L. y *Anagyris foetida* L. sobre *Leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera: Chrysomelidae). Boletín de Sanidad Vegetal y Plagas 20: 617-622.
- POTENZA, M.R., GOMES, R.C.O, JOCYS, T., TAKEMATSU, A.P., RAMOS, A.C.O. 2006. Avaliação de produtos naturais para o controle do ácaro rajado *Tetranychus urticae* (KOCH, 1836) (Acari: Tetranychidae) em casa de vegetação. Arquivos do Instituto Biológico 73(4) 455-459.

- PRAKASH, A., RAO, J. 1997. Botanical pesticides in agriculture. Division of entomology, Central Rice Research Institute. CRC. 451 p.
- PROCOMER. 2008. Análisis de Estadísticas de Exportación de Costa Rica 2007. Disponible en: http://www.procomer.com/Espanol/Estadisticas-04/anuario-04-01/est_anuario-04-01-01.html
- QUIRÓS DE GONZÁLEZ, M., VILORIA, Z. 1991. *Tetranychus urticae* KOCH y *Oligonychus bagdasariani* Baker y Pritchard, (ACARI: TETRANYCHIDAE) acaros fitofagos de importancia en vid (*Vitis vinifera* L.) en el estado Zulia.- descripción taxonómica y daños. Revista de Agronomía (LUZ) 8(1):1-14.
- RASIKARI, H.L., LEACH, D.N., WATERMAN, P.G., SPOONER-HART S.B., BASTA A.H., BANBURY, L.K., FORSTER, P.I. 2005. Acaricidal and Cytotoxic Activities of Extracts from Selected Genera of Australian Lamiaceae. Journal of Economic Entomology 98(4): 1259–1266.
- RODRÍGUEZ, H. 1991. Uso de las plantas medicinales como plaguicidas orgánicos. Memoria del Primer Simposio Nacional sobre Tecnología Apropiada y Agricultura Biológica para un Desarrollo Rural Alternativo, Universidad de Costa Rica. Publicaciones de la Universidad de Costa Rica. pp 101-105.
- RUEST, L., BERTHELETTE, C., DODIER, D., DUBÉ, L., ST-MARTIN, D. 1999. Ryanoids and related compounds. Isolation and characterization of four minor ryanoids from the plant *Ryania speciosa* Vahl: 8,9-didehydroryanodine, 10-O-acetylryanodol, 3-O-benzoylryanodol, and a first natural 4-deoxyryanoid: 4-deoxy-8ax-hydroxy-10-O- methyl-10-epiryranodine (4-deoxyester. Canadian Journal of Chemistry 77(1): 12–1

- RUPPEL, R. 1983. Cumulative insect-days as an Index of Crop Protection. *Journal of Economic Entomology* 76 (2): 375-377.
- STOLL, G. 1989. Protección natural de cultivos basada en recursos locales en el trópico y subtropical. Editorial Científica Josef Margraf. Alemania. 184p.
- SYNGENTA. 2009. Vertimec (en línea). Disponible en: www.syngenta.cl/prodyserv/fitosanitarios/prod/folletos_fitosanitarios/Vertimec_hortalizas.pdf -
- VALENTA, Z. 1971. Ryanodine and Quassin. International TOPAC Congress Pesticide Chemistry. Pesticide Chemistry Proceedings.
- VIEIRA, M.R., SACRAMENTO, L.V.S., BURLAN, L.O, FIGUEIRA, J.C., ROCHA, A.B.O. 2006. Efeito acaricida de extractos vegetais sobre fêmeas de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais* 8(4): 210-217 (en línea). Disponible en: www.ibb.unesp.br/servicos/publicacoes/rbpm/pdf_v8_n4_2006/artigo39_v8_n4_p210-217.pdf -
- VIGLIANCO, A.I., NOVO, R.J., CRAGNOLINI, C.I., NASSETTA, M. Actividad biológica de extractos crudos de *Larrea divaricata* Cav. y *Capparis atamisquea* Kuntze sobre *Sitophilus oryzae* (L.) *Agriscientia*, 2006 13 (2): 83-89
- VILLALOBOS, R. 1996. Caracterización de la distribución de una planta medicinal (*Quassia amara*) como base para su manejo técnico (CATIE). X Congreso Nacional Agronómico (en línea). Disponible en: www.mag.go.cr/congreso_agronomico_X/a50-2388-I_017.pdf -