



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL  
CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE INVESTIGACIÓN  
PARA EL DESARROLLO INTEGRAL REGIONAL  
IPN - CIIDIR - OAXACA**

**MAESTRIA EN CIENCIAS EN CONSERVACIÓN Y  
APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES**

---

**ALTERNATIVAS BIORRACIONALES PARA EL CONTROL DE PARATRIOZA  
*Bactericera cockerelli* Sulzer (HEMIPTERA: PSYLLIDAE) EN LABORATORIO**

---

**CARLOS ALEJANDRO GRANADOS ECHEGOYÉN**

**TESIS**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE**

**MAESTRO EN CIENCIAS**

**DIRECTORES DE TESIS**

**DR. RAFAEL PEREZ PACHECO  
DR. NESTOR BAUTISTA MARTINEZ**

**Santa Cruz, Xoxocotlán, Oaxaca**

**México, Diciembre 2010**



**INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL**  
**SECRETARIA DE INVESTIGACION Y POSGRADO**

SIP-14

*ACTA DE REVISION DE TESIS*

En la Ciudad de Oaxaca de Juárez siendo las 13:00 horas del día 12 del mes de noviembre del 2010 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca (CIIDIR-OAXACA) para examinar la tesis de grado titulada: "**Alternativas Biorracionales para el control de Paratrioza *Bactericera cockerelli* Sulzer (Hemíptera: Psyllidae) en Laboratorio**"

Presentada por el alumno:

**Granados**

Apellido paterno

**Echegoyén**

materno

**Carlos Alejandro**

nombre(s)

Con registro: 

A	0	9	0	2	3	9
---	---	---	---	---	---	---

aspirante al grado de: **MAESTRÍA EN CIENCIAS EN CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES**

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron **SU APROBACION DE LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISION REVISORA  
 Directores de tesis:

Dr. Rafael Perez Pacheco

Dr. Néstor Bautista Martínez

Dr. José Antonio Sánchez García

Dr. Alfonso Vásquez López

Dr. Jaime Ruiz Vega

EL PRESIDENTE DEL COLEGIO

Dr. Juan Rodríguez Ramírez



CENTRO INTERDISCIPLINARIO  
 DE INVESTIGACION PARA EL  
 DESARROLLO INTEGRAL REGIONAL  
 C.I.I.D.I.R.  
 UNIDAD OAXACA  
 I.P.N.



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**  
**SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**

*CARTA CESION DE DERECHOS*

En la Ciudad de Oaxaca de Juárez el día 12 del mes noviembre del año 2010, el (la) que suscribe **Echegoyén Granados Carlos Alejandro** alumno (a) del Programa de **MAESTRÍA EN CIENCIAS EN CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES** con número de registro **A090239**, adscrito al Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca, manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección de los Drs. Rafael Pérez Pacheco y Néstor Bautista Martínez y cede los derechos del trabajo titulado: **"Alternativas Biorracionales para el control de Paratrioza Bactericera cockerelli Sulzer (Hemiptera: Psyllidae) en Laboratorio"**. y cede los derechos al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección **Calle Hornos 1003, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca**, e-mail: [posgradooax@ipn.mx](mailto:posgradooax@ipn.mx) ó [granados.echegoyen@yahoo.com](mailto:granados.echegoyen@yahoo.com) Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

*Granados*

**Grahados Echegoyén Carlos Alejandro**



CENTRO INTERDISCIPLINARIO  
 DE INVESTIGACION PARA EL  
 DESARROLLO INTEGRAL REGIONAL  
 C.I.D.I.R.  
 UNIDAD OAXACA  
 I.P.N.

## DEDICATORIA

**A MI ESPOSA:** Nancy Alonso Hernández, por su invaluable apoyo, por su comprensión en este proyecto que los dos hemos emprendido y por el amor, la confianza y la paciencia que me ha brindado para cumplir un reto más en la vida.

**A MI HIJA:** Fattyma Alexandra que ha sido la fuente de inspiración para seguir adelante y por los ratos de ternura que ambos pasamos haciendo más ameno este esfuerzo.

**A MIS PADRES:** Gonzalo Granados y Fátima Echevoyén, porque sembraron en mí principios y valores que me han hecho un hombre de bien y acostumbrado a luchar por las cosas que valen la pena y ayudar a las personas que más lo necesitan. Papa y Mamá nunca olvidaré todos los esfuerzos que hicieron para sacarme adelante, recuerdo muy bien las dificultades que pasamos y aun así me enseñaron a esforzarme y a ver la vida de una manera diferente, gracias a ustedes soy lo que soy. LOS QUIERO MUCHO.

**A MIS HERMANOS:** Tamara, Gonzalo, Félix y Hugo, por su apoyo, confianza y por creer en mí. Hermanos admiro las ganas que le ponen a la vida, hay que seguir demostrando que con trabajo es posible alcanzar grandes cosas y ser siempre unas buenas personas. Lo importante es disfrutar lo que tenemos, poco o mucho es nuestro.

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) de la República de Nicaragua por el convenio firmado con el Instituto Politécnico Nacional (IPN), lo que permitió mi estancia de investigación en México.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por brindarme el apoyo económico para la realización de mis estudios de Maestría.

Al CIIDIR – OAXACA por concederme la oportunidad de continuar con mi formación profesional en sus instalaciones y poner a mi disposición toda su infraestructura y plantilla de profesores.

A mi Director de tesis interno Dr. Rafael Pérez Pacheco por creer en mí y por su invaluable apoyo en el desarrollo de la investigación, por todos los conocimientos transmitidos, por la preocupación que siempre mostró hacia mi persona y por enseñarme la humildad de cómo hacer las cosas.

A mi Director de tesis externo Dr. Néstor Bautista Martínez, por todos los conocimientos transmitidos y por ser un ejemplo como persona y profesional, gracias por enseñarme eso.

A MIS AMIGOS: de toda la vida y los que conocí en el CIIDIR, Aarón, Juan, Alejandro, Sabino, Gonzalo, Ninfa y Poncho, porque gracias a ustedes nunca me sentí como extranjero.

## CONTENIDO

DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTOS.....	v
CONTENIDO.....	vi
INDICE DE CUADROS.....	ix
INDICE DE FIGURAS.....	xi
RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	3
INTRODUCCIÓN GENERAL.....	5
OBJETIVOS GENERALES.....	9
HIPOTESIS.....	9
LITERATURA CITADA.....	10

### **CAPITULO I. DETERMINACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD DE *Bactericera cockerelli* (Sulc) (HEMÍPTERA: PSYLLIDAE) A EXTRACTOS VEGETALES CON PROPIEDADES BIOINSECTICIDAS EN LABORATORIO.**

RESUMEN.....	13
ABSTRACT.....	15
INTRODUCCION.....	17
OBJETIVOS.....	20
REVISION DE LITERATURA.....	21
Formación y características de los principios activos en las plantas.....	21
Especies vegetales con propiedades insecticidas en el control de plagas.....	22
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L. (Asteraceae).....	24
<i>Azadirachta indica</i> Adr. Juss. (Meliaceae).....	25
<i>Gymnosperma glutinosum</i> (Spreng) Less. (Asteraceae).....	26
<i>Melia azedarach</i> L. (Meliaceae).....	26
<i>Piper auritum</i> Kunth. (Piperaceae).....	28
<i>Raphanus raphanistrum</i> L. (Brassicaceae).....	29
<i>Ricinus communis</i> L. (Euphorbiaceae).....	30
<i>Taraxacum officinale</i> (L.) Weber (Asteraceae).....	31
MATERIALES Y MÉTODOS.....	33

Cría de <i>B. cockerelli</i> (Sulc) y siembra de <i>S. lycopersicum</i> .....	33
Colecta de especies vegetales y preparación de extractos vegetales.....	34
Diseño experimental y bioensayo.....	35
Análisis de datos.....	35
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	37
Extractos vegetales mediante maceración acuosa.....	37
Mortalidad y CL <sub>50</sub> para ninfas de V instar de <i>B. cockerelli</i> .....	37
Mortalidad y CL <sub>50</sub> para ninfas de IV instar de <i>B. cockerelli</i> .....	38
Mortalidad y CL <sub>50</sub> para ninfas de III instar de <i>B. cockerelli</i> .....	39
Mortalidad y CL <sub>50</sub> para ninfas de II instar de <i>B. cockerelli</i> .....	41
Mortalidad y CL <sub>50</sub> para ninfas de I instar de <i>B. cockerelli</i> .....	42
Mortalidad para huevos de <i>B. cockerelli</i> .....	43
Mortalidad y CL <sub>50</sub> para adultos de <i>B. cockerelli</i> .....	45
Extractos vegetales mediante maceración alcohólica.....	47
Mortalidad y CL <sub>50</sub> para ninfas de V instar de <i>B. cockerelli</i> .....	47
Mortalidad y CL <sub>50</sub> para ninfas de IV instar de <i>B. cockerelli</i> .....	48
Mortalidad y CL <sub>50</sub> para ninfas de III instar de <i>B. cockerelli</i> .....	49
Mortalidad y CL <sub>50</sub> para ninfas de II instar de <i>B. cockerelli</i> .....	51
Mortalidad y CL <sub>50</sub> para ninfas de I instar de <i>B. cockerelli</i> .....	52
Mortalidad y CL <sub>50</sub> para huevos de <i>B. cockerelli</i> .....	54
Mortalidad y CL <sub>50</sub> para adultos de <i>B. cockerelli</i> .....	55
CONCLUSIONES.....	60
LITERATURA CITADA.....	62
<b>CAPITULO II. EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD BIOLÓGICA DE FORMULACIONES COMERCIALES EN LOS ESTADIOS BIOLÓGICOS DE <i>Bactericera cockerelli</i> (Sulc) (HEMÍPTERA: PSYLLIDAE) EN LABORATORIO.</b>	
RESUMEN.....	67
ABSTRACT.....	68
INTRODUCCIÓN.....	69
OBJETIVOS.....	71
REVISION DE LITERATURA.....	72

Productos y formulaciones comerciales empleadas.....	72
Biocrack.....	72
BioDie.....	74
Fractal.....	74
Insectshield.....	75
Kilneem.....	76
Spintor 12 SC.....	77
Aceite esencial de <i>Tagetes filifolia</i> .....	79
MATERIALES Y MÉTODOS.....	81
Cría de <i>B. cockerelli</i> (Sulc) y siembra de <i>S. lycopersicum</i> .....	81
Diseño experimental y bioensayo.....	82
Análisis de datos.....	83
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	84
Mortalidad para ninfas de IV instar de <i>B. cockerelli</i> .....	84
Mortalidad para ninfas de V instar de <i>B. cockerelli</i> .....	85
Mortalidad para adultos de <i>B. cockerelli</i> .....	86
CONCLUSIONES.....	91
LITERATURA CITADA.....	92
CONCLUSIONES GENERALES.....	95

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
<b>CAPITULO I</b>		
1	Especies vegetales colectadas en diversos sitios y meses del año, estructura utilizada y forma de extracción.	34
2	Mortalidad (%) y CL <sub>50</sub> de ninfas de V instar de <i>B. cockerelli</i> por el efecto de extractos acuosos de especies vegetales con propiedades insecticidas.	38
3	Mortalidad (%) y CL <sub>50</sub> de ninfas de IV instar de <i>B. cockerelli</i> por el efecto de extractos acuosos de especies vegetales con propiedades insecticidas.	39
4	Mortalidad (%) y CL <sub>50</sub> de ninfas de III instar de <i>B. cockerelli</i> por el efecto de extractos acuosos de especies vegetales con propiedades insecticidas.	40
5	Mortalidad (%) y CL <sub>50</sub> de ninfas de II instar de <i>B. cockerelli</i> por el efecto de extractos acuosos de especies vegetales con propiedades insecticidas.	42
6	Mortalidad (%) y CL <sub>50</sub> de ninfas de I instar de <i>B. cockerelli</i> por el efecto de extractos acuosos de especies vegetales con propiedades insecticidas.	43
7	Mortalidad (%) y CL <sub>50</sub> en huevos de <i>B. cockerelli</i> por el efecto de extractos acuosos de especies vegetales con propiedades insecticidas.	44
8	Mortalidad (%) y CL <sub>50</sub> en adultos de <i>B. cockerelli</i> por el efecto de extractos acuosos de especies vegetales con propiedades insecticidas.	46
9	Mortalidad (%) y CL <sub>50</sub> en ninfas de V instar de <i>B. cockerelli</i> por el efecto de extractos alcohólicos de especies vegetales con propiedades insecticidas.	48
10	Mortalidad (%) y CL <sub>50</sub> en ninfas de IV instar de <i>B. cockerelli</i> por el efecto de extractos alcohólicos de especies vegetales con propiedades insecticidas.	49
11	Mortalidad (%) y CL <sub>50</sub> en ninfas de III instar de <i>B. cockerelli</i> por el efecto de extractos alcohólicos de especies vegetales con propiedades insecticidas.	51
12	Mortalidad (%) y CL <sub>50</sub> en ninfas de II instar de <i>B. cockerelli</i> por el efecto de extractos alcohólicos de especies vegetales con propiedades insecticidas.	52
13	Mortalidad (%) y CL <sub>50</sub> en ninfas de I instar de <i>B. cockerelli</i> por el efecto de extractos alcohólicos de especies vegetales con propiedades insecticidas.	54
14	Mortalidad (%) y CL <sub>50</sub> huevos de <i>B. cockerelli</i> por el efecto de extractos alcohólicos de especies vegetales con propiedades insecticidas.	55
15	Mortalidad (%) y CL <sub>50</sub> en adultos de <i>B. cockerelli</i> por el efecto de extractos alcohólicos de especies vegetales con propiedades insecticidas.	57

**CAPITULO II**

1	Dosis de productos y formulaciones comerciales recomendadas por el fabricante en adultos y ninfas de IV y V instar de <i>Bactericera cockerelli</i> .	82
2	Mortalidad (%) en ninfas de IV instar de <i>B. cockerelli</i> por el efecto de productos y formulaciones comerciales con propiedades insecticidas.	85
3	Mortalidad (%) en ninfas de V instar de <i>B. cockerelli</i> por el efecto de productos y formulaciones comerciales con propiedades insecticidas.	86
4	Mortalidad (%) en adultos de <i>B. cockerelli</i> por el efecto de productos y formulaciones comerciales con propiedades insecticidas.	87

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
<b>CAPITULO I</b>		
1	Efecto de especies vegetales mediante maceración acuosa en ninfas de V instar de <i>B. cockerelli</i> a tres concentraciones (mg mL <sup>-1</sup> ).	37
2	Efecto de especies vegetales mediante maceración acuosa en ninfas de IV instar de <i>B. cockerelli</i> a tres concentraciones (mg mL <sup>-1</sup> ).	39
3	Efecto de especies vegetales mediante maceración acuosa en ninfas de III instar de <i>B. cockerelli</i> a tres concentraciones (mg mL <sup>-1</sup> ).	40
4	Efecto de especies vegetales mediante maceración acuosa en ninfas de II instar de <i>B. cockerelli</i> a tres concentraciones (mg mL <sup>-1</sup> ).	41
5	Efecto de especies vegetales mediante maceración acuosa en ninfas de I instar de <i>B. cockerelli</i> a tres concentraciones (mg mL <sup>-1</sup> ).	43
6	Efecto de especies vegetales mediante maceración acuosa en huevos de <i>B. cockerelli</i> a tres concentraciones (mg mL <sup>-1</sup> ).	44
7	Efecto de especies vegetales mediante maceración acuosa en adultos de <i>B. cockerelli</i> a tres concentraciones (mg mL <sup>-1</sup> ).	45
8	Efecto de especies vegetales mediante maceración alcohólica en ninfas de V instar de <i>B. cockerelli</i> a tres concentraciones (mg mL <sup>-1</sup> ).	47
9	Efecto de especies vegetales mediante maceración alcohólica en ninfas de IV instar de <i>B. cockerelli</i> a tres concentraciones (mg mL <sup>-1</sup> ).	49
10	Efecto de especies vegetales mediante maceración alcohólica en ninfas de III instar de <i>B. cockerelli</i> a tres concentraciones (mg mL <sup>-1</sup> ).	50
11	Efecto de especies vegetales mediante maceración alcohólica en ninfas de II instar de <i>B. cockerelli</i> a tres concentraciones (mg mL <sup>-1</sup> ).	52
12	Efecto de especies vegetales mediante maceración alcohólica en ninfas de I instar de <i>B. cockerelli</i> a tres concentraciones (mg mL <sup>-1</sup> ).	53
13	Efecto de especies vegetales mediante maceración alcohólica en huevos de <i>B. cockerelli</i> a tres concentraciones (mg mL <sup>-1</sup> ).	55
14	Efecto de especies vegetales mediante maceración alcohólica en adultos de <i>B. cockerelli</i> a tres concentraciones (mg mL <sup>-1</sup> ).	56
<b>CAPITULO II</b>		
1	Efecto de productos y formulaciones comerciales en ninfas de IV instar de <i>B. cockerelli</i> a dos concentraciones evaluadas.	84
2	Efecto de productos y formulaciones comerciales en ninfas de V instar de <i>B. cockerelli</i> a dos concentraciones evaluadas.	85
3	Efecto de productos y formulaciones comerciales en adultos de <i>B. cockerelli</i> a dos concentraciones evaluadas.	86

## RESUMEN

Aún cuando el empleo de sustancias químicas para el control de insectos plagas se considera hasta hoy, como el método más efectivo para mantener las poblaciones a niveles no perjudiciales, actualmente su uso resulta impráctico debido, entre otras razones, al desarrollo de poblaciones resistentes, a la presencia de residuos inherentes a su uso y a las fuertes restricciones comerciales que prevalecen. El psílido de la papa, *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemíptera: Psyllidae), se ha convertido recientemente en motivo de gran preocupación debido a su impacto destructivo sobre la papa, tomate y otros cultivos de solanáceas en los Estados Unidos, México, América Central y Nueva Zelanda. Por esta razón, se realizó la investigación en la “Bioplanta” del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR) del Instituto Politécnico Nacional (IPN), ubicado en Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, México; teniendo como objetivo de estudio investigar el potencial del uso de alternativas biorracionales para definir los tratamientos más eficientes en el manejo de esta plaga, determinando la actividad bioinsecticida de ocho especies vegetales en forma de extractos acuosos de *Ambrosia artemisiifolia* L., *Azadirachta indica* Adr. Juss., *Gymnosperma glutinosum* (Spreng) Less., *Melia azedarach* L., *Piper auritum* Kunth., *Raphanus. Raphanistrum* L., *Ricinus communis* L. y *Taraxacum officinale* (L.) Weber y cinco de ellas mediante maceración alcohólica *A. artemisiifolia*, *M. azedarach*, *P. auritum*, *R. communis* y *T. officinale* y se determinó la efectividad biológica de siete formulaciones comerciales, tales como, Biocrack®, BioDi®e, Fractal<sup>MR</sup>, InsectShield, Killneem®, Spintor 12 SC y aceite esencial de *Tagetes filifolia*; utilizando un diseño experimental completamente aleatorio con cuatro repeticiones con bioensayos en el ciclo de vida de *B. cockerelli*, el cual fue iniciado en junio de 2009 y finalizado en junio de 2010. La variable de respuesta fue el número de huevecillos, ninfas y adultos de *B. cockerelli* muertas 24 h después de la aplicación de los tratamientos. Los resultados de la presente investigación demuestran el potencial de *A. indica*, *A. artemisiifolia*, *M. azedarach*, *R. communis* y *R. raphanistrum*, así como, Spintor 12SC producto a base Spinosad y la formulación BioDie para el control de *B. cockerelli*, razón por la cual es importante tomar en cuenta esta alternativa biorracional en los programas de manejo integrado de plagas, ya que se alcanzaron niveles de control con extractos acuosos para ninfas de V instar de 75 % de mortalidad con *A. indica*, para ninfas de IV instar a una concentración de 200 mgmL<sup>-1</sup> se encontró que los mejores tratamientos fueron *R. raphanistrum* con 66.67 % seguido de *M. azedarach* con 58.33 %, sobre ninfas de III instar se encontró que los mejores tratamientos fueron *M. azedarach* y *R. raphanistrum* con un 75

% y *A. artemisiifolia* con un 63.89 %. El efecto de mortalidad en ninfas de II instar fue de un 83.33 % para *A. indica*, *M. azedarach* y *R. raphanistrum*, para I instar a una concentración de 200 mg mL<sup>-1</sup> *M. azedarach* obtuvo un 90 % de control, en segundo lugar se encontró *A. indica* con un 87.50 % y *R. raphanistrum* con un 85 %. Para el caso de huevecillos ningún tratamiento en las tres concentraciones evaluadas 200, 100 y 10 mg mL<sup>-1</sup> sobrepasó el 10 % de efecto ovicida, y para adultos del insecto el mejor tratamiento evaluado a una concentración de 200 mg mL<sup>-1</sup> fue *A. indica* con un 85 %, seguido por *R. communis* con un 80 %. Con extractos vegetales mediante maceración alcohólica los mejores tratamientos fueron *M. azedarach* y *R. communis* cuando se extrajeron sus propiedades insecticidas a partir de semillas alcanzando un 80 % de efectividad para ninfas de V instar y presentando una efectividad biológica de 90 y 100 % para ninfas de IV instar respectivamente. Para estado adulto el mejor tratamiento evaluado cuando se estableció el experimento a una concentración de 100 mg mL<sup>-1</sup> presentaron un 90 % de mortalidad los tratamientos a partir de hojas y semillas de *R. communis* y *M. azedarach* presentó un 82.5 %. De acuerdo a los resultados obtenidos en la evaluación de extractos alcohólicos comparándolo con los de extracción acuosa, queda de manifiesto que cuando se realiza la maceración de especies vegetales con solventes de polaridad intermedia se presentan mejores porcentajes de mortalidad, debido a que estos productos tienen mayor arrastre de los compuestos secundarios de las especies vegetales. Los resultados de la presente investigación al evaluar productos y formulaciones comerciales indican que para ninfas de IV instar los mejores tratamientos a dosis bajas DB (80 %) son Spintor 12SC con un 88.85 % y BioDie con un 86.02 % y a dosis alta DA (100 %) con un 92.5 % y 90 % de mortalidad respectivamente, por lo que estos productos comerciales se pueden utilizar para el manejo del estadios ninfales de *B. cockerelli*. El mismo caso se presenta para ninfas de V instar con un 85 % de efectividad para los productos Spintor 12 SC y Biodie, seguido del aceite esencial de *Tagetes filifolia* con un 70 %. En estado adulto estos productos presentaron un 95 y 92.50 % para la dosis alta y dosis baja respectivamente. El producto BioDie presentó un 82.5 % cuando se evaluó a dosis alta y un 80 % con la dosis baja. El aceite esencial de *Tagetes filifolia* presentó un 80 % de mortalidad con dosis alta y con dosis baja registró un 75 % por lo que el aceite esencial de *Tagetes sp.* también es una buena alternativa para el control de adultos del insecto. Los tratamientos que no presentaron un significativo efecto de mortalidad fueron InsectShield y Fractal con un 13.87 y 5.55 % de mortalidad respectivamente., pero el producto InsectShield en adultos de *B. cockerelli* en comparación con los resultados en las evaluaciones con ninfas obtuvo un incremento significativo registrando un 47.5 % cuando se evaluó a DA y un 37.50 % con DB.

## ABSTRACT

Although the use of chemicals to control insect pests is considered today as the most effective method to maintain populations at levels not harmful, its use is currently impractical because, among other reasons, the development of resistant populations to the residues associated with their use and strong prevailing trade restrictions. The potato psyllid, *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Psyllidae), has recently become a major concern because of its destructive impact on the potato, tomato and other solanaceous crops in the United States, Mexico, Central America and New Zealand. For this reason, this research was done in the "BioPlanta" of CIIDIR - IPN, located in Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, Mexico, with the goal of research study the potential use of biorational alternative treatments to define more efficient in the management of this pest, determining the biopesticide activity of eight plant species in the form of aqueous extracts of *Ambrosia artemisiifolia* L., *Azadirachta indica* Adr. Juss., *Gymnosperma glutinosum* (Spreng) Less., *Melia azedarach* L., *Piper auritum* Kunth., *Raphanus. Raphanistrum* L., *Ricinus communis* L. and *Taraxacum officinale* (L.) Weber and five of them with alcoholic maceration *A. artemisiifolia*, *M. azedarach*, *P. auritum*, *R. communis* and *T. officinale* and determining the biological effectiveness of seven commercial formulations such as, Biocrack, Biodi, Fractal<sup>MR</sup>, InsectShield, Killneem, Spintor 12 SC and essential oil of *Tagetes filifolia*, using a completely randomized design with four replications with bioassays in the life cycle of *B. cockerelli*, which was initiated in June 2009 and completed in June 2010. The response variable was the number of eggs, nymphs and adults of *B. cockerelli* killed 24 h after treatment application. The results of this investigation demonstrate the potential of *A. indica*, *A. artemisiifolia*, *M. azedarach*, *R. raphanistrum* and *R. communis* and Spintor 12SC Spinosad-based product and Biodie to the control of *B. cockerelli*, for that reason is important consider this biorational alternative in programs of integrated pest management, since control levels were reached with aqueous extracts of V instar nymphs of 75% mortality with *A. indica* for IV instar nymphs at a concentration of 200 mgmL<sup>-1</sup> was found that the best treatments were *R. raphanistrum* with 66.67% followed by *M. azedarach* with 58.33% to III instar nymphs was found that the best treatments were *M. azedarach* and *R. raphanistrum* with 75% and *A. artemisiifolia* with 63.89%. The lethal effect of II instar nymphs was about 83.33% for *A. indica*, *M. azedarach* and *R. raphanistrum*, so I encourage a concentration of 200 mg mL<sup>-1</sup> *M. azedarach* won 90% of control, secondly to find *A. indica* by 87.50% and *R. raphanistrum* with 85%. In the case of eggs no treatment in the three evaluated concentrations 200, 100 and 10 mg mL<sup>-1</sup> exceeds 10% ovicidal effect, and adult insects the best treatment evaluated

at a concentration of 200 mg mL<sup>-1</sup> was *A. indica* with 85%, followed by *R. communis* with 80%. Plant extracts by maceration with alcohol the best treatments were *M. azedarach* and *R. communis* when its insecticidal properties were extracted from seeds reaching a 80% effective for instar V nymphs and presenting a biological effectiveness of 90 and 100% for IV instar nymphs respectively. For the adult the best treatment evaluated when the experiment was set at a concentration of 100 mg mL<sup>-1</sup> showed a 90% mortality treatment from leaves and seeds of *R. communis* and *M. azedarach* showed a 82.5%. According to the results obtained in the evaluation of alcoholic extracts compared with aqueous extraction, it is clear that when performing the maceration of plant species with intermediate polarity solvents have better mortality rates, because these products are more drag of the secondary compounds of plant species. The results of this study to evaluate products and commercial formulations indicate that IV instar nymphs of the best treatments at low doses DB (80%) are Spintor 12SC with 88.85% and Biodie with 86.02% and a high dose DA (100%) with a 92.5% and 90% mortality respectively, so that these commercial products can be used for the management of instars of *B. cockerelli*. The same case is presented for V instar nymphs with 85% effectiveness for products Biodie and Spintor 12 SC, followed by the essential oil of *Tagetes filifolia* with 70%. In the adult these products had a 95 and 92.50% for high dose and low dose respectively. The product showed a 82.5% Biodie when tested at high dose and 80% with the low dose. The essential oil of *Tagetes filifolia* presented a 80% mortality with high dose and low dose showed a 75% so that the essential oil of *Tagetes sp.* is also a good alternative for the control of adult insect. The treatments had no significant effect of mortality were InsectShield and Fractal with a 13.87 and 5.55% mortality, respectively, but the product InsectShield in adults of *B. cockerelli* compared to findings in evaluations with nymphs obtained a significant increase recorded a 47.5% when tested in DA and 37.50% with DB.

## INTRODUCCIÓN GENERAL

Los insectos plagas son uno de los principales problemas fitosanitarios que ocasionan pérdida de cosechas de hasta el 30 % a nivel mundial. Si se considera que las plantas cultivadas le proporcionan al ser humano una parte fundamental de su dieta y que aportan a los países productores importantes divisas, se puede concluir que el daño causado por los insectos no sólo tiene impacto social sino que también económico (Isman, 2006).

La investigación relativa a métodos alternativos de control de insectos se ha incrementado en los últimos años (Prabhaker *et al.*, 1985; Ortega *et al.*, 1998; Choi *et al.*, 2003), debido que los agricultores al tener pérdidas del cultivo provocado por el daño de insectos, tratan de combatirlos con productos químicos, sin embargo el empleo irracional de estos agroquímicos, uso de mezclas, utilización de productos no efectivos, aplicación de químicos persistentes, equipo inadecuado, incremento en la frecuencia y dosis de las aplicaciones provoca la eliminación de insectos benéficos, el surgimiento de la resistencia de las principales plagas a los plaguicidas, así como la contaminación del agua, aire y suelo, acumulación de residuos tóxicos e intoxicación de usuarios (Aragón *et al.*, 2002). Esta problemática ha impulsado el uso de formulaciones de plantas con propiedades insecticidas o insectistáticas, que permiten manejar las plagas, proteger el cultivo y por ende obtener mayor rendimiento y calidad en la producción sin poner en riesgo la salud del hombre y su entorno (Rodríguez, 2000b).

Una de las plagas que ataca cultivos de solanáceas y que puede causar un 100 % de pérdidas de cosecha, es *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Psyllidae) (Liu y Trumble, 2004) comúnmente conocido como salerillo, pulgón saltador o paratrioza; este insecto puede limitar la producción nacional (Cadena y Galindo, 1985; SENASICA, 2004); entre los cultivos que ataca se encuentra el chile *Capsicum annum* L., papa *Solanum tuberosum* L. y tomate *Solanum lycopersicum* L. (Garzón *et al.*, 2005). Este insecto fue colectado por primera vez en 1909 por T. D. Cockerell en el estado de Colorado (EUA), posteriormente Sulzer (1909) realizó la descripción formal y le asignó el nombre de *Trioza cockerelli*, más tarde fue reconocido como *Paratrioza cockerelli* (Crawford, 1911), y recientemente el género se revisó y se le asignó el nombre de *Bactericera cockerelli* (Burckhardt y Lauterer, 1997; Miller *et al.*, 2000). La capacidad destructiva de *B. cockerelli* radica en su alta capacidad reproductiva, su amplia distribución geográfica, la variedad de hospedantes silvestres así como cultivados, pero sobre

todo la capacidad que tiene para desarrollar resistencia a insecticidas y su capacidad de transmitir fitopatógenos que provocan la enfermedad “permanente de tomate” en tomate *S. lycopersicum*, y “punta morada de la papa” en papa *S. tuberosum* (Marín *et al.*, 1995; Garzón, 2003, Muñiz *et al.*, 2005). Esta última enfermedad, se distribuye en todo México y puede destruir el 95% de la producción (Ramírez *et al.*, 1978; Cadena *et al.*, 2003), debido a que disminuye la calidad de los tubérculos al provocar manchado interno así como la ausencia de brotación o brote de hilo de los mismos cuando se destinan a producción de semilla (Cadena *et al.*, 1985), estos factores son los que colocan a esta especie como una de las principales plagas a combatir en cultivos de solanáceas en México y algunos lugares de Estados Unidos (Bujanos *et al.*, 2005, Liu *et al.*, 2006).

Algunos estudios realizados en México, a través de técnicas moleculares y biológicas, demostraron que *B. cockerelli* está asociado con algunos fitopatógenos y que puede transmitirlos en plantas de chile, *C. annuum*; tomate, *S. lycopersicum*; tomatillo *Physalis ixocarpa* Brot. y papa, *S. tuberosum* (Leyva-López *et al.*, 2002, Munyaneza *et al.*, 2007, Santos-Cervantes *et al.*, 2007, Garzón-Tiznado *et al.*, 2009). En la región de El Bajío, México, Garzón-Tiznado (1984) reportó por primera vez la enfermedad denominada “permanente del tomate” durante el ciclo primavera-verano en la década de los 1980`s. Este autor señaló que esta enfermedad es provocada por un fitoplasma y transmitida por *B. cockerelli*, pero recientemente se propuso que un patógeno causante de esta sintomatología en otros países es la bacteria *Candidatus Liberibacter psyllaurens* que es transmitida por este psílido (Hansen *et al.*, 2008).

El psílido de la papa, *B. cockerelli*, se ha convertido recientemente en motivo de gran preocupación debido a su impacto destructivo sobre la papa, tomate y otros cultivos de solanáceas en los Estados Unidos, México, América Central y Nueva Zelanda (Liu y Trumble, 2006; Munyaneza *et al.*, 2007a, b; Liefing *et al.*, 2008). Este insecto chupador ha demostrado recientemente ser transmisor de la bacteria patógena "*Candidatus Liberibacter solanacearum*" que causa una enfermedad en la papa de reciente aparición llamado Zebra Chip (Hansen *et al.*, 2008, Liefing *et al.*, 2008, 2009, Lin *et al.*, 2009, Yang *et al.*, 2010). Esta enfermedad se caracteriza por la decoloración interna parda en los tubérculos de papa y en sus rebanadas lo que la vuelve comercialmente inaceptable por presentar rayas oscuras cuando los tubérculos se procesan para producir papas fritas (Munyaneza *et al.*, 2007a, b, 2009). Esta enfermedad ha causado pérdidas millonarias en la industria de papa en los Estados Unidos, especialmente en Texas (Munyaneza *et al.*, 2007 a y b, 2009). En California, el psílido de la papa ha causado hasta un 80% de pérdida en el cultivo de tomate, debido a la alimentación directa del insecto

y por ser vectores de bacterias (Liu *et al.*, 2006). En la actualidad, las aplicaciones de insecticidas son el único medio eficaz para el control de *B. cockerelli* y los vectores de enfermedades en los cultivos de solanáceas, especialmente de papa y tomate.

Según la SIAP (2010) en el ciclo agrícola 2009, México tuvo una superficie sembrada de tomate de 53,508 ha y se cosecharon 50,404 ha; con un rendimiento de producción de 39.483 ton ha<sup>-1</sup>. Para el estado de Oaxaca en este mismo ciclo se sembraron y se cosecharon 775 ha con una producción de 27,182 ton y un rendimiento de 35,076 ton ha<sup>-1</sup>. En el caso de la papa *S. tuberosum* en México se siembran alrededor de 67 mil hectáreas de las que se obtiene una producción aproximada de 1 millón 350 mil toneladas, mismas que satisfacen la demanda del consumo interno (INIFAP, 2007), razón por la cual hay que buscar alternativas biorracionales de control para este insecto plaga.

En el caso particular del manejo de *B. cockerelli* el control químico y el cultural son las alternativas que más se han explotado, aún cuando esta plaga representa una de las limitantes más severas en la producción de solanáceas en algunas regiones en México (Bujanos *et al.*, 2005) y papa en el sur de Texas (Liu y Trumble 2006). En México se han evaluado insecticidas de diferentes grupos toxicológicos contra esta plaga, donde nim, metamidofos (plaguicida sistémico de acción por contacto e ingestión para combatir insectos masticadores y chupadores), endosulfán (insecticida y acaricida organoclorado), abamectina (acaricida insecticida de origen natural), spinosad (mezcla de spinosyn A y spinosyn D), imidacloprid (neonicotinoide, que es un tipo de insecticidas neuroactivo diseñado a partir de la nicotina) y thiamethoxam (es un insecticida neonicotinoide de segunda generación) han demostrado efectividad para su combate en campo (Tiscareño *et al.*, 2002, Bujanos *et al.*, 2005, Avilés-González *et al.*, 2005, López-Durán 2009). Como se indicó anteriormente, la mayor parte de los programas de control de *B. cockerelli* incluyen la aplicación de insecticidas organointéticos, no obstante, se carece de estudios que indiquen el efecto de sustancias polares de especies vegetales sobre las fases biológicas del insecto.

Díaz *et al.*, (2005) propusieron el uso de productos biorracionales y entomopatógenos, debido a que las aplicaciones con endosulfán (2 L ha<sup>-1</sup>), fueron tan efectivas como las de productos biorracionales (extracto de nim al 5 % y sal sódica derivada de ácido graso a 6 g L<sup>-1</sup>) para suprimir las poblaciones de ninfas del psílido. Las alternativas biorracionales de control de insectos son sustancias de origen biológico, de organismos entomopatógenos y de sustancias activas o mezclas de sustancias de origen

natural utilizados para disminuir, prevenir, combatir, controlar, regular, o repeler la acción de organismos que son plagas en cultivos de importancia agrícola (Durán, 2004). Según Apablaza, (2000) dentro de las estrategias del manejo integrado se encuentra el uso de insecticidas biorracionales, sustancias de origen natural o fabricadas por el hombre que ejercen un control de plagas bien definidas, tienen un modo de acción único, no son tóxicas para el ser humano incluyendo plantas y animales, no ejercen efecto adverso sobre la vida silvestre y el ambiente, permiten mantener niveles bajos de población plaga y por su selectividad no afectan significativamente a los enemigos naturales, como los reguladores del crecimiento de insectos o los compuestos derivados de fuentes naturales (Pineda *et al.*, 2006).

Por la problemática planteada, el uso inadecuado de insecticidas químicos y considerando la importancia que tiene *B. cockerelli* por los daños que ocasiona en los cultivos de solanáceas y el poco conocimiento que se tiene para su combate con especies vegetales polares y formulaciones botánicas comerciales, los objetivos de este estudio fueron investigar el potencial del uso de alternativas biorracionales para definir los tratamientos más eficientes en el manejo de esta plaga, determinando la actividad bioinsecticida de ocho especies vegetales en forma de extractos acuosos, evaluando la toxicidad de cinco extractos vegetales alcohólicos y determinando la efectividad biológica de siete formulaciones comerciales en el ciclo de vida de *B. cockerelli* (Sulc) (Hemíptera: Psyllidae).

## OBJETIVOS GENERALES

La presente investigación se realizó en dos fases experimentales para dar cumplimiento al objetivo de buscar alternativas biorracionales para controlar paratíoxa *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemíptera: Psyllidae) en laboratorio; expresando de esta manera los resultados alcanzados en dos capítulos de información científica de acuerdo a los objetivos particulares planteados, siendo estos los siguientes:

1. Determinar de la susceptibilidad de *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemíptera: Psyllidae) a extractos vegetales con propiedades bioinsecticidas en laboratorio
2. Evaluar la efectividad biológica de formulaciones comerciales en los estadios biológicos de *B. cockerelli* (Sulc) (Hemíptera: Psyllidae) en laboratorio.

## HIPÓTESIS

### Hipótesis Alternativa (Ha)

Al menos uno de los extractos vegetales y de las formulaciones comerciales tienen más del 40 % de efectividad en el control de *B. cockerelli* en el cultivo del tomate en laboratorio.

### Hipótesis Nula (Ho)

El efecto de mortalidad sobre los diferentes instares de *B. cockerelli* es el mismo para todos los tratamientos.

## LITERATURA CITADA

- Apablaza, J. 2000. Introducción a la entomología general y agrícola. Ediciones Universidad Católica de Chile. Tercera edición. Chile. 339 pp.
- Aragón, G. A., J. F. López-Olguín, A. M. Tapia R., V. G. Cilia L. y B. C. Pérez-Torres. 2002. Extractos vegetales una alternativa para el control de plagas del amaranto *Amaranthus hypochondriacus* L. Memorias del VIII Simposio Nacional sobre Sustancias Vegetales y Minerales en el Control de Plagas. Colegio de Postgraduados. S.L.P., México. Pp. 52-62.
- Avilés-González, M. C., F. Domínguez A., U. Nava C. J. J. Wong P., J. J. Pérez V. y S. Valverde F. 2005. Evaluación de la efectividad biológica de varios insecticidas para el control del Psílido del tomate *Bactericera* (=Paratrioza) *cockerelli* (Sulc.) (Homóptera: Psyllidae) en el cultivo de chile Bell en la Cruz de Elota, Sinaloa, México. Second World Pepper Convention 2005 / Segunda Convención Mundial de Chile.
- Bujanos, M., R., T.J.A. Garzón y J.A. Marín. 2005. Manejo integrado del pulgón saltador *Bactericera* (=Paratrioza) *cockerelli* (Sulc.) (Hemiptera: Triozidae) en los cultivos de solanáceas en México. Pp. 93-99. In: Segunda convención mundial del chile, INIFAP, Campo Experimental Bajío, Celaya, Guanajuato, México; INIFAP, Unidad de Biotecnología, Campo Experimental Valle de Culiacán, Sinaloa, México; INIFAP, campo Experimental Bajío, Celaya, Guanajuato.
- Burckhardt, D. & P. Lauterer. 1997. A taxonomic reassessment of the trioziid genus *Bactericera* (Hemiptera: Psylloidea). *Journal of Natural History*, U.K. 31:99-153.
- Cadena, H., M. A. y Galindo, A. J. 1985. Reducción de la incidencia de la Punta Morada de la Papa por medio de fechas de siembra, genotipo de la planta y aplicación de insecticidas. *Rev. Mex.de Fitopatol.* 3: 100-104.
- Cadena, H. M. A., R. Guzmán P., M. Díaz V., T. E. Zavala Q., O. S. Magaña T., I. H. Almeida L., H. López D., A. Rivera P., y O. Rubio C. 2003. Distribución, incidencia y severidad del pardeamiento y la brotación anormal en los tubérculos de papa (*Solanum tuberosum* L.) en los valles altos y sierras de los estados de México, Tlaxcala y el Distrito Federal, México. *Rev. Mex. Fitopatol.* 21(3): 248-258.
- Cadena, H. M. A., y J. Galindo A. 1985. Reducción de la incidencia de la Punta Morada de la Papa por medio de fechas de siembra, genotipo de la planta y aplicación de insecticidas. *Rev. Mex. Fitopatol.* 3(2): 35-40.
- Choi W. I., E. H. Lee, B. R. Choi, H. M. Park and Y. J. Ahn. 2003. Toxicity of plant essential oils to *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae). *Journal of Economic Entomology* 96 (5): 1479-1484.
- Crawford, D. L. 1911. American Psyllidae III. (Trioziinae). *Pomona College Journal Entomology*, 3:422-453.
- Díaz, G. O., E. I. Tejeda M., y A. L. Avalos. 2005. Efecto de insecticidas biorracionales y mezclas de hongos sobre *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Homóptera: Psyllidae). *Entomología Mex.* 5: 539-541.
- Durán, M.J. 2004. Guía de Ingredientes Activos de Bioplaguicidas. Serie Técnica. Manual Técnico. CATIE. Proyecto Fomento de Productos Fitosanitarios No Sintéticos. CATIE/GTZ. Turrialba, Costa Rica. 92 p.
- Garzón T., J. A., Garzón C., J. A., Velarde F. S., Marín J. A. y Cárdenas V., O. G. 2005. Ensayos de transmisión del fitoplasma asociado al "Permanente del Tomate" por el Psílido *Bactericera cockerelli* Sulc. en México. En Memorias del Congreso Nacional de Entomología. 672-675 pp.
- Garzón, T. J. A. 2003. Asociación de Paratrioza *cockerelli* Sulc. con enfermedades en papa (*Solanum tuberosum*) y tomate (*Lycopersicon lycopersicon* Mil. Ex Fawnl) en México. In: Taller sobre Paratrioza *cockerelli* Sulc. como plaga y vector de fitoplasmas en hortalizas. Fundación Produce Sinaloa, A.C. 2 da. ed. Culiacán, México. pp: 79- 87.
- Garzón-Tiznado, J.A., O. G. Cárdenas-Valenzuela, R. Bujanos-Muñiz, A. Marín-Jarillo, A. Becerra-Flora, S. Velarde-Félix, C. Reyes-Moreno, M. González-Chavira & J. L. Martínez-Carrillo. 2009. Asociación de Hemiptera: Triozidae con la enfermedad "Permanente del tomate" en México. *Agricultura Técnica en México*, 1:58-69.
- Garzón-Tiznado, J. A., 1984. Enfermedad del "Permanente" del jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en Celaya, Guanajuato. Pp. 138. In: XI Congreso Nacional de Fitopatología. San Luis Potosí.
- Hansen, A.K., Trumble, J.T., Stouthamer, R., Paine, T.D., 2008. A new Huanglongbing species, "Candidatus Liberibacter psyllaourous", found to infect tomato and potato, is vectored by the psyllid *Bactericera cockerelli* (Sulc.). *Appl. Environ. Microbiol.* 74, 5862 - 5865.
- INIFAP, 2007. Manejo Integrado de Paratrioza *Bactericera cockerelli* Sulc. Coyoacán, México. 20pp.
- Leyva-López, N. E., J. C. Ochoa, D. Leal, & J. P. Martínez. 2002. Multiple phytoplasmas associated with potato diseases in Mexico. *Canadian Journal of Microbiology*, 48:1062-1068.
- Liefting, L.W., Perez-Egusquiza, X.C., Clover, G.R.G., 2008. A new 'Candidatus Liberibacter' species in *Solanum tuberosum* in New Zealand. *Plant Dis.* 92, 1474.

- Liefting, L.W., Southerland, P.W., Ward, L.I., Paice, K.L., Weir, B.S., Clover, G.R.G., 2009. A new "Candidatus Liberibacter" species associated with diseases of solanaceous crops. *Plant Dis.* 93, 208 - 214.
- Lin, H., Doddapaneni, H., Munyaneza, J.E., Civerolo, E.L., Sengoda, V.G., Buchman, J.L., Stenger, D.C., 2009. Molecular characterization and phylogenetic analysis of 16S rRNA from a new "Candidatus Liberibacter" strain associated with Zebra Chip disease of potato (*Solanum tuberosum* L.) and the potato psyllid (*Bactericera cockerelli* Sulc). *J. Plant Pathol.* 91, 215 - 219.
- Liu, D., and T. J. Trumble. 2004. Tomato psyllid behavioral responses to tomato plant lines and interactions of plant lines with insecticides. *J. Econ. Entomol.* 97(3):1078-1085.
- Liu, D., L. Johnson, & J. T. Trumble. 2006. Differential responses to feeding by the tomato/potato psyllid between two tomato cultivars and their implications in establishment of injury levels and potential of damaged plant recovery. *Insect Science*, 13:195-204.
- López-Durán, M.F. 2009. Efectividad biológica de insecticidas contra el psílido de la papa (*Bactericera cockerelli* Sulc) en Metepec, Edo. de México y transmisión de bacterias no cultivadas asociadas a enfermedades en papa (*Solanum tuberosum* L.) Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, México.
- Marín, J. A., J. A. Garzón T., A. Becerra F., C. Mejía A., R. Bujanos M., y K. F. Byerly M. 1995. Control biológico y morfología del salerillo *Paratrioza cockerelli* (Sulc.) (Homóptera: Psyllidae) vector de la enfermedad "Permanente del Tomate" en el Bajío. *Manejo Integrado de Plagas* 38:25-32.
- Miller, G. L., D. R. Miller, and R. W. Carlson. 2000. Psylloidea Web Page. <http://www.sel.barc.usda.gov/psyllid/psyllidframe.html>.
- Morales, F. J., C. Cardona, J. M. Bueno y I. Rodríguez. 2006. Manejo Integrado de enfermedades de plantas causadas por virus transmitidos por mosca blanca. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Colombia. Pp. 1-24.
- Munyaneza, J.E., J.M. Crosslin & J.E. Upton. 2007. Association of *Bactericera cockerelli* (Homoptera: Psyllidae) with "zebra chip", a new potato diseases in Southwestern United States and Mexico. *Journal of Economic Entomology*, 100:656- 663.
- Munyaneza, J.E., Crosslin, J.M., Upton, E.J., 2007a. Association of *Bactericera cockerelli* (Homoptera: Psyllidae) with "Zebra Chip", a new potato disease in South-western United States and Mexico. *J. Econ. Entomol.* 100, 656 - 663.
- Munyaneza, J.E., Goolsby, J.A., Crosslin, J.M., Upton, E.J., 2007b. Further evidence that Zebra Chip potato disease in the Lower Rio Grande Valley of Texas is associated with *Bactericera cockerelli*. *Subtropic. Plant Sci.* 59, 30 - 37.
- Munyaneza, J. E., Sengoda, V. G., Crosslin, J. M., Rosa-Lozano, G. D., A. Sánchez. 2009. First report of *Candidatus Liberibacter psyllauros* in potato tubers with Zebra Chip disease in Mexico. *Plant Dis.* 93, 552.
- Muñiz, B.R.; Garzón, T.J.; Jarillo, M.A. 2005. Manejo integrado del pulgón saltador *B. cockerelli* en los cultivos de Solanáceas en México. Segunda Convención Mundial de Chile. pp 93 – 99.
- Ortega, A., L. D., A. Lagunes T., C. Rodríguez H. R. Alatorre R. y N. M. Bárcenas. 1998. Suceptibilidad a insecticidas en adultos de mosquita blanca *Trialeurodes vaporariorum* (West.) (Homóptera: Aleyrodidae) de Tepoztlán, Morelos, México. *Agrociencia* 32: 249-254.
- Ortega, A. L. D. 2008c. Resistencia de moscas blancas a insecticidas. *In: Moscas blancas temas selectos sobre su manejo.* S. infante G. (ed.). 1ª. Edición. Colegio de Postgraduados. Mundi prensa. México, D.F. pp. 57-67.
- Pineda, S., G. Smaghe, M. I. Schneider, P. Del Estal, E. Viñuela, A. M. Martínez and F. Budia. 2006. Toxicity and pharmacokinetics of spinosad and methoxyfenozide to *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae). *Environ. Entomol.* 35:856-864.
- Prabhaker N., Coudriet, L. D. and D. F. Meyerdirk. 1985. Insecticides resistance in the sweetpotato whitefly *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). *Journal of Economic Entomology* 78: 748-752.
- Ramírez, M. M., and J. Ramos-Elorduy C. 1978. Populations of leafhoppers (Homóptera: Cicadellidae) on 12 varieties of potato in Chapingo, México, and their possible relation to "purple-top wilt" disease. *Agrociencia* 34:79-90.
- Rodríguez H., C. 2000b. Plantas contra plagas: potencial practico de ajo, anona, nim, chile y tabaco. Red de acción sobre plaguicidas y alternativas en México. pp. 1-25.
- Santos-Cervantes, M. E., J. A. Chávez-Medina, J. A. Fierro-Coronado, R. D. Ruelas-Ayala, M. A. Barreras-Soto, J. Méndez-Lozano & N. E. Leyva-López. 2007. First report of *Candidatus "Phytoplasma asteris"* infecting tomatillo (*Physalis ixocarpa*) in Sinaloa, México. *Plant Pathology*, 56:721.
- SENASICA. 2004. Manual operativo para la atención de la Paratrioza (*Bactericera cockerelli* Sulc). México, D. F. 43 p.
- SIAP. 2010. Producción agrícola por cultivo y por estado <http://www.siap.gob.mx>.
- Sulc, K. 1909. Trioza *cockerelli* n.sp., a novelty from North America, being also of economic importance. *Acta Societatis Entomologicae Bohemiae*, 6:102-108.

- Tiscareño, I.M.A., L.D. Ortega A., C. Rodríguez H. & C. Villar M. 2002. Efectividad biológica de insecticidas para el control de insectos chupadores en el cultivo de chile (*Capsicum annum* L.) en el altiplano postosino. *Biotam Nueva Serie*, 13:47-62.
- Yang, X. B., Y. M. Zhang, L. Hua, L. N. Peng, J. E. Munyaneza, J. T. Trumble and T. X. Liu. 2010. Repellency of selected biorational insecticides to potato psyllid, *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Psyllidae). Elsevier. *Crop Protection* 29 1320 – 1324.

## CAPITULO I

### DETERMINACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD DE *Bactericera cockerelli* (Sulc) (HEMÍPTERA: PSYLLIDAE) A EXTRACTOS VEGETALES CON PROPIEDADES BIOINSECTICIDAS EN LABORATORIO.

#### RESUMEN

Con el propósito de identificar extractos vegetales eficaces para el manejo del psílido de la papa y del tomate *Bactericera cockerelli* Sulcer, se realizó la investigación en la “Bioplanta” del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR) del Instituto Politécnico Nacional (IPN), ubicado en Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, México. Para tal efecto fueron evaluados ocho especies vegetales en forma acuosa *Ambrosia artemisiifolia* L., *Azadirachta indica* Adr. Juss., *Gymnosperma glutinosum* (Spreng) Less., *Melia azedarach* L., *Piper auritum* Kunth., *Raphanus raphanistrum* L., *Ricinus communis* L. y *Taraxacum officinale* (L.) Weber y cinco de ellas en forma alcohólica *A. artemisiifolia*, *M. azedarach*, *P. auritum*, *R. communis* y *T. officinale* utilizando un diseño experimental completamente aleatorio con cuatro repeticiones, el cual fue iniciado en junio de 2009 y finalizado en junio de 2010. La variable de respuesta fue el número de huevecillos, ninfas y adultos de *B. cockerelli* muertas 24 h después de la aplicación de los tratamientos. En la investigación se encontró que el mejor tratamiento evaluado a una concentración de 200 mg mL<sup>-1</sup> para ninfas de V instar fue *A. indica* con un 75 % de mortalidad y *M. azedarach* con un 55.55 %. Para la concentración de 100 mgmL<sup>-1</sup> con extractos vegetales mediante maceración alcohólica los tratamientos con mayor efectividad fueron *M. azedarach* y *R. communis* cuando se extrajeron sus propiedades insecticidas a partir de semillas. Cuando la extracción se realizó de material vegetal a partir de hojas *M. azedarach* y *R. communis* presentaron un 80 % de mortalidad. En ninfas de IV instar con la aplicación de la concentración de 200 mg mL<sup>-1</sup> se encontró que los mejores tratamientos fueron *R. raphanistrum* con 66.67 % de mortalidad seguido de *M. azedarach* con 58.33 %, *A. indica* con un 55.56 % y *A. artemisiifolia* con un 52.78 %. Para la concentración evaluada en 100 mg mL<sup>-1</sup> todos los tratamientos presentaron efectividad biológica, *R. communis* semilla presentó un 100 % de mortalidad, *M. azedarach* semilla un 90 % y *M. azedarach* hoja un 82.5 %, los tratamientos restantes se mantuvieron en el rango de mortalidad de 67.5 – 77.5 %. En la evaluación de la concentración de 200 mg mL<sup>-1</sup> sobre ninfas de III instar se encontró que los mejores tratamientos fueron *M. azedarach* y *R. raphanistrum* con un 75 % de efectividad, seguido por *A. artemisiifolia* con un 63.89 %. El mejor tratamiento al evaluarlo a 100

mg mL<sup>-1</sup> fueron *R. communis* y *M. azedarach* cuando se extrajo el material experimental a partir de semillas, obteniendo un 100 % de mortalidad, y estos mismos tratamientos extraídos a partir de hojas presentaron un 90 %. Los mejores tratamientos para la evaluación de la concentración de 200 mg mL<sup>-1</sup> sobre ninfas de II instar fueron *A. indica*, *M. azedarach* y *R. raphanistrum* con un 83.33 %. *A. artemisiifolia* con un 72.22 % y *T. officinale* con un 50 % de efectividad biológica. En la evaluación de la concentración de 100 mg mL<sup>-1</sup> en este instar biológico presentaron un 100 % de efectividad *M. azedarach* y *R. communis* cuando se extrajeron de semillas y cuando se utilizó hojas se obtuvo un 90 y 80% respectivamente y *A. artemisiifolia* resultó con un 82.5 %. Los mejores tratamientos para la evaluación de I instar a una concentración de 200 mg mL<sup>-1</sup> resultaron ser *M. azedarach* con un 90 %, en segundo lugar se encontró *A. indica* con un 87.50 % y *R. raphanistrum* con un 85 %. El mejor tratamiento a una concentración de 100 mg mL<sup>-1</sup> resultó ser *M. azedarach* con un 100 % de efectividad cuando se extrajo a partir de hojas y semillas, el mismo caso se presentó cuando se utilizaron semillas de *R. communis* presentando un 85 % de mortalidad cuando se extrajo el material a partir de hojas y para *A. artemisiifolia* se obtuvo una mortalidad de 82.5 %. Para el caso de las evaluaciones en huevecillos ningún tratamiento en las tres concentraciones 200, 100 y 10 mg mL<sup>-1</sup> sobrepasó el 10 % de efecto ovicida, encontrándose que *G. glutinosum* no permitió la eclosión de un 10 % de los huevecillos con la concentración de 200 mg mL<sup>-1</sup>, de un 7.50 % con la concentración de 10 y 100 mg mL<sup>-1</sup> al igual que *R. communis* cuando se evaluó a 200 mg mL<sup>-1</sup>. Para las tres concentraciones evaluadas ningún tratamiento tuvo efectividad biológica por no sobrepasar el 40 % de mortalidad, los mejores tratamientos a 100 mg mL<sup>-1</sup> fueron *R. communis* semilla y *M. azedarach* semilla y hojas con un 20 % de mortalidad. Para estadio adulto el mejor tratamiento evaluado a una concentración de 200 mg mL<sup>-1</sup> fue *A. indica* con un 85 % de efecto de mortalidad, seguido por *R. communis* con un 80 %. Cuando se estableció el experimento a una concentración de 100 mg mL<sup>-1</sup> presentaron un 90 % de mortalidad los tratamientos a partir de hojas y semillas de *R. communis* y *M. azedarach* presento un 82.5 % cuando se extrajo de hoja y semilla.

## ABSTRACT

In order to identify effective plant extracts for management of potato psyllid and tomato *Bactericera cockerelli* (Sulc), this research was conducted in the "BioPlanta" of CIIDIR - IPN, located in Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, Mexico. For this purpose eight plant species were evaluated in aqueous extracts from *Ambrosia artemisiifolia* L., *Azadirachta indica* Adr. Juss., *Gymnosperma glutinosum* (Spreng) Less., *Melia azedarach* L., *Piper auritum* Kunth., *Raphanus. Raphanistrum* L., *Ricinus communis* L. and *Taraxacum officinale* (L.) Weber and five of them as alcoholic *A. artemisiifolia*, *M. azedarach*, *P. auritum*, *R. communis* and *T. officinale* using a completely randomized design with four replicates, which was launched in June 2009 and completed in June 2010. The response variable was the number of eggs, nymphs and adults of *B. cockerelli* killed 24 h after treatment application. The investigation found that the best treatment evaluated at a concentration of 200 mg mL<sup>-1</sup> for V instar nymphs was *A. indica* by 75% mortality and *M. azedarach* with 55.55%. For the concentration of 100 mgmL<sup>-1</sup> by maceration with alcoholic plant extracts the more effective treatments were *M. azedarach* and *R. communis* when its insecticidal properties were extracted from seeds. When the extraction of plant material was made from the leaves *M. azedarach* and *R. communis* showed 80% mortality. On IV instar nymphs when evaluated the concentration of 200 mg mL<sup>-1</sup> was found that the best treatments were *R. raphanistrum* with 66.67% mortality followed by *M. azedarach* with 58.33%, *A. indica* by 55.56% and *A. artemisiifolia* with 52.78%. For the concentration evaluated in 100 mg mL<sup>-1</sup> all treatments showed biological effectiveness, *R. communis* seeds showed 100% mortality, *M. azedarach* seed by 90% and *M. azedarach* leaf 82.5%, other treatments remained in the range of mortality of 67.5 - 77.5%. In assessing the concentration of 200 mg mL<sup>-1</sup> on III instar nymphs was found that the best treatments were *M. azedarach* and *R. raphanistrum* with 75% efficiency, followed by *A. artemisiifolia* with 63.89%. The best treatment when tested at 100 mg mL<sup>-1</sup> were *R. communis* and *M. azedarach* when the experimental material was extracted from seeds, obtaining a 100% mortality, and these same treatments extracted from leaves showed a 90%. The best treatments for the evaluation of the concentration of 200 mg mL<sup>-1</sup> of II instar nymphs were *A. indica*, *M. azedarach* and *R. raphanistrum* with 83.33%. *A. artemisiifolia* with 72. 22% and *T. officinale* with 50% of biological effectiveness. In assessing the concentration of 100 mg mL<sup>-1</sup> in this biological urge showed 100% effectiveness *M. azedarach* and *R. communis* when extracted from seeds and leaves when it was used was obtained by 90 and 80% respectively, and *A. artemisiifolia* was a 82.5%. The best treatments for assessing on I instar for a concentration of 200 mg mL<sup>-1</sup> were found to be *M. azedarach* with 90%, second was found *A. indica* by 87.50% and *R.*

*raphanistrum* with 85%. The best treatment at a concentration of 100 mg mL<sup>-1</sup> proved to be *M. azedarach* with 100% effectiveness when it was extracted from leaves and seeds, the same case was presented when seeds of *R. communis* showing an 85% mortality when the material was extracted from leaves and *A. artemisiifolia* was obtained a mortality of 82.5%. In the case of assessments in eggs no treatment in the three levels 200, 100 and 10 mg mL<sup>-1</sup> exceeds 10% ovicidal effect, found that *G. glutinosum* not allow the emergence of 10% of the eggs with a concentration of 200 mg mL<sup>-1</sup> of 7.50% with a concentration of 10 and 100 mg mL<sup>-1</sup> as *R. communis* when tested at 200 mg mL<sup>-1</sup>. For the three concentrations tested had no effective biological treatment shall not exceed 40% mortality, the best treatments at 100 mg mL<sup>-1</sup> were *R. communis* and *M. azedarach* seeds and leaves with 20% mortality. For the adult stage the best treatment evaluated at a concentration of 200 mg mL<sup>-1</sup> was *A. indica* by a 85% mortality effect, followed by *R. communis* with 80%. When the experiment was set at a concentration of 100 mg mL<sup>-1</sup> showed a 90% mortality treatment from leaves and seeds of *R. communis* and *M. azedarach* presented a 82.5% when extracted from leaf and seed.

## INTRODUCCIÓN

Los extractos vegetales son compuestos hechos a base de plantas de las cuales se extraen metabolitos secundarios mediante varias técnicas de extracción como las tisanas, maceración e infusión, con la ayuda de solventes como agua, etanol, metanol, etc. La calidad y concentración de las sustancias activas pueden llegar a variar de una estación a otra o con la localización de la planta, edad y madurez del material vegetal con que se prepara el extracto. La sustancia activa se encuentra a menudo concentrada en una parte específica de la planta, aunque frecuentemente se localizan en hojas, flores y semillas (Gutiérrez, 1988). Los extractos vegetales son sustancias naturales de acción específica, activos a pequeñas dosis y con nula o baja toxicidad, por lo tanto no constituyen peligro de contaminación al ambiente y son generalmente productos biodegradables (Rodríguez, 1999; Camarillo, 2007) la mayoría son de baja toxicidad a mamíferos (López-Olguín *et al.*, 2001), son de bajo costo, se encuentran al alcance de los productores, son fáciles de obtener y su preparación es accesible (Sutherland *et al.*, 2002).

Las propiedades insecticidas de las plantas han sido utilizadas por el hombre desde la antigüedad gracias a los principios activos que poseen (Aragón *et al.*, 2002); los principios activos que presentan las plantas se deben a los compuestos químicos que las hacen útiles. Se sabe, por ejemplo, que las plantas muy jóvenes o muy viejas tienen menor concentración de principio activos; que los suelos ácidos favorecen a las plantas productoras de alcaloides y que la humedad del suelo tiene un efecto directo sobre la concentración de estos compuestos. Una sola planta puede contener de ocho a diez principios activos, lo que indica la complejidad y riqueza bioquímica que existe en la naturaleza (Ocegueda *et al.*, 2005). En diversas partes del mundo, un número importante de plantas se ha estudiado y se les conocen diferentes mecanismos de acción que pueden ser útiles para el manejo de plagas (Grainge y Ahmed, 1988; Simmonds *et al.*, 2004). En México se han realizado evaluaciones desde la década de los 80's y se tiene información de 1,600 especies vegetales pertenecientes a 159 familias, mismas que han mostrado en diferente medida un efecto tóxico o anti alimentario en 112 especies de artrópodos (Lagunes, 1993).

Las sustancias que se extraen de las plantas, en general, son moléculas orgánicas que tienen carbonos en su estructura principal, además de hidrógenos, oxígenos y a veces nitrógenos, entre otros elementos. En algunas plantas esto elementos se combinan bajo ciertas condiciones, formando

sustancias tóxicas a herbívoros y mamíferos (Rodríguez, 2002). Las sustancias naturales de las plantas no son tan agresivas ni fulminantes como los insecticidas convencionales, por lo que no se consideran insecticidas, si no insectistáticos por provocar inhibición de la alimentación, del crecimiento y de la oviposición en diferentes fases y diversos niveles, lo cual es evidente en la protección del cultivo y en una menor densidad de la población de la plaga (Rodríguez, 2000b).

En la literatura internacional especializada hay reportes sobre el conocimiento de las propiedades insecticidas de un número elevado de plantas. Los estudios realizados incluyen la caracterización química y biológica de los principales compuestos responsables de tal efecto, destacándose los alcaloides, esteroides, terpenoides, fenoles, etc. Particularmente para México, Lagunes (1993) documentó que de 430 especies vegetales evaluadas en el periodo de 1981 – 1992, se detectaron 157 especies promisorias para el combate de plagas en la agricultura de subsistencia. También existen numerosos testimonios de la efectividad de plantas, en forma de polvos, cenizas o extractos de algunas de sus partes o plantas completas, en la protección de diversos cultivos. Sobresalen de esa lista las especies de *Artemisia spp.* (Asteraceae), *Ricinus communis* (Euphorbiaceae), *Melia azedarach* (Meliaceae) y más recientemente *A. indica* (Meliaceae) (Rodríguez, 2000b).

La extracción de las sustancias activas de especies vegetales se hace comúnmente con agua, pero con la necesidad de extraer compuestos activos de fase intermedia, de acuerdo a la polaridad de los compuestos, se utilizan otros solventes de mayor capacidad de arrastre, como lo es el alcohol o etanol, esto debido a que las plantas tienen distintas polaridades y se considera que el alcohol es un solvente de extracción media. Ortega y Schuster (2000) menciona que la conveniencia de utilizar compuestos polares en la extracción (como lo es el caso de los extractos vegetales acuosos) radica en la disminución de efectos colaterales además de los costos de producción. La mayoría de las investigaciones que actualmente se realizan sobre el uso de sustancias vegetales para el control de plagas están enfocadas a encontrar especies de plantas con propiedades contra adultos (Barnard, 1999; Fradin and Day, 2002), y se requiere continuar evaluando diversas especies de plantas de varias regiones, para encontrar plantas con alto potencial en el control de plagas e implementar estrategias de manejo integrado en la agricultura, haciendo mejor uso de los recursos naturales y reduciendo el uso actual de insecticidas organosintéticos.

Es por ello, que en la búsqueda de alternativas de control con productos que no contaminen al medio ambiente y al ser humano, encontramos los extractos vegetales, que en la investigación tiene

como objetivo determinar la actividad bioinsecticida de extractos vegetales con propiedades insectistáticas para el control de *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemíptera: Psyllidae) evaluando el efecto de mortalidad de ocho especies vegetales con propiedades insecticidas mediante extracción acuosa de *A. artemisiifolia*, *A. indica*, *G. glutinosum*, *M. azedarach*, *P. auritum*, *R. raphanistrum*, *R. communis* y *T. officinale*; y cinco de estas especies vegetales mediante la extracción alcohólica de *A. artemisiifolia*, *M. azedarach*, *P. auritum*, *R. communis* y *T. officinale* para el control de *B. cockerelli* (Sul) (Hemíptera: Psyllidae) en condiciones de laboratorio.

## OBJETIVOS

Los extractos vegetales son alternativas biorracionales con amplias perspectivas para el control de *Bactericera cockerelli* (Sulc) en sus distintos estadios biológicos, por lo que en esta investigación se plantearon los siguientes objetivos:

1. Evaluar la efectividad biológica en los estadios biológicos de paratrioza *B. cockerelli* de ocho especies vegetales mediante la extracción acuosa de sus propiedades hidrosolubles en condiciones de laboratorio.
2. Evaluar el efecto de mortalidad de cinco especies vegetales mediante la extracción alcohólica de sus principios insectistáticos sobre *Bactericera cockerelli* en laboratorio.
3. Identificar la concentración letal media ( $CL_{50}$ ) de los extractos vegetales acuosos y alcohólicos sobre los instares biológicos de *Bactericera cockerelli*.

## REVISIÓN DE LITERATURA

Las plantas han evolucionado por más de 400 millones de años y para oponerse al ataque de los insectos han desarrollado un buen número de mecanismos de protección, como la repelencia y la actividad insecticida. Es así como muchas especies diferentes de plantas contienen materiales insecticidas naturales; alguno de los cuales han sido utilizado por el hombre como insecticida desde tiempos muy remotos, aunque muchos de ellos no pueden ser extraídos provechosamente. Sin embargo, varios de estos extractos han proporcionado valiosos insecticidas de contacto que tienen la ventaja de que su uso parece no provocar el surgimiento de las cepas de insectos resistentes en el mismo grado que los insecticidas sintéticos (Cremllyn, 1995).

La mayoría de los extractos vegetales están permitidos en todas las normas de agricultura orgánica aunque otros están restringidos o prohibidos, sobre todo cuando el procedimiento o el uso del producto ejerce un impacto ambiental desmedido (Gómez *et al.*, 1999). El interés renovado por los productos botánicos, no sólo como fuente de nuevas materias activas sino también como extractos y otros derivados vegetales, se percibe a través de la comercialización de insecticidas botánicos basados en extractos estandarizados de plantas, lo que refuerza la importancia práctica que está adquiriendo este tipo de plaguicidas (Rodríguez, 2002a).

### **Formación y características de los principios activos en las plantas**

En la naturaleza existen plantas que cuentan con metabolitos secundarios tóxicos, esto les permite actuar como antagonistas de patógenos bióticos y plagas (Zavaleta-Mejía, 1999), se producen como mezclas de productos muy relacionados químicamente entre sí; los metabolitos secundarios son muy variados, entre los metabolitos más estudiados se puede mencionar la sesquiterpenlactonas (se encuentran en las tricomas de las hojas, son pocos frecuentes en los tallos y las flores), flavonoides (se localizan en las vacuolas de todas las partes de las plantas como fruto, polen, raíz, corazón de la madera, etc), glucósidos cianogénicos (se pueden encontrar en la raíz, flores, tallos, semillas y hojas, en las vacuolas existe mayor concentración), taninos (se almacenan en la corteza, hojas, raíces, semillas y frutos), alcaloides (se encuentran en todas las partes de la planta, pero no al mismo tiempo), terpenoides, saponinas, oxalatos y aceites esenciales, etc (Granados *et al.*, 1989).

En las partes de las hojas que reciben la savia bruta a través del tallo, mediante la acción de unos complejos enzimáticos o fermentos que contienen, elaboran dos clases de compuestos nitrogenados; los prótidos o proteínas, nutrientes imprescindibles para la vida y los alcaloides, principios activos de acción fisiológica específica y energética.

Los aceites esenciales son también desechos del metabolismo de la planta, comprende las esencias vegetales y las resinas. Se presentan en emulsiones que tienden a formar gotitas y son los compuestos que dan perfume a los vegetales. Los monoterpenoides son compuestos de los aceites vegetales (alfa pineno, 3-careno, gopipol y cucurbitacina) y los efectos que se han estudiado sobre los insectos son: alteraciones en la conducta, fisiología sensorial, endocrinología y metabolismo. Los alcaloides casi siempre saben amargos, son componentes nitrogenados cuya función en la planta no está bien determinada. Su química es compleja y se les clasifica, según la composición de su núcleo, aparecen en diversos órganos, según la especie vegetal; la nicotina se sintetiza en las raíces del tabaco, pero se acumula únicamente en sus hojas (López, 1995).

El proceso de extracción de compuestos secundario a partir de plantas es determinante para incrementar la eficiencia de los productos. Los principios insecticidas tienen determinada polaridad y el solvente a utilizar debe ser el adecuado, además, estos compuestos por lo general se encuentran en cierta estructura vegetal (Rodríguez, 2002). Existen distintas formas de obtención de las propiedades de las plantas y algunas de ellas pueden ser: infusión, decocción, maceración y remojo (Meneses, 2003).

Nieves-Ordaz y Ruíz-Nolasco (2002) señalan que las plantas, a través de un metabolismo secundario elaboran compuestos, que como mensajeros o señales químicas, se encuentran en el espacio que las circunda y actúan sobre el comportamiento y fisiología de los insectos plaga y que estos aleloquímicos se les llama alomonas, sustancias que provocan en el insecto receptor un alejamiento de la fuente emisora (receptor), o un efecto de disuasión una vez que el insecto está posado sobre la planta emisora.

### **Especies vegetales con propiedades insecticidas en el control de plagas.**

El uso de sustancias vegetales y sus derivados como método de control de plagas se ha utilizado desde épocas antiguas; este conocimiento empírico se ha retomado para combatir insectos difíciles de

manejar por el uso inadecuado de insecticidas convencionales. Los productos vegetales con acción fitosanitaria se han utilizado desde los chinos, griegos y romanos; como polvos a partir de *Veratrum album* L., extractos de tejo *Taxus baccata* L., nim *A. indica*. Docenas de plantas que se observan comúnmente, tienen el potencial de ser utilizadas para preparar insecticidas (Rodríguez, 2000b).

Durante el siglo XVII, se aislaron compuestos para hacer más eficiente su efecto contra insectos. Esto sirvió de base para la síntesis de insecticidas como los carbamatos a partir de la haba de calabar *Physostigma venenosum* Balf., y piretroides a partir de piretrinas de la flor del piretro *Crysanthemum cinerariaefolium* Vis. En la actualidad se busca la implementación del manejo biorracional a través de la prevención de daños al cultivo (Rodríguez, 2000b).

Después de la segunda guerra mundial (1940), el combate de plagas se caracterizó por el descubrimiento y posteriormente el desarrollo de insecticidas orgánicos de síntesis química, como los organoclorados, organofosforados y carbamatos, que sustituyeron a la nicotina y piretrinas. Los problemas ocasionados por el uso de estos insecticidas fueron eminentes. Una nueva etapa se sustentó con investigación más detallada acerca de la relación insecto-planta, con plantas y compuestos bioactivos cuyo potencial fue evaluado por medio de bioensayos, como ejemplo surgió la síntesis de los piretroides a partir del piretro, la extracción de moléculas con múltiples modos de acción del nim y la elaboración de productos comerciales a partir de esta planta (Rodríguez, 2000b; Philogéne *et al.*, 2004).

Numerosas especies vegetales han sido evaluadas y tienen un gran potencial en el control de diversos insectos plaga, como es el caso del ajo *Allium sativum* L., anona *Annona* spp., nim *A. indica*, chile *Capsicum* spp., tabaco *Nicotiana tabacum* L. (Rodríguez, 2000b); higuera *R. communis*, epazote *Telexys ambrosioides* (L.) W.A. Weber (Rodríguez, 2000a), chicalote *Argemone mexicana* L., jengibre *Zingiber cassumunar* Roxb., mastuerzo *Tropaeolum majus* L., quelites *Chenopodium* spp. y cempasúchil *Tagetes* sp. (Gioanetto y Cerna, 2000), entre otros. Su actividad biológica se debe a la presencia de compuestos activos característicos de cada especie vegetal y las proporciones que se mantienen durante la fenología de la planta.

En el occidente de Nicaragua se implementó un programa sobre el uso de especies botánicas como plaguicidas, se trabajó con siete cultivos, nueve especies de plagas y siete especies de plantas con propiedades insecticidas. Las especies de mejor efecto fueron: ajo con 80 % de protección sobre

semillas, el chile con 16 a 71 % de control sobre cogollero, hoja de nim con 60 a 82 % en cogollero y 20 % sobre *Nezara viridula* L. (Leyva y Baca, 1998). Según García-Mendoza (1997) al evaluar extractos vegetales sobre la incidencia de mosca blanca en plantas de tomate, identificó que los mejores tratamientos que presentaron control sobre *Bemisia tabaci* (Gennadius) fueron *A. artemisiifolia* y *R. raphanistrum* cuando se utilizó alcohol y acetato de etilo para extraer sus compuestos fitoquímicos en comparación con la extracción acuosa.

El uso y la elaboración de extractos vegetales por los productores es una alternativa complementaria en el manejo integrado de plagas que incide en la reducción del uso de agroquímicos. Las plantas son consideradas como la fuente de compuestos químicos más importante que existe (Carrillo-Rodríguez *et al.*, 2007). Rodríguez y Ortega (1995) y Rodríguez (2000b) anotan que la vida útil de estos preparados es aproximadamente de seis días, por lo que es posible programar el número de aplicaciones al cultivo (Rodríguez, 2002c).

#### ***Ambrosia artemisiifolia* L. (Asteraceae).**

El género *Ambrosia*, contiene cerca de 35 a 40 especies pertenecientes a la familia Asteraceae es una maleza nociva anual y es originaria de América del Norte (Wan *et al.*, 2005). Invade los campos de cultivo y reduce la productividad de estos (Weaver, 2003; Harrison y Regnier, 2003). Es utilizado como un té en el tratamiento de la neumonía, fiebre, náuseas, calambres intestinales, diarrea y trastornos menstruales (Foster y Duke, 1990). El polen se cosecha comercialmente y se elaboran preparaciones farmacéuticas para el tratamiento de las alergias a la planta (Facciola, 1990). Por lo menos 20 enzimas diferentes se han identificado en los extractos de polen de los cuales se ha encontrado que poseen actividades enzimáticas (Blanchard y Gardner, 1976). La composición química del aceite esencial de *A. artemisiifolia* ha sido estudiada en los últimos años y recientemente, se ha reportado la actividad antimicrobiana del aceite esencial (Wang *et al.*, 2006). Muchos tipos de metabolitos incluyendo lactones, sesquiterpenos, compuestos fenólicos, ambrosin, isabelin y psilostachyin han sido aislados e identificados en esta especie (Bloszyk *et al.*, 1992; Chalchat *et al.*, 2004; Tamura *et al.*, 2004) derivados del ácido cafeico (Wang *et al.*, 2006).

Pérez-Pacheco *et al.*, (2004) no encontró acción larvicida en el extracto acuoso de la planta completa de *A. artemisiifolia* en mosquito *Culex quinquefasciatus* Say, a una dosis de 5, 15 y 25 %. No obstante,

Kvist y Alarcón (2008) reportan 75 registros de plantas con propiedades insecticidas en Ecuador, entre las especies resalta *Ambrosia. Arborescens* Mill., usada principalmente para eliminar pulgas. Altieri (1995) encontró un efecto repelente de ambrosia silvestre *A. artemisiifolia* contra el escarabajo de la col *Phyllotreta cruciferae* Goeze.

***Azadirachta indica* Adr. Juss. (Meliaceae).**

El nim contiene un grupo variado de sustancias bioactivas con un alto efecto biológico, de las cuales destaca la azadiractina A, de origen natural y tiene la ventaja que puede sustituir a los agroquímicos sintéticos en el control de plagas; y otras sustancias importantes como la salanina y la nimbina. El conjunto de estas sustancias y, por la acción específica de cada una de ellas, producen en los insectos distintos efectos (Estrada, 2008). *A. indica* es una planta plaguicida con un amplio espectro de efectividad, tiene acción insecticida, repelente, inhibidor de crecimiento, fungicida y nematocida. Se puede utilizar toda la planta, pero las semillas tienen las concentraciones más altas de ingrediente activo (Meneses, 2003).

Se ha demostrado que tanto extractos como hojas y semillas del nim, pueden ser usados con éxito para controlar a más de 200 especies de insectos dañinos, entre los que se encuentran plagas de importancia económica como lo es *B. cockerelli* (Sulc). Los productos naturales elaborados a partir de compuestos de plantas como la azadiractina, que es un tetranortriterpenoide extraído de *A. indica*, son productos que tienen como ventaja ser biodegradables y no producir desequilibrio en los ecosistemas, al ser de origen vegetal (Adhel y Sehnal, 2000). Estos bioinsecticidas provocan un impacto mínimo sobre la fauna benéfica; son efectivos contra las plagas agrícolas y no tienen restricciones toxicológicas (Ma *et al.*, 2000; Sutherland *et al.*, 2002).

Los extractos de nim, en particular el triterpeno azadiractina y sus derivados presentan efecto antialimentario, repelente, insecticida, regulador del crecimiento y son causantes de esterilidad en hembras adultas (Schmutterer, 1990). Jarquín-Martínez (2008), al evaluar extractos vegetales de nim, en dos concentraciones de 10 y 20 % sobre *B. cockerelli*, obtuvo que *A. indica* tiene un 98 % de mortalidad al utilizar la concentración del 20 % y un 48 % cuando utilizó la del 10 %.

Según Bahena-Juárez y Chávez en el 2007, los compuestos mayoritarios detectados en *A. indica* (Meliácea) mediante HPLC (método cromatográfico) y su identificación con espectrometría de masas, fueron: azadirona (21.68%); nimbina (17.1%); salanina (13.7%); azadiractina (12.09%); nimbidina (4.11%); caenferol (2.23%); B-Sitosterol (1.15%); quercursertina (1.09%); ácido margosico (0.79%); nimbinina (0.49%); ácido vanílico (0.49%) y praisina (0.37).

***Gymnosperma glutinosum* (Spreng) Less. (Asteraceae).**

Esta planta crece en áreas perturbadas en asociación con la vegetación y las cosechas secundarias (Rzedowski y Rzedowski, 1985). En México, *G. glutinosum* se conoce como “tatalencho” o “popote” y se utiliza para el tratamiento del reumatismo, de la diarrea, de las ulceraciones, así como las infecciones dermatológicas (Arias *et al.*, 2000; Hernández *et al.*, 2003 y Canales *et al.*, 2005). Se ha divulgado que *G. glutinosum* contiene flavonoides, diterpenos, y aceites esenciales (Yu *et al.*, 1988, Horie *et al.*, 1998, Maldonado *et al.*, 1994; Canales *et al.*, 2007).

Canales *et al.* (2007) evaluaron la actividad antibacteriana de los extractos y de los compuestos aislados de *G. glutinosum* de dos lugares ecológicamente diferentes de México. Serrano *et al.* (2009) realizaron un estudio con el objetivo de aislar e identificar los compuestos con actividad fungicida presentes en el extracto hexánico de *G. glutinosum*, para evaluar la actividad antifúngica se usaron métodos de inhibición del crecimiento radial contra seis hongos patógenos; cuatro de importancia clínica: *Aspergillus niger* P.E.L. van Tieghem, *Candida albicans* (C.P. Robin), *Fusarium sporotrichum* y *Trichophyton mentagrophytes*; y dos de importancia agrícola: *Fusarium moniliforme* y *Rhizoctonia solani*, a partir de la partición metanólica (del extracto hexánico), y mediante separación biodirigida, se aislaron e identificaron 3 compuestos activos; un diterpeno con esqueleto tipo entlabdano y 2 flavonas metoxiladas.

***Melia azedarach* L. (Meliaceae).**

*M. azedarach*, también llamado paraíso es una especie vegetal que sus frutos maduros y sus hojas amarillas son usados como insecticida y antialimentario sobre diferentes tipos de plagas. El potente efecto insecticida del extracto de paraíso podría ser equivalente al del extracto de *A. indica*. Estudios realizados a partir de distintas concentraciones de extracto de paraíso demuestran que este inhibe la

alimentación y afecta negativamente el desarrollo y supervivencia de distintas especies plaga de insectos que atacan diversos cultivos agronómicos (Valladares, 1997). Distintas concentraciones de extracto de paraíso (2, 5 y 10 %) provocan un efecto antialimentario en larvas de *Xanthogaleruca luteola* Müll. (Coleóptera) de casi un 87 % y en los adultos desde un 75 % llegando a un 100 % de inhibición bajo la concentración más alta (Valladares, 1997). El compuesto activo aislado es un limonoide llamado meliartenin. El modo de acción de estos compuestos extraídos de distintas especies de Meliáceas puede darse a partir de una combinación entre un efecto antialimentario y una toxicidad postdigestiva (Céspedes, 2000). Los resultados que se obtienen en las investigaciones realizadas en laboratorio tanto para *A. indica* como para *M. azedarach* indican que ambas plantas han sido reconocidas por sus propiedades insecticidas y antialimentaria (Heiden, 1991).

*Melia azedarach*, es de la misma familia del nim, se le parece fenotípicamente, pero no produce azadiractina, es menos tóxico a plagas y más tóxico a mamífero que el nim, pero tiene mayor distribución geográfica y otros ingredientes activos entre otras características que lo hacen ser un buen insecticida e insecticida vegetal (Rodríguez, 2002). Contiene alcaloides, triterpenos y glicósidos limonoides, se le encuentra en regiones tropicales y subtropicales (Sabillón y Bustamante, 1996).

La actividad plaguicida del paraíso se encuentra en las hojas, tallos, frutos y semillas, pero en mayor proporción en las hojas jóvenes, de donde se han extraído con acetona, agua, alcohol, cloroformo, diclorometano y éter de petróleo; los principios activos son: azedaralida, azederacol, fraxinelonas, gedunina, meliacarpinas, meliacarpininas, melianol, melianolona, meliantriol, meliartenina, meliatina, meliatoxinas, nimbolida, nimbolidinas, oquinolidas, pinosresinoles, salaninas, sendaninas, toosendanina, triquilinas, vilasininas, 6-acetoxi-11 alfa-hidroxi-7-oxo-14 beta glucósido-limonoide y 15 beta-epoximeliacin-1,5-dieno-3-O-alfa-L-ramnopiranosido, se obtienen con acetona, agua, alcohol (como metanol), benceno, cloroformo y hexano; ocasionando mortalidad (Rodríguez, 2002).

Jarquín-Martínez (2008), al evaluar extractos vegetales de *M. azedarach* en dos concentraciones de 10 y 20 % sobre *B. cockerelli*, obtuvo una mortalidad del 30 y 70 % respectivamente. Según Carrillo-Rodríguez *et al.*, (2007), obtuvo en la evaluación de extractos vegetales sobre *B. tabaci* mediante extracción gruesa de las propiedades fitoquímicas de especies vegetales con un 80 % de agua y 20 % de alcohol y la aplicación de dosis al 50 %, que el paraíso tiene un 81 % y el testigo blanco del 22 %.

***Piper auritum* Kunth. (Piperaceae).**

La familia Piperaceae está compuesta aproximadamente por 12 géneros y 2000 especies. (Gómez-Pompa, 1966). Esta familia botánica ha proporcionado a muchas civilizaciones pasadas y presentes una fuente de medicamentos y diversas especias de calidad alimentaria. Los compuestos secundarios de las plantas que producen estas cualidades deseadas también funcionan como defensas químicas para muchas especies del género *Piper*. Los compuestos con mayor actividad insecticida son los piperamides. Muchos estudios han demostrado la eficacia de los extractos de especies de *Piper* para el control de las plagas de productos almacenados y, recientemente estudios de laboratorio en los que han evaluado los extractos de *Piper. Nigrum* L., *P. guineense* Schumach and Thonn y *P. tuberculatum* Jacq. han demostrado su eficacia en el control de insectos plagas de la casa y el jardín. (Scott *et al.* 2008).

Conocida en México como hierba santa *P. auritum* contiene como principios activos flavanonas, flaconas, trazas de aceite esencial, taninos, gomas, ácidos orgánicos (fórmico y acético) y resina. Compuestos que lo hacen toxico a insectos plagas. Especialmente los flavonoides cirsimaritina y el crisoeiril. En la medicina son utilizados para el tratamiento de vaginitis, desórdenes intestinales y microbios (Scott *et al.*, 2008). Los metabolitos secundarios encontrados en extractos, obtenidos de diferentes partes de la planta, muestran actividad antifúngica, insecticida, sinergista, antialimentaria, estimulante, bactericida y citotóxica (Delgado y Cuca, 2007; Scott *et al.*, 2008). Químicamente los constituyentes más comunes de este género son alcaloides, aminas, como isobutilamina, piperidina y pirrolidina, propenilfenoles, lignanos, neolignanos, terpenos, flavonoides, kawalactonas, safrol, butenólidos y epóxidos del ciclohexano entre otros (Wadt *et al.*, 2004).

Diversos metabolitos secundarios han sido aislados de especies del género *Piper* en diversas investigaciones, destacándose los lignanos, neolignanos, alcaloides, chalconas, kawapironas, flavonas, aceites esenciales, amidas, entre otros (Sengupta y Ray, 1987; Parmar *et al.*, 1997). La amplia variedad de compuestos secundarios encontrados en la familia Piperaceae se sugiere como un insecticida potencial (Miyakado *et al.*, 1989), muchas especies son usadas como control tradicional de insectos que son vectores de enfermedades de cultivos (Okorie y Ogunro, 1992) y daños en cosechas almacenadas (Kéita *et al.*, 2000). En los Valles Centrales del estado de Oaxaca, Montes *et al.* (1992) al

realizar estudios de laboratorio y campo, encontraron que de 100 especies vegetales sólo los extractos acuosos de *P. auritum* y *Nicotiana glauca* L. resultaron efectivos para reducir las poblaciones de *B. tabaci* e incidencia viral en jitomate.

Además se ha documentado un efecto tóxico y repelente del extracto acuoso de *P. auritum* sobre la mosca de la fruta en guayaba a una dosis de 10 mg mL<sup>-1</sup>. La reducción de larvas de moscas de la fruta varió de 78 a 90 % con dicho extracto (Perales *et al.*, 1996). Soberón *et al.*, (2006) evaluaron extractos acuosos, diclorometano-metanol y etanólico de hojas, tallos y espigas maduras, en larvas del tercer estadio de *Diatrea saccharalis* (Fabr.). Los extractos de diclorometano-metanol y etanólico de espigas maduras y extracto de diclorometano-metanol de plantas in vitro mostraron niveles significativos de mortalidad larval.

***Raphanus. raphanistrum* L. (Brassicaceae).**

Conocido comúnmente como rabanillo silvestre, en México se distribuye en más de 10 estados del país (Villaseñor y Espinosa, 1998). Sus principios activos son la sinalbina y aceites grasos (Rollins, 1993; Rzedowski y Rzedowski, 2001). *R. raphanistrum* produce glucosinolatos, que son importantes para su uso como biofumigación o planta alelopática para el control de malezas (Mayank *et al.*, 2010).

Cheam y Lee (2003) mencionan que extractos y residuos de *R. raphanistrum* pueden suprimir la germinación, emergencia y crecimiento de plántulas de algunos cultivos y malezas. El Rabanillo es un huésped alternativo para una serie de plagas y enfermedades Las plagas de las plantas más comunes y las enfermedades que se encuentran en el rabanillo son los trips, escarabajos, pulgones, el virus del estriado del tabaco (TSV) y el virus del mosaico del pepino (CMV).

Existen diversos estudios de control de plagas utilizando extractos de esta planta. Martínez *et al.*, (1997) investigaron el efecto tóxico de extractos de las partes aéreas (tallo, hojas y flor) de rabanillo silvestre (*R. raphanistrum*) a una dosis de 2 gL<sup>-1</sup> de agua en *B. tabaci*. El extracto logró reducir la población de mosca blanca en un 30% hasta cinco días después de efectuar la aplicación. McCutcheon *et al.* (2009), evaluaron extractos acuosos de la mezcla de raíz, tallo y hojas de rabanillo silvestre sobre la eclosión y desarrollo de larvas de *Diabrotica balteata* LeConte (Coleóptera: Chrysomelidae) y *Agrotis ipsilon* (Hufnagel) (Lepidóptera: Noctuidae). Encontraron que el extracto a

una dosis de 200 mgmL<sup>-1</sup> causó alta mortalidad de larvas y huevos expuestos. Esta misma planta junto con *Peganum harmala* L. (Zygophyllaceae), *Ajuga reptans* (L.) Schreb (Labiatae) y *Aristolochia baetica* L. (Aristolochiaceae) fueron evaluadas como extracto metanólicos a una concentración del 10 % contra *Tribolium castaneum* (Herbst). Los extractos de las cuatro plantas interrumpieron el desarrollo del insecto. Las larvas tratadas con el extracto de *R. raphanistrum* mostraron un ligero aumento del peso (8.95) en comparación con el control, así mismo, el 26 % de mortalidad de larvas y 25 % de adultos (Jbilou *et al.*, 2006).

### ***Ricinus communis* L. (Euphorbiaceae).**

Dentro de las especies con propiedades insecticidas se tiene a la higuera *R. communis* esta es una planta que se encuentra fácilmente en campo. Las semillas y cascara de ricino contiene elementos tóxicos. El principal elemento toxico es la ricina en el cual se encuentra un triglicérido timiristina, que es una proteína, pero también está presente un potente alérgeno, que es más difícil de inactivar que la ricina (Carrillo-Rodríguez *et al.*, 2007).

Algunos de los compuestos secundarios de la higuera, como el ácido undecilénico se utiliza en la formación de sinergistas (Rodríguez, 2002a). Otros componentes como el ácido ricinoleico, isoricinoleico y dihidroxisterico, además de algunas lipasas, ricinina y cristales de alcaloides contenidos en las semillas se registran con acción insecticida o insectistática (Preciado, 1959; Bris y Algeo, 1970; Aguilar y Zolla, 1982 y Norris, 1990). La actividad de *R. comunnis* varía en función de la plaga y de la aplicación del producto, por ejemplo el extracto acuoso tiene efecto toxico en *Laspeyresia pomonella* L. y en *Rhabdoscelus obscurus* (Boisduval), sin embargo, en *Aleyrodes vaporariorum* Westwood tiene efecto repelente (Grainge y Ahmed, 1988).

Según Guerrero-López *et al.*, 2007, al evaluar 11 especies vegetales para controlar *B. tabaci* detectaron que el extracto vegetal de *R. communis* (8g en 50 ml de agua), tiene un efecto de mortalidad en huevos y ninfas de 8.3 % y en adultos de 92.2 %.

Ramos-López *et al.* (2007), al evaluar extractos acuosos de semillas de *R. communis* en mosca blanca en frio y caliente mostraron que esta especie vegetal tiene mayor efecto de mortalidad cuando se aplica en caliente obteniendo un 42.5 y 41.3 % de toxicidad a concentraciones de 10 y 20 %

respectivamente y en frío el 36.3 y 33.8 %. Y con una concentración del 50 % obtuvieron una mortalidad del 53.8 %.

Según Carrillo-Rodríguez *et al.* (2007), obtuvieron en la evaluación de extractos vegetales sobre *B. tabaci* mediante extracción gruesa de las propiedades fitoquímicas con un 80 % de agua y 20 % de alcohol y la aplicación de dosis al 50 %, que la higuerrilla tiene un efecto tóxico del 84 %, y el testigo blanco del 22 %.

***Taraxacum officinale* (L.) Weber (Asteraceae).**

Otra especie que se ha utilizado para el control de plagas y enfermedades es *Taraxacum officinale* utilizado por Sanjuán (2005), quien evaluó el efecto de extractos vegetales sobre el control de mosca blanca en tomate. Echeverría y Camarillo (2007) también utilizó diente de león para el control de mosca blanca, pero en el cultivo de frijol.

La raíz del diente de león contiene una gran cantidad de lactonas sesquiterpénicas, también conocido como elementos amargos (principalmente taraxacin y taraxacerin) (Leung y Foster, 1996). Otros compuestos identificados son beta-amirina, taraxasterol y taraxerol, así como los esteroides libres (sitosterin, stigmasterin y phytosterin). Otros constituyentes son polisacáridos (principalmente fructosans e inulina), cantidades más pequeñas de pectina, resina y mucílago, y diferentes flavonoides. Tres flavonoides glucósidos, luteolina 7-glucósido y dos luteolina 7-diglucosido se han aislado de las flores y hojas. Ácidos hidroxicinámicos, ácido chicorésico, ácido monocaffeoyltartárico, y el ácido clorogénico se encuentran en toda la planta, y la cumarina, cichoriin y eculina han sido identificados en extractos de hojas (Williams *et al.*, 1996). Las hojas de diente de león son una rica fuente de una variedad de vitaminas y minerales, incluyendo betacaroteno, santofila, clorofila, vitamina C y D, vitaminas del complejo B, colina, hierro, silicio, magnesio, sodio, potasio, zinc, manganeso, cobre y fósforo. Los lactones sesquiterpénicos se encuentran en gran cantidad en esta especie. Dichos componentes son biológicamente activos contra insectos (Jovanović *et al.*, 2007).

Jovanović *et al.* (2007) evaluaron el extracto etanólico de diente de león en dos concentraciones 30 y 100 %, encontrando eficiencia para el control del picudo del frijol *Acanthoscelides obtectus* Say y observaron que su actividad aumenta con el tiempo de exposición del tratamiento. Las mismas

soluciones fueron altamente eficaces como agentes repelentes y redujo el número de individuos en la descendencia F1. También se logró un nivel de repelencia con los mismos extractos en menor concentración (30%).

Iannacone (2008) observó actividad insecticida de extracto acuoso de raíz de *T. officinale* sobre el gorgojo del maíz *Sitophilus zeamais* Motschulsky a una dosis de 200 mg mL<sup>-1</sup>, con un 17.5% de mortalidad. La actividad repelente fue encontrada en la estructura foliar (33,33%), mientras que el extracto acuoso de raíz manifestó el 18,18% de repelencia.

Pohorecka (2004) registró el efecto tóxico de *T. officinale* en abejas *Apis mellifera* L. a través de jarabe (azúcar con extracto etanólico) a una dosis del 5 %. Después de 20 días post-tratamiento se observó el 48.40 % de mortalidad de dichos insectos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La extracción de las propiedades hidrosolubles de las especies vegetales se realizó en las instalaciones de la BIOPLANTA del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR - IPN), localizado en Santa Cruz, Xoxocotlán; Oaxaca en las coordenadas geográficas 17° 02' latitud Norte y 96° 44' longitud Oeste, a una altura de 1,530 msnm (INEGI, 2005), en el periodo comprendido de Junio 2009 a Junio 2010. De acuerdo a la clasificación climática de Köppen modificada por García (1988), el clima en la zona es templado con lluvias en verano en los meses de mayo a octubre, con temperaturas medias de 15 a 21°C y precipitaciones anuales de 400 a 900 mm.

### **Cría de *B. cockerelli* (Sulc) y siembra de *S. lycopersicum*.**

Se colectaron adultos del insecto (aproximadamente 2500 especímenes) con ayuda de un aspirador bucal construido artesanalmente en plantas de tomate bajo cubierta en la comunidad de Zimatlán de Álvarez. El material biológico se trasladó a una jaula entomológica rectangular de 2 x 1 x 2 m (JE<sub>1</sub>) cubierta con tela antiáfidos que en su interior contenían plantas de *S. lycopersicum* variedad CID, de 8 semanas de edad.

Para la cría de *B. cockerelli* se empleo el método propuesto por Ortega *et al.* (1998) utilizado por Camarillo (2009), modificando las dimensiones de la jaula entomológica. Los adultos se mantuvieron por una semana en la jaula para que ovipositarán; una vez las plantas infestadas se retiraron de la jaula y se colocaron en un bioespacio de 3 x 3 x 3 m (JE<sub>2</sub>) para que el insecto cumpliera con el desarrollo de sus fases biológicas. Este proceso se realizó en forma periódica para disponer de material biológico durante el desarrollo del experimento.

Se sembró un almacigo de tomate cada 15 días a partir de la colecta de adultos de *B. cockerelli* para contar con suficiente material vegetal, estas eran trasplantadas aproximadamente cuatro semanas después de la germinación y se sembraron en bolsas plásticas de (20 x 10 cm) y (40 x 20 cm). que contenían sustrato de cascara de coco y composta 8:2 (v/v) como medio de soporte para ser ubicadas en las jaulas entomológicas (JE<sub>1</sub>) y (JE<sub>2</sub>) respectivamente.

### Colecta de especies vegetales y preparación de extractos vegetales

De cada especie vegetal se colectaron ejemplares para herbario del CIIDIR – IPN - Oaxaca, que sirvieron para precisar su identidad taxonómica y aproximadamente un kilogramo de peso fresco para la realización del experimento. La determinación de las especies fue efectuada por la M. C. Remedios Aguilar, curador del herbario del Centro. Para la colecta de especies vegetales se siguió la metodología de Rendón-Huerta *et al.*, 2007. En el experimento se utilizaron ocho especies vegetales para preparar extractos acuosos al 10, 100 y 200 mg mL<sup>-1</sup> de concentración y cinco de ellas se utilizaron para elaborar extractos alcohólicos a dosis de 100, 10 y 1 mg mL<sup>-1</sup>. Las plantas a evaluar se colectaron en campo de cultivos de las diferentes Regiones del Estado de Oaxaca (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Especies vegetales colectadas en diversos sitios y meses del año, estructura utilizada y forma de extracción.

Espece	Colecta	Mes	Estructura <sup>†</sup>	Extracción <sup>††</sup>
<i>A. artemisiifolia</i>	Zaachila	Abril	c	a, b
<i>A. indica</i>	Nazareno	Agosto	h	a
<i>G. glutinosum</i>	Tlacotepec plumas	Agosto	h	a
<i>M. azedarach</i>	Xoxocotlán	Junio	h, s	a, b
<i>P. auritum</i>	Xoxocotlán	Marzo	c	a, b
<i>R. raphanistrum</i>	Tlacotepec plumas	Agosto	c	a
<i>R. communis</i>	Xoxocotlán	Abril	h, s	a, b
<i>T. officinale</i>	Nazareno	Mayo	c	a, b

<sup>†</sup> c: planta completa s: semillas h: hojas <sup>††</sup>a: acuosa b: alcohólica

La metodología empleada para la preparación de los extractos vegetales fue la utilizada por Pérez-Pacheco *et al.*, 2004. Las especies vegetales colectadas se secaron en sombra a 25 °C aproximadamente por 20 días según la naturaleza de cada una de las plantas (Lagunes, 1994). Las partes de las plantas utilizadas se molieron con la ayuda de un molino eléctrico de marca Oster®, hasta obtener una mezcla homogénea. Los extractos acuosos se prepararon con 20 g de planta molida depositados en un matraz, adicionando 100 mL de agua, la mezcla se dejó reposar durante 24

h en un sitio con poca iluminación para obtener una concentración del  $200 \text{ mg mL}^{-1}$  y de esta se prepararon las concentraciones subsecuentes de  $100$  y  $10 \text{ mg mL}^{-1}$

Para el caso de los extractos alcohólicos se prepararon con  $50 \text{ g}$  de planta molida depositados en un matraz, adicionando  $500 \text{ mL}$  de alcohol ( $70 \%$ ) para obtener una concentración del  $100 \text{ mg mL}^{-1}$ . La mezcla se dejó reposar durante  $72 \text{ h}$  en un sitio con poca iluminación. Posteriormente, se aforó para obtener las diluciones de  $100$ ,  $10$  y  $1 \text{ mg mL}^{-1}$ . Para ambos casos, el material resultante se filtró utilizando tela “tricot” para evitar que residuos de plantas ocasionarán la obstrucción de los aspersores.

### **Diseño experimental y bioensayo**

El diseño experimental fue completamente al azar con cuatro repeticiones, para los extractos acuosos se evaluaron nueve tratamientos incluyendo al testigo y tres concentraciones ( $10$ ,  $100$  y  $200 \text{ mg mL}^{-1}$ ) de forma individual; para los extractos alcohólicos ( $100$ ,  $10$  y  $1 \text{ mg mL}^{-1}$ ) se evaluaron nueve tratamientos incluyendo al testigo y se consideró un testigo blanco con dosis de alcohol para descartar la mortalidad por efectos del solvente.

El bioensayo utilizado siguió el método propuesto por Ortega *et al.*, (1998) se asperjó el extracto hasta el punto de escurrimiento en las hojas de tomate y se dejó secar a temperatura ambiente. Posteriormente, se sujetó una jaula entomológica pequeña de poliuretano a la hoja tratada siendo esta una caja petri de  $6 \text{ cm}$  de ancho, la cual se modificó con un prensador de cabello, y se le hizo un orificio de  $4 \text{ cm}$  en la parte superior para la evaporación de los tratamientos y un orificio lateral de  $0.50 \text{ cm}$  para introducir los especímenes adultos de *B. cockerelli* recién emergidos que se mantuvieron sin alimentación aproximadamente por  $30$  minutos. Para el caso de los huevos y ninfas se realizó un conteo previo y la aplicación de los tratamientos se hizo por contacto directo.

### **Análisis de datos**

A las  $24$  horas después de la aplicación de los tratamientos se registró la mortalidad de los huevos, ninfas y adultos, utilizando un microscopio estereoscópico para una mejor observación, considerando muerto aquellos que presentaron los apéndices pegados al cuerpo, deshidratación o

que no reaccionará al estímulo de un pincel. La mortalidad se obtuvo por la diferencia entre insectos vivos y muertos y se expresó en porcentaje.

Cuando la mortalidad del testigo se registró entre el 4 – 12 % se realizó la corrección de mortalidad mediante la fórmula de Abbott (1925):  $M.C. = [(X - Y)/(100 - Y)] * 100$  en donde: “M.C.” (% de mortalidad corregida), “X” % de mortalidad en el tratamiento) y “Y” (% de mortalidad en el testigo). Cuando la mortalidad fue menor del 4 % no se tomó en cuenta la ecuación y cuando se encontró mayor del 12 % se repitió el experimento. A los datos obtenidos se les realizó una prueba de homogeneidad de varianza (Bartlett y Levene) con el fin de validar los mismos. Cuando se cumplieron, se usó el análisis de varianza y la comparación de medias de Tukey ( $p < 0.05$ ) con el programa SAS 9.0 (SAS Inc., 2008).

Para estimar la  $CL_{50}$  los datos fueron sometidos a una análisis Probit (Finney, 1971) usando el procedimiento PROC PROBIT del Software Statistical Analysis System (SAS). Se consideraron como prometedores aquellos extractos vegetales que ocasionaron una mortalidad igual o mayor del 40 % (Lagunes, 1994). En algunos casos fue necesario transformar los valores de los porcentajes de mortalidad, con el objeto de que los resultados tuvieran una distribución normal y poder realizar el análisis de varianza correspondiente.

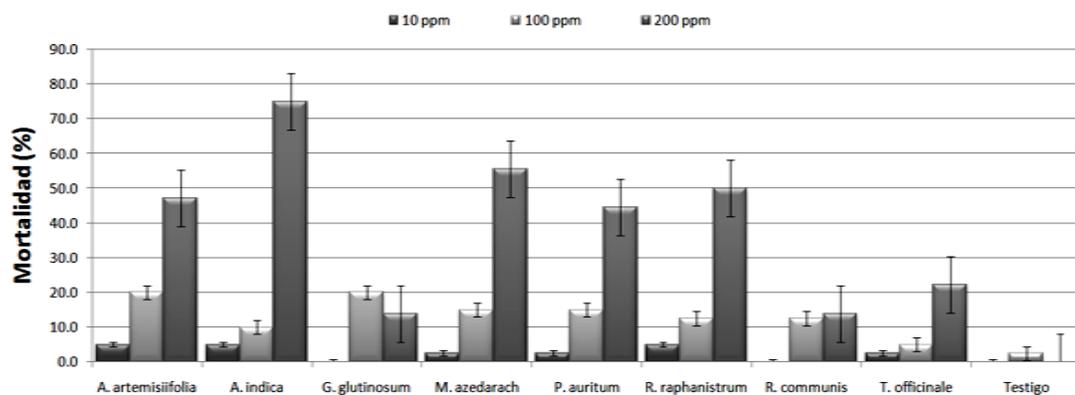
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con las especies vegetales evaluadas a concentraciones de 200, 100 y 10 mg mL<sup>-1</sup> mediante maceración acuosa y a concentraciones de 100, 10 y 1 mg mL<sup>-1</sup> mediante maceración alcohólica, se obtuvieron los siguientes resultados.

### EXTRACTOS VEGETALES MEDIANTE MACERACIÓN ACUOSA

#### Mortalidad y CL<sub>50</sub> para ninfas de V instar de *B. cockerelli*

En la investigación se encontró que el mejor tratamiento evaluado a una concentración de 200 mg mL<sup>-1</sup> fue *A. indica* con un 75 % de mortalidad, determinándose la concentración media letal CL<sub>50</sub> = 157.97 ppm seguido de *M. azedarach* con un 55.55 % y una CL<sub>50</sub> = 203.34 ppm, los resultados de *A. artemisiifolia*, *P. auritum* y *R. raphanistrum* se encuentra entre 44 – 50 % de mortalidad. *G. glutinosum*, *R. communis* y *T. officinale* se encuentran entre el 13 – 22 % por lo que no se consideran con efectividad según los planteado por Lagunes (1994). (Cuadro 2). Para el caso de la concentración evaluada al 100 mg mL<sup>-1</sup> ningún tratamiento tuvo efectividad biológica ya que todos los resultados se encuentran entre el 12.5 – 20 %. Siendo los mejores tratamientos *A. artemisiifolia* y *G. glutinosum* con un 20 % de mortalidad. De igual forma para la concentración de 10 mg mL<sup>-1</sup> ningún tratamiento tuvo efectividad biológica ya que los valores encontrados se encuentran entre el 2.5 – 5.0 %; en el caso de *G. glutinosum* y *R. communis* no tuvieron ningún porcentaje mortal. (Figura 1).



**Figura 1.** Efecto de especies vegetales mediante maceración acuosa en ninfas de V instar de *B. cockerelli* a tres concentraciones (mg mL<sup>-1</sup>).

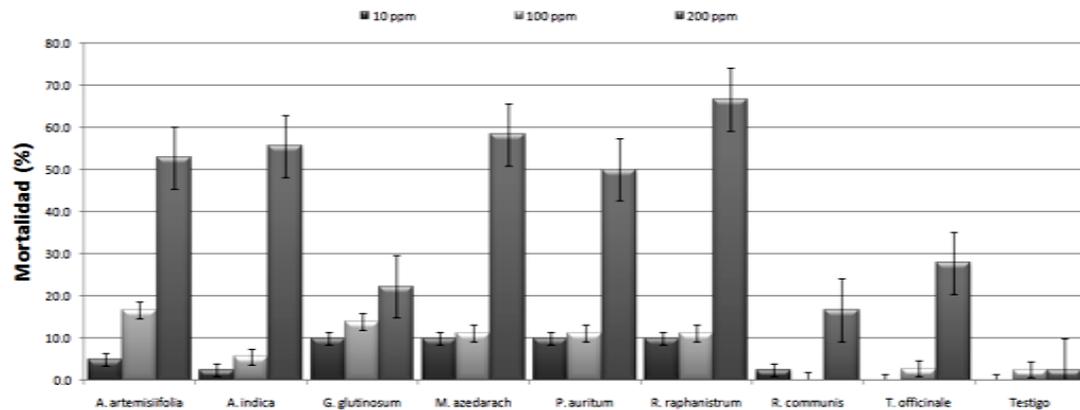
**Cuadro 2.** Mortalidad (%) y  $CL_{50}$  de ninfas de V instar de *B. cockerelli* por el efecto de extractos acuosos de especies vegetales con propiedades insecticidas.

Tratamientos	Concentración (mgmL <sup>-1</sup> )			CL <sub>50</sub>
	10	100	200	
<i>A. artemisiifolia</i>	5.0 a	20.0 a	47.22 ab	253.88 (152.89 - 739.27)*
<i>A. indica</i>	5.0 a	10.0 ab	75.00 a	157.97 (112.68 - 253.03)
<i>G. glutinosum</i>	0.0 a	20.0 a	13.89 cd	561.86 (266.35 - 51310)
<i>M. azedarach</i>	2.5 a	15.0 ab	55.55 a	203.34 (143.65 - 387.20)
<i>P. auritum</i>	2.5 a	15.0 ab	44.44 abc	265.51 (171.46 - 733.70)
<i>R. raphanistrum</i>	5.0 a	12.5 ab	50.00 ab	271.79 (164.17 - 811.79)
<i>R. communis</i>	0.0 a	12.5 ab	13.89 cd	536.29 (264.29 - 1.94E+07)
<i>T. officinale</i>	2.5 a	5.0 ab	22.22 bcd	847.03 (328.56 - 138748)
Testigo	0.0 a	0.0 b	2.5 d	**

Medias con la misma letra en una columna no difieren estadísticamente entre sí ( $p \leq 0.05$ ), \*Límites de confianza al 95 %, \*\*Concentración no determinada.

#### Mortalidad y $CL_{50}$ para ninfas de IV instar de *B. cockerelli*

No existe efectividad biológica de los tratamientos a concentraciones de 10 y 100 mg mL<sup>-1</sup>, debido que estos se encuentran entre 2.50 – 16.67 % de mortalidad. A estas mismas concentraciones *R. communis* y *T. officinale* presentaron nulo porcentaje de mortalidad. (Figura 2). Para la evaluación de la concentración de 200 mg mL<sup>-1</sup> se encontró que los mejores tratamientos fueron *R. raphanistrum* con 66.67 % de mortalidad y una  $CL_{50} = 161.00$  ppm, seguido de *M. azedarach* con 58.33 % y una  $CL_{50} = 203.33$  ppm, *A. indica* con un 55.56 % y *A. artemisiifolia* con un 52.78 % y concentraciones medias letales de  $CL_{50} = 203.34$  y  $CL_{50} = 196.78$  ppm respectivamente. (Cuadro 3).



**Figura 2.** Efecto de especies vegetales mediante maceración acuosa en ninfas de IV instar de *B. cockerelli* a tres concentraciones ( $\text{mg mL}^{-1}$ ).

**Cuadro 3.** Mortalidad (%) y  $\text{CL}_{50}$  de ninfas de IV instar de *B. cockerelli* por el efecto de extractos acuosos de especies vegetales con propiedades insecticidas.

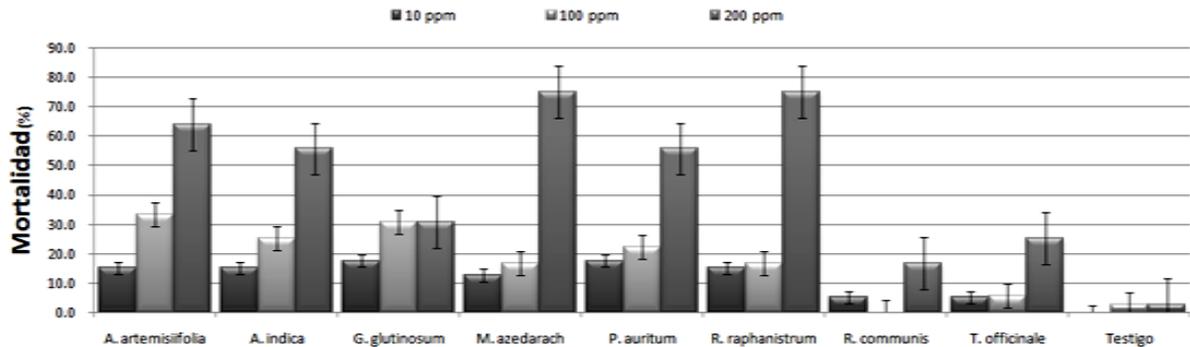
Tratamientos	Concentración ( $\text{mgmL}^{-1}$ )			$\text{CL}_{50}$
	10	100	200	
<i>A. artemisiifolia</i>	5.00 ab	16.66 a	52.78 a	196.78 (126.49 - 427.92) *
<i>A. indica</i>	2.50 ab	5.55 abc	55.56 a	203.34 (143.65 - 387.20)
<i>G. glutinosum</i>	10.00 a	13.88 ab	22.22 cd	1813 (338.00 - 1.50E+14)
<i>M. azedarach</i>	10.00 a	11.11 abc	58.33 a	203.33 (118.89 - 564.34)
<i>P. auritum</i>	10.00 a	11.11 abc	50.00 ab	272.59 (143.34 - 1241)
<i>R. raphanistrum</i>	10.00 a	11.11 abc	66.67 a	161.00 (100.92 - 338.55)
<i>R. communis</i>	2.50 ab	0.00 c	16.66 cd	1190 (371.06 - 283E+04)
<i>T. officinale</i>	0.00 b	2.78 bc	27.77 bc	367.35 (230.44 - 222E+04)
Testigo	0.00 b	2.5 bc	2.5 d	**

Medias con la misma letra en una columna no difieren estadísticamente entre sí ( $p \leq 0.05$ ), \*Límites de confianza al 95 %, \*\*Concentración no determinada.

### Mortalidad y $\text{CL}_{50}$ para ninfas de III instar de *B. cockerelli*

En la evaluación de la concentración de  $200 \text{ mg mL}^{-1}$  sobre ninfas de tercer instar se encontró que los mejores tratamientos fueron *M. azedarach* y *R. raphanistrum* con un 75 % de efecto de mortalidad y concentraciones letales medias de  $\text{CL}_{50} = 118.69$  y  $116.30$  ppm respectivamente, seguido por *A. artemisiifolia* con un 63.89 % y una  $\text{CL}_{50} = 109.00$  ppm. *A. indica* y *P. auritum* obtuvieron un 55.%. *G. glutinosum*, *R. communis* y *T. officinale* no tuvieron efectividad biológica. (Cuadro 4). Para el caso de la

concentraciones de  $100 \text{ mg mL}^{-1}$  los mejores tratamientos fueron *A. artemisiifolia* con un 33 % y *G. glutinosum* con un 30.55 %, pero ningun tratamiento tuvo efectividad biologica según Lagunes (1994). Los mismos resultados fueron encontrados en la evaluacion de la concentracion de  $10 \text{ mg mL}^{-1}$ , ya que ningun tratamiento sobrepasó el 17.50 % de mortalidad. (Figura 3).



**Figura 3.** Efecto de especies vegetales mediante maceración acuosa en ninfas de III instar de *B. cockerelli* a tres concentraciones ( $\text{mg mL}^{-1}$ ).

**Cuadro 4.** Mortalidad (%) y  $CL_{50}$  de ninfas de III instar de *B. cockerelli* por el efecto de extractos acuosos de especies vegetales con propiedades insecticidas.

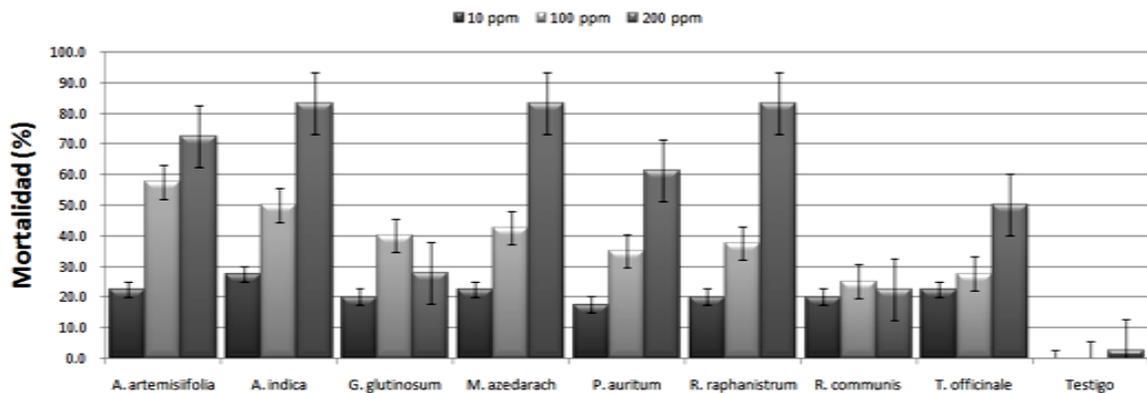
Tratamientos	Concentración ( $\text{mg mL}^{-1}$ )			$CL_{50}$
	10	100	200	
<i>A. artemisiifolia</i>	15.00 ab	33.33 a	63.89 a	109.00 (64.74 - 222.23) *
<i>A. indica</i>	15.00 a	24.99 ab	55.56 ab	167.85 (90.75 - 557.49)
<i>G. glutinosum</i>	17.50 a	30.55 a	30.55 bc	636.46 (165.65 - 8.68E+10)
<i>M. azedarach</i>	12.50 ab	16.66 abcd	75.00 a	118.69 (75.72 - 216.41)
<i>P. auritum</i>	17.50 a	22.22 abc	55.56 ab	184.37 (92.42 - 882.78)
<i>R. raphanistrum</i>	15.00 ab	16.66 abcd	75.00 a	116.30 (71.61 - 226.98)
<i>R. communis</i>	5.00 bc	0.0 d	16.66 c	2699 (480.68 - 2.14E+13)
<i>T. officinale</i>	5.00 bc	5.55 bcd	24.99 c	1084 (330.10 - 779E+03)
Testigo	0.0 c	2.5 cd	2.5 c	**

Medias con la misma letra en una columna no difieren estadísticamente entre sí ( $p \leq 0.05$ ), \*Límites de confianza al 95 %,

\*\*Concentración no determinada.

### Mortalidad y $CL_{50}$ para ninfas de II instar de *B. cockerelli*

En este instar los resultados de la evaluación de la concentración de  $10 \text{ mg mL}^{-1}$  se encontraron entre el 17.50 – 27.50 %, siendo el mejor tratamiento *A. indica* con un 27.50 %, seguido de *A. artemisiifolia*, *M. azedarach* y *T. officinale* con un 22.50 %. Pero según Lagunes (1994) estos tratamientos no tiene efectividad biológica. En el caso de los extractos vegetales evaluados a una concentración del  $100 \text{ mg mL}^{-1}$  los mejores tratamientos fueron *A. artemisiifolia* con un 57.50 %, *A. indica* con un 50 %, *M. azedarach* con un 42.50 % y *G. glutinosum* con un 40 % de efecto de mortalidad. (Figura 4). Los mejores tratamientos para la evaluación de la concentración de  $200 \text{ mg mL}^{-1}$  fueron *A. indica*, *M. azedarach* y *R. raphanistrum* con un 83.33 % y concentraciones medias letales de  $CL_{50} = 45.88, 54.87$  y  $70.17 \text{ ppm}$  respectivamente. Seguido de *A. artemisiifolia* con un 72.22 % y una  $CL_{50} = 54.64 \text{ ppm}$ , *P. auritum* con un 61.11 % y una  $CL_{50} = 130.57 \text{ ppm}$  y *T. officinale* con un 50 % una  $CL_{50} = 303.19 \text{ ppm}$ . (Cuadro 5).



**Figura 4.** Efecto de especies vegetales mediante maceración acuosa en ninfas de II instar de *B. cockerelli* a tres concentraciones ( $\text{mg mL}^{-1}$ ).

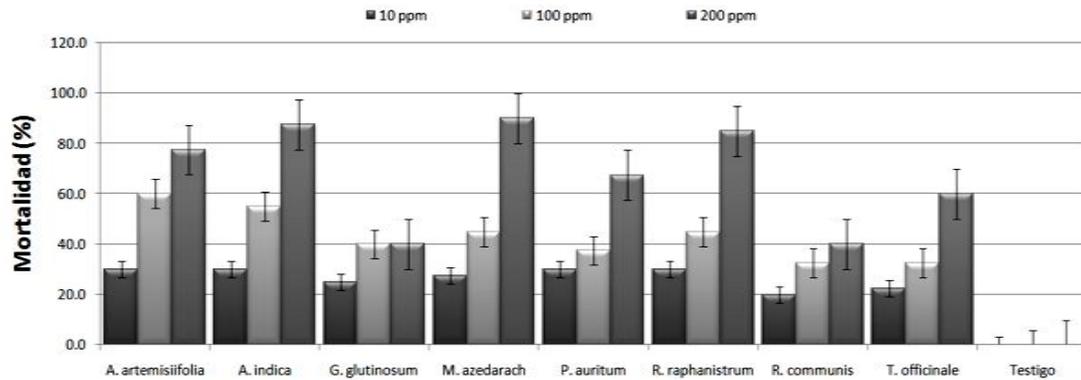
**Cuadro 5.** Mortalidad (%) y  $CL_{50}$  de ninfas de II instar de *B. cockerelli* por el efecto de extractos acuosos de especies vegetales con propiedades insecticidas.

Tratamientos	Concentración (mgmL <sup>-1</sup> )			$CL_{50}$
	10	100	200	
<i>A. artemisiifolia</i>	22.50 a	57.50 a	72.22 ab	54.64 (29.87 - 94.45)*
<i>A. indica</i>	27.50 a	50.00 ab	83.33 a	45.88 (24.07 - 78.76)
<i>G. glutinosum</i>	20.00 a	40.00 bcd	27.77 cd	717.91 (162.69 - 1.18E+42)
<i>M. azedarach</i>	22.50 a	42.50 abc	83.33 a	4.87 (31.89 - 90.37)
<i>P. auritum</i>	17.50 a	35.00 bcd	61.11 ab	130.57 (71.79 - 355.74)
<i>R. raphanistrum</i>	20.00 a	37.50 bcd	83.33 a	70.17 (42.38 - 118.73)
<i>R. communis</i>	20.00 a	25.00 d	22.22 d	**
<i>T. officinale</i>	22.50 a	27.50 cd	50.00 bc	303.19 (108.90 - 68E+03)
Testigo	0.00 b	0.00 e	2.50 d	**

Medias con la misma letra en una columna no difieren estadísticamente entre sí ( $p \leq 0.05$ ), \*Límites de confianza al 95 %, \*\*Concentración no determinada.

#### Mortalidad y $CL_{50}$ para ninfas de I instar de *B. cockerelli*

Para la concentración de 10 mg mL<sup>-1</sup> se encontró que ningún tratamiento tuvo efectividad biológica ya que ninguno de estos sobrepasó el 40 % de mortalidad, encontrándose en el rango de 20 – 30 % y con mayor porcentaje *A. artemisiifolia*, *A. indica*, *P. auritum* y *R. raphanistrum*. Para el caso de la concentración de 100 mg mL<sup>-1</sup> los tratamientos que no tuvieron efectividad biológica fueron *P. auritum* con un 37.50 %, *R. communis* y *T. officinale* con un 32.50 % de mortalidad. (Figura 5). Los mejores tratamientos en la evaluación de la concentración de 200 mg mL<sup>-1</sup> resultaron ser *M. azedarach* con un 90 % y una concentración letal media  $CL_{50} = 46.22$  ppm, en segundo lugar se encontró a *A. indica* con un 87.50 % y una  $CL_{50} = 37.18$  ppm y a *R. raphanistrum* con un 85 % y una  $CL_{50} = 47.24$  ppm. A esta concentración todos los tratamientos tuvieron efectividad biológica siendo los más bajos *G. glutinosum* y *R. communis* con un 40 %. (Cuadro 6).



**Figura 5.** Efecto de especies vegetales mediante maceración acuosa en ninfas de I instar de *B. cockerelli* a tres concentraciones ( $\text{mg mL}^{-1}$ ).

**Cuadro 6.** Mortalidad (%) y  $\text{CL}_{50}$  de ninfas de I instar de *B. cockerelli* por el efecto de extractos acuosos de especies vegetales con propiedades insecticidas.

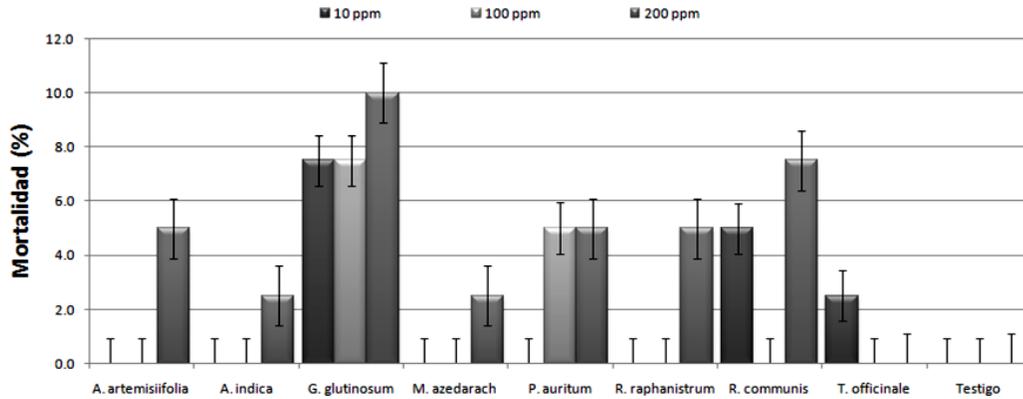
Tratamientos	Concentración ( $\text{mg mL}^{-1}$ )			$\text{CL}_{50}$
	10	100	200	
<i>A. artemisiifolia</i>	30.00 a	60.00 a	77.50 ab	39.70 (17.79 - 72.15)*
<i>A. indica</i>	30.00 a	55.00 a	87.50 a	37.18 (18.72 - 62.63)
<i>G. glutinosum</i>	25.00 a	40.00 bc	40.00 c	798.27**
<i>M. azedarach</i>	27.50 a	45.00 abc	90.00 a	46.22 (25.20 - 77.46)
<i>P. auritum</i>	30.00 a	37.50 bc	67.50 ab	96.90 (38.73 - 529.77)
<i>R. raphanistrum</i>	30.00 a	45.00 abc	85.00 ab	47.24 (23.08 - 86.24)
<i>R. communis</i>	20.00 a	32.50 c	40.00 c	881.04**
<i>T. officinale</i>	22.50 a	32.50 c	60.00 bc	175.43 (78.19 - 1624)
Testigo	0.00 b	0.00 d	0.00 d	**

Medias con la misma letra en una columna no difieren estadísticamente entre sí ( $p \leq 0.05$ ), \*Límites de confianza al 95 %, \*\*Concentración no determinada.

### Mortalidad para huevos de *B. cockerelli*

Ningún tratamiento en las tres concentraciones evaluadas 200, 100 y 10  $\text{mg mL}^{-1}$  sobrepasó el 10 % ovicidad, encontrándose que *G. glutinosum* no permitió la eclosión de un 10 % de los huevecillos con la concentración de 200  $\text{mg mL}^{-1}$ , de un 7.50 % con la concentración de 10 y 100  $\text{mg mL}^{-1}$  al igual

que *R. communis* cuando se evaluó a 200 mg mL<sup>-1</sup>. Al no existir diferencias significativas entre tratamientos no se pudo determinar las concentraciones letales medias. (Cuadro 7).



**Figura 6.** Efecto de especies vegetales mediante maceración acuosa en huevos de *B. cockerelli* a tres concentraciones (mgmL<sup>-1</sup>).

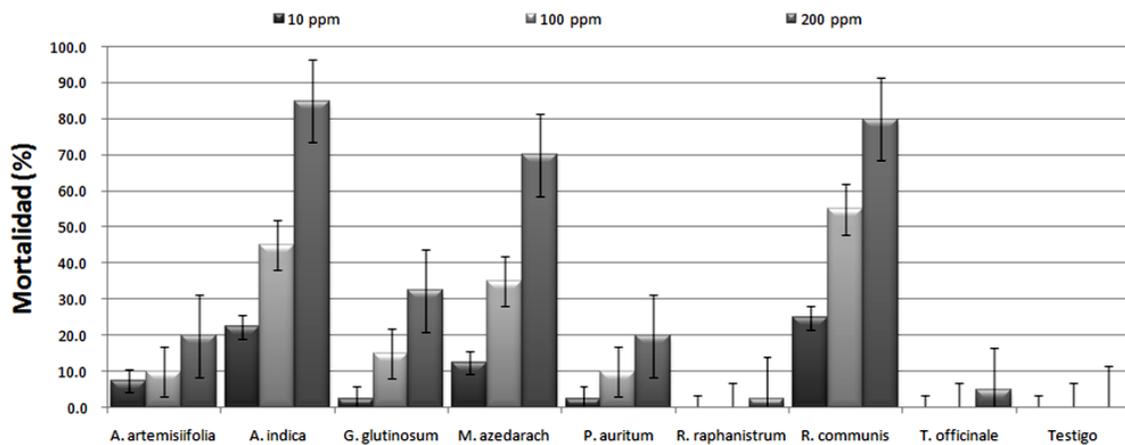
**Cuadro 7.** Mortalidad (%) y CL<sub>50</sub> en huevos de *B. cockerelli* por el efecto de extractos acuosos de especies vegetales con propiedades insecticidas.

Tratamientos	Concentración (mgmL <sup>-1</sup> )			CL <sub>50</sub>
	10	100	200	
<i>A. artemisiifolia</i>	0.00 b	0.00 b	5.00 a	**
<i>A. indica</i>	0.00 b	0.00 b	2.50 a	**
<i>G. glutinosum</i>	7.50 a	7.50 a	10.00 a	**
<i>M. azedarach</i>	0.00 b	0.00 b	2.50 a	**
<i>P. auritum</i>	0.00 b	5.00 ab	5.00 a	**
<i>R. raphanistrum</i>	0.00 b	0.00 b	5.00 a	**
<i>R. communis</i>	5.00 ab	0.00 b	7.50 a	**
<i>T. officinale</i>	2.50 ab	0.00 b	0.00 a	**
Testigo	0.00 b	0.00 b	0.00 a	**

Medias con la misma letra en una columna no difieren estadísticamente entre sí ( $p \leq 0.05$ ), \*Límites de confianza al 95 %, \*\*Concentración no determinada.

### Mortalidad y $CL_{50}$ para adultos de *B. cockerelli*

El mejor tratamiento evaluado a una concentración de  $200 \text{ mg mL}^{-1}$  fue *A. indica* con un 85 % de efecto de mortalidad y una concentración letal media  $CL_{50} = 57.52 \text{ ppm}$ , seguido por *R. communis* con un 80 % y una  $CL_{50} = 116.54 \text{ ppm}$ . Ningun otro tratamiento presentó un porcentaje de mortalidad igual o mayor al 40 %. (Cuadro 8). A  $100 \text{ mg mL}^{-1}$  *A. indica* y *R. communis* fueron los que presentaron mayor porcentaje de mortalidad con un 45 y 55 % respectivamente. Y a una concentración de  $10 \text{ mg mL}^{-1}$  aunque los tratamientos no tuvieron efectividad biológica el mejor resultado lo presentó *R. communis* con 25 % de mortalidad y *A. indica* con un 22.5 %.



**Figura 7.** Efecto de especies vegetales mediante maceración acuosa en adultos de *B. cockerelli* a tres concentraciones ( $\text{mg mL}^{-1}$ ).

**Cuadro 8.** Mortalidad (%) y  $CL_{50}$  en adultos de *B. cockerelli* por el efecto de extractos acuosos de especies vegetales con propiedades insecticidas.

Tratamientos	Concentración (mgmL <sup>-1</sup> )			CL <sub>50</sub>
	10	100	200	
<i>A. artemisiifolia</i>	7.50 bc	10.00 d	20.00 bc	**
<i>A. indica</i>	22.50 a	45.00 b	85.00 a	57.52 (33.43 - 95.94)*
<i>G. glutinosum</i>	2.50 c	15.00 d	32.50 b	570.49 (261.33 - 11484)
<i>M. azedarach</i>	12.50 b	35.00 c	70.00 a	116.54 (72.42 - 222.12)
<i>P. auritum</i>	2.50 c	10.00 d	20.00 bc	2241 (471.59 - 1.84E+12)
<i>R. raphanistrum</i>	0.00 c	0.00 e	2.50 d	**
<i>R. communis</i>	25.00 a	55.00 a	80.00 a	48.87 (26.17 - 83.59)
<i>T. officinale</i>	0.00 c	0.00 e	5.00 cd	**
Testigo	0.00 c	0.00 e	0.00 d	**

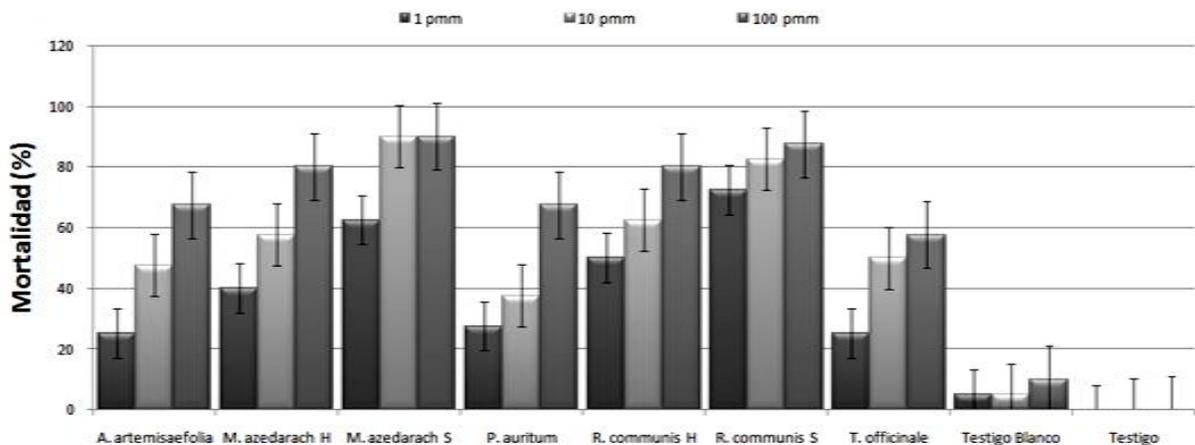
Medias con la misma letra en una columna no difieren estadísticamente entre sí ( $p \leq 0.05$ ), \*Límites de confianza al 95 %,

\*\*Concentración no determinada.

## EXTRACTOS VEGETALES MEDIANTE MACERACIÓN ALCOHÓLICA

### Mortalidad y $CL_{50}$ para ninfas de V instar de *B. cockerelli*

El mejor tratamiento encontrado en la evaluación de la concentración de  $100 \text{ mg mL}^{-1}$  con extractos vegetales mediante maceración alcohólica fue *M. azedarach* cuando se extrajeron sus propiedades insecticidas a partir de semillas resultando con un 90 % de mortalidad y una concentración media letal  $CL_{50} = 0.16 \text{ ppm}$ . El segundo mejor tratamiento fue *R. communis* con un 87.50 % cuando se extrajo a partir de semillas. Cuando la extracción se realizó de material vegetal a partir de hojas *M. azedarach* y *R. communis* presentaron un 80 % de mortalidad y concentraciones medias letales de 3.38 y 1.19 ppm respectivamente. En esta concentración se estableció un testigo blanco el cual resultó con un 10 % de mortalidad por efecto del solvente. (Cuadro 9). Para el caso de la concentración de  $10 \text{ mg mL}^{-1}$  los mejores resultados fueron para los tratamientos extraídos a partir de semillas resultando *M. azedarach* con un 90 % y *R. communis* con un 82.50 %. Para la concentración de  $1 \text{ mg mL}^{-1}$  el mejor tratamiento resultó ser *R. communis* extraído de semillas con un 72.50 % y *M. azedarach* con un 62.50 %. En estas dos concentraciones el testigo blanco obtuvo un resultado del 5 % de mortalidad. (Figura 8).



**Figura 8.** Efecto de especies vegetales mediante maceración alcohólica en ninfas de V instar de *B. cockerelli* a tres concentraciones ( $\text{mg mL}^{-1}$ ).

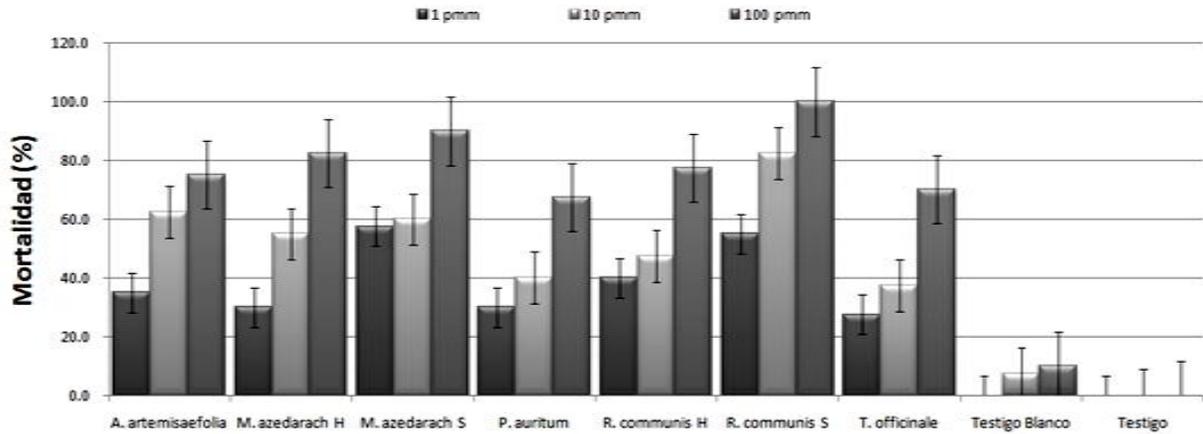
**Cuadro 9.** Mortalidad (%) y CL<sub>50</sub> en ninfas de V instar de *B. cockerelli* por el efecto de extractos alcohólicos de especies vegetales con propiedades insecticidas.

Tratamientos	Concentración (mgmL <sup>-1</sup> )			CL <sub>50</sub>
	1	10	100	
<i>A. artemisiifolia</i>	25.00 d	47.50 bc	67.50 bc	14.63 (5.28 - 51.29)*
<i>M. azedarach</i> H.	40.00 cd	57.50 b	80.00 ab	3.38 (0.58 - 9.14)
<i>M. azedarach</i> S.	62.50 ab	90.00 a	90.00 a	0.16 (0.00017 - 0.86)
<i>P. auritum</i>	27.50 d	37.50 c	67.50 bc	19.94 (7.05 - 95.74)
<i>R. communis</i> H.	50.00 bc	62.50 b	80.00 ab	1.19 (0.00693 - 4.65)
<i>R. communis</i> S.	72.50 a	82.50 a	87.50 a	0.00639**
<i>T. officinale</i>	25.00 d	50.00 bc	57.50 c	23.37 (6.40 - 296.59)
Testigo Blanco	5.00 e	5.00 d	10.00 d	**
Testigo	0.00 e	0.00 d	0.00 d	**

Medias con la misma letra en una columna no difieren estadísticamente entre sí ( $p \leq 0.05$ ), \*Límites de confianza al 95 %, \*\*Concentración no determinada. H = hojas, S = semillas.

### Mortalidad y CL<sub>50</sub> para ninfas de IV instar de *B. cockerelli*

Los mejores tratamientos encontrados para la concentración a 1 mg mL<sup>-1</sup> fueron *M. azedarach* extraído de semillas, *R. communis* a partir de semillas y *M. azedarach* extraído a partir de hojas con 57.50, 55 y 40 %, con concentraciones letales medias de 0.79, 0.87 y 5.74 ppm respectivamente. Los demás tratamientos evaluados a esta concentración no sobrepasaron el 40 % de efectividad biológica y el testigo blanco presentó nulo efecto de mortalidad. (Cuadro 10). Para la concentración evaluada en 100 mg mL<sup>-1</sup> todos los tratamientos presentaron efectividad biológica, *R. communis* semilla presentó un 100 % de efecto de mortalidad, *M. azedarach* semilla un 90 % y *M. azedarach* hoja un 82.5 %, los tratamientos restantes se mantuvieron en el rango de mortalidad de 67.5 – 77.5 %. El testigo blanco en esta concentración presentó un 10 % de mortalidad. En el caso de la concentración evaluada a 10 mg mL<sup>-1</sup> el mejor tratamiento sigue siendo *R. communis* semilla con un 82.5 % seguido de *A. artemisiifolia* con un 62.50 %. *T. officinale* no sobrepasó el 40 % de efectividad en comparación con los demás tratamientos y el testigo blanco presentó una disminución de 25 % en comparación con el testigo blanco de la concentración evaluada a 100 mg mL<sup>-1</sup>. (Figura 9).



**Figura 9.** Efecto de especies vegetales mediante maceración alcohólica en ninfas de IV instar de *B. cockerelli* a tres concentraciones ( $\text{mg mL}^{-1}$ ).

**Cuadro 10.** Mortalidad (%) y  $\text{CL}_{50}$  en ninfas de IV instar de *B. cockerelli* por el efecto de extractos alcohólicos de especies vegetales con propiedades insecticidas.

Tratamientos	Concentración ( $\text{mgmL}^{-1}$ )			$\text{CL}_{50}$
	1	10	100	
<i>A. artemisiifolia</i>	35.00 b	62.50 b	75.00 cd	4.11 (0.77 - 11.36)*
<i>M. azedarach H.</i>	30.00 b	55.00 bc	82.50 bc	5.74 (2.22 - 12.47)
<i>M. azedarach S.</i>	57.50 a	60.00 b	90.00 ab	0.79 (0.014 - 2.83)
<i>P. auritum</i>	30.00 b	40.00 cd	67.50 d	16.88 (5.31 - 88.31)
<i>R. communis H.</i>	40.00 b	47.50 bcd	77.50 bcd	5.25 (0.97 - 16.24)
<i>R. communis S.</i>	55.00 a	82.50 a	100.00 a	0.87 (0.23 - 1.74)
<i>T. officinale</i>	27.50 b	37.50 d	70.00 cd	17.47 (6.50 - 67.32)
<i>Testigo Blanco</i>	0.00 c	7.50 e	10.00 e	**
<i>Testigo</i>	0.00 c	0.00 e	0.00 e	**

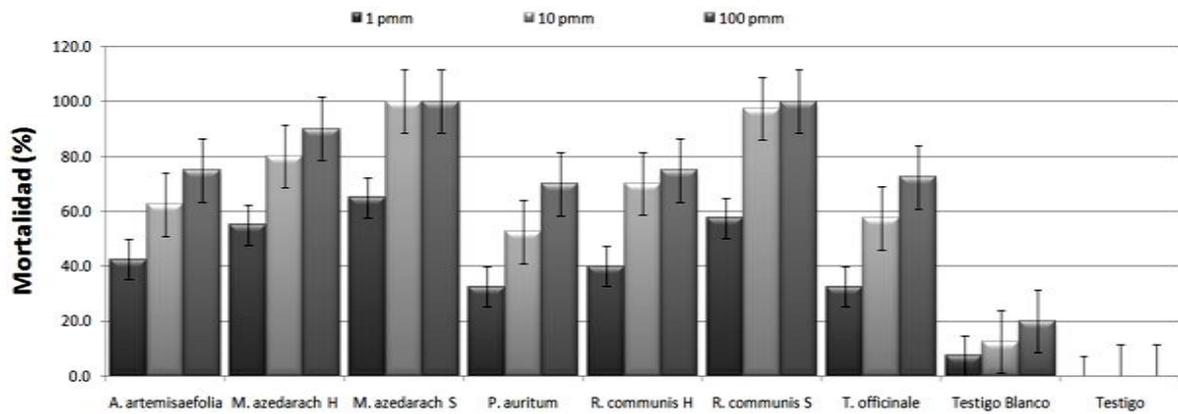
Medias con la misma letra en una columna no difieren estadísticamente entre sí ( $p \leq 0.05$ ), \*Límites de confianza al 95 %,

\*\*Concentración no determinada. H = hojas, S = semillas.

### Mortalidad y $\text{CL}_{50}$ para ninfas de III instar de *B. cockerelli*

El mejor tratamiento al evaluar a  $100 \text{ mg mL}^{-1}$  fueron *R. communis* y *M. azedarach* cuando se extrajo el material experimental a partir de semillas, obteniendo un 100 % de mortalidad. Con concentraciones letales medias de  $\text{CL}_{50} = 0.78$  y  $0.88 \text{ ppm}$  respectivamente. En segundo lugar se encuentran los

mismos tratamientos extraídos a partir de hojas con un 90 % de efecto de mortalidad. Los tratamientos restantes se encontraron en el rango de 70 – 75 % de efectividad biológica. El testigo blanco presentó un 20 % de mortalidad. (Cuadro 11). Cuando el experimento se estableció con una concentración de 10 mg mL<sup>-1</sup> los mejores tratamientos resultaron ser *M. azedarach* semilla con un 100 % de mortalidad, *R. communis* semilla con un 97.5% y *M. azedarach* con un 80% cuando se extrajo a partir de hojas. Los tratamientos restantes se encontraron entre el 52.5 – 70% y el testigo blanco presentó un 12.5% de efecto de mortalidad. (Figura 10). En la evaluación de la concentración de 1 mgmL<sup>-1</sup> los mejores tratamientos fueron *M. azedarach* y *R. communis* cuando se extrajeron a partir de semillas con un 65 y 57.5% de mortalidad respectivamente cuando se extrajo *M. azedarach* de hojas tuvo un efecto de mortalidad del 55%. *P. auritum* y *T. officinale* no tuvieron efectividad biológica por no sobrepasar el 33% de mortalidad.



**Figura 10.** Efecto de especies vegetales mediante maceración alcohólica en ninfas de III instar de *B. cockerelli* a tres concentraciones (mg mL<sup>-1</sup>).

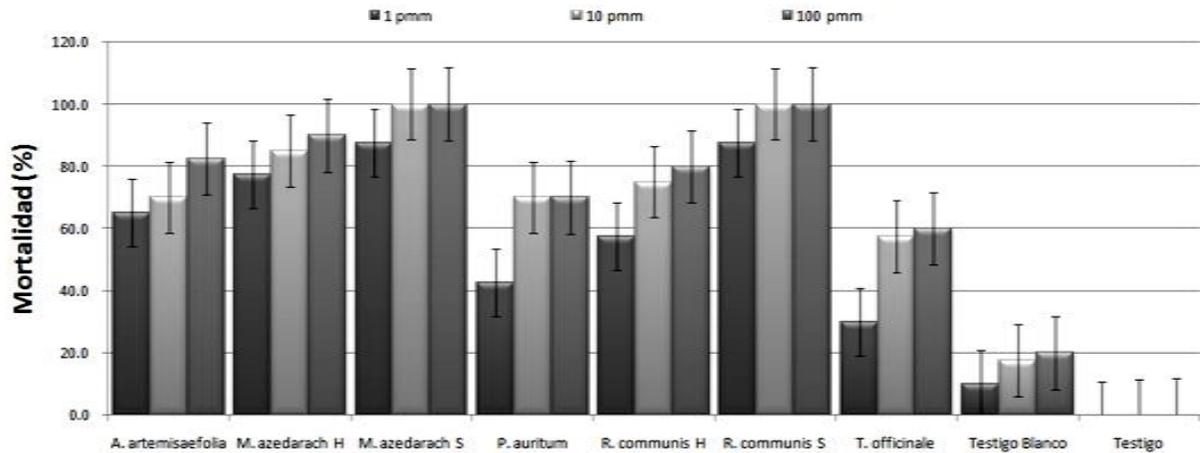
**Cuadro 11.** Mortalidad (%) y  $CL_{50}$  en ninfas de III instar de *B. cockerelli* por el efecto de extractos alcohólicos de especies vegetales con propiedades insecticidas.

Tratamientos	Concentración (mgmL <sup>-1</sup> )			CL <sub>50</sub>
	1	10	100	
<i>A. artemisiifolia</i>	42.50 bcd	62.50 cd	75.00 b	2.39 (0.089 - 8.23)*
<i>M. azedarach</i> H.	55.00 abc	80.00 b	90.00 a	0.54 (0.019 - 1.79)
<i>M. azedarach</i> S.	65.00 a	100.00 a	100.00 a	0.88**
<i>P. auritum</i>	32.50 d	52.50 d	70.00 b	8.09 (1.89 - 28.33)
<i>R. communis</i> H.	40.00 cd	70.00 bc	75.00 b	2.13 (0.12 - 6.74)
<i>R. communis</i> S.	57.50 ab	97.50 a	100.00 a	0.78 (0.30 - 1.25)
<i>T. officinale</i>	32.50 d	57.50 d	72.50 b	6.09 (1.42 - 17.80)
Testigo Blanco	7.50 e	12.50 e	20.00 c	**
Testigo	0.00 e	0.00 f	0.00 d	**

Medias con la misma letra en una columna no difieren estadísticamente entre sí ( $p \leq 0.05$ ), \*Límites de confianza al 95 %, \*\*Concentración no determinada. H = hojas, S = semillas.

### Mortalidad y $CL_{50}$ para ninfas de II instar de *B. cockerelli*

En la evaluación de la concentración de 100 mg mL<sup>-1</sup> en este instar biológico presentaron un 100% de efectividad *M. azedarach* y *R. communis* cuando se extrajeron de semillas presentando una concentración letal media de 0.64 ppm y cuando se utilizó hojas se obtuvo un 90 y 80% respectivamente. Para el caso de *A. artemisiifolia* resultó con un 82.5% de mortalidad presentando una  $CL_{50} = 0.15$  ppm y el testigo blanco presentó un 20% de mortalidad por el solvente. (Cuadro 12). Cuando se estableció el experimento con la concentración de 10 mgmL<sup>-1</sup> los mejores tratamientos fueron *R. communis* semilla y *M. azedarach* semilla con un 100% de efectividad biológica y cuando se utilizó hojas *M. azedarach* presentó un 85%. Para el caso del testigo blanco este presentó un 17.5% de mortalidad. (Figura 11). En cuanto a la concentración de 1 mg mL<sup>-1</sup> *R. communis* y *M. azedarach* presentaron un 87.5% de mortalidad cuando el material se extrajo a partir de semillas. *T. officinale* presentó un 30% por lo cual no tuvo efectividad biológica según lo planteado por Lagunes (1994); el testigo blanco presentó un efecto por el solvente de un 10%.



**Figura 11.** Efecto de especies vegetales mediante maceración alcohólica en ninfas de II instar de *B. cockerelli* a tres concentraciones ( $\text{mg mL}^{-1}$ ).

**Cuadro 12.** Mortalidad (%) y  $\text{CL}_{50}$  en ninfas de II instar de *B. cockerelli* por el efecto de extractos alcohólicos de especies vegetales con propiedades insecticidas.

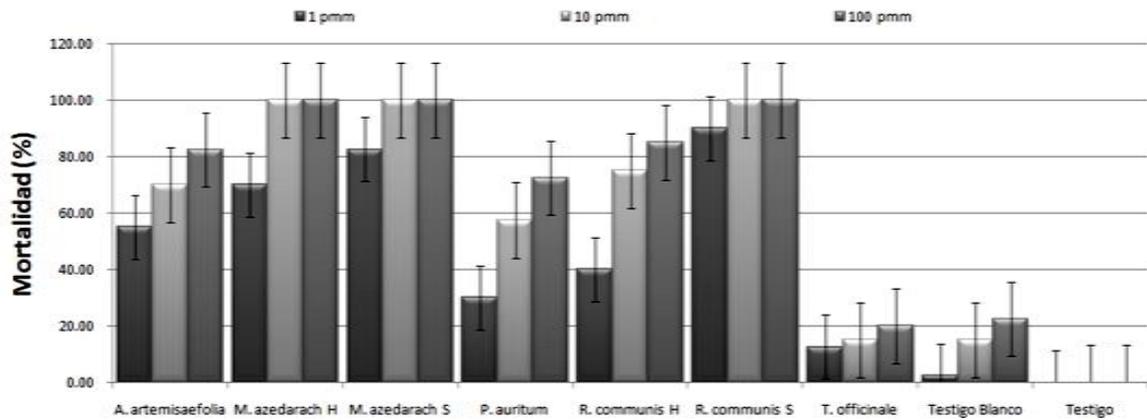
Tratamientos	Concentración ( $\text{mg mL}^{-1}$ )			$\text{CL}_{50}$
	1	10	100	
<i>A. artemisiifolia</i>	65.00 bc	70.00 c	82.50 b	0.15**
<i>M. azedarach H.</i>	77.50 ab	85.00 b	90.00 ab	0.0013**
<i>M. azedarach S.</i>	87.50 a	100.00 a	100.00 a	0.64**
<i>P. auritum</i>	42.50 de	70.00 c	70.00 cd	1.63 (0.0016 - 7.15)*
<i>R. communis H.</i>	57.50 cd	75.00 c	80.00 bc	0.19 (7.49E-15 - 1.71)
<i>R. communis S.</i>	87.50 a	100.00 a	100.00 a	0.64**
<i>T. officinale</i>	30.00 e	57.50 d	60.00 d	11.50 (1.76 - 97.59)
Testigo Blanco	10.00 f	17.50 e	20.00 e	**
Testigo	0.00 f	0.00 f	0.00 f	**

Medias con la misma letra en una columna no difieren estadísticamente entre sí ( $p \leq 0.05$ ), \*Límites de confianza al 95 %, \*\*Concentración no determinada. H = hojas, S = semillas.

### Mortalidad y $\text{CL}_{50}$ para ninfas de I instar de *B. cockerelli*

El mejor tratamiento en esta evaluación a una concentración de  $100 \text{ mg mL}^{-1}$  resultó ser *M. azedarach* con un 100 % de efectividad cuando se extrajo a partir de hojas y semillas, el mismo caso se presentó cuando se utilizaron semillas de *R. communis*. Este tratamiento presentó un 85 % de mortalidad y una

concentración letal media de 1.82 ppm cuando se extrajo el material a partir de hojas. Para *A. artemisiifolia* se obtuvo una  $CL_{50} = 0.49$  ppm y una mortalidad de 82.5 %. Para el testigo blanco se encontró un 22.5 % de mortalidad por efecto del solvente donde se observa la susceptibilidad de los primeros instares biológicos. (Cuadro 13). Para la experimentación de la concentración de 10 mg mL<sup>-1</sup> presentaron un 100 % de mortalidad *M. azedarach* utilizando hojas y semillas y *R. communis* semilla. Presentaron un 70 y 75 % *A. artemisiifolia* y *R. communis* hojas respectivamente. *T. officinale* presentó un 15 % de mortalidad al igual que el testigo blanco. (Figura 12). Se presenta una disminución de los porcentajes de mortalidad con la concentración de 1 mg mL<sup>-1</sup> donde *R. communis* y *M. azedarach* semilla resultaron con un 90 y 82.5 % de mortalidad respectivamente. A esta concentración *P. auritum* y *T. officinale* presentaron nulo efecto de mortalidad y el testigo blanco presentó un 2.5 %.



**Figura 12.** Efecto de especies vegetales mediante maceración alcohólica en ninfas de I instar de *B. cockerelli* a tres concentraciones (mg mL<sup>-1</sup>).

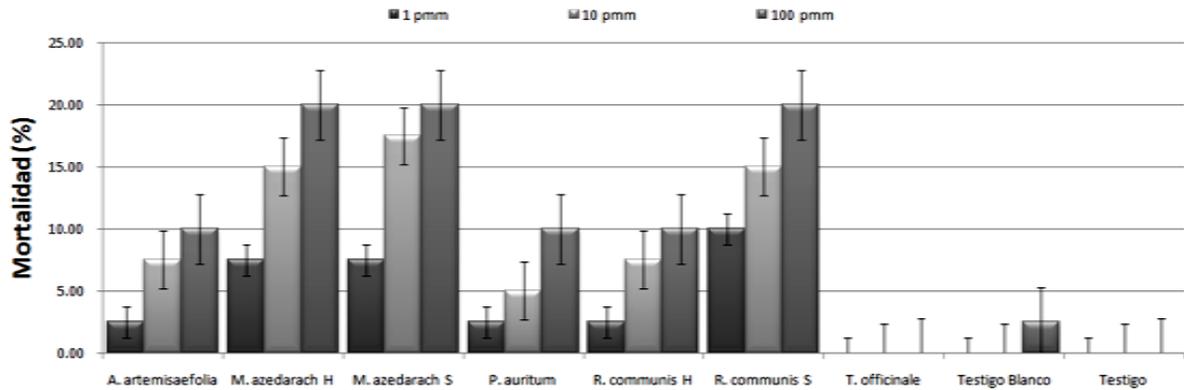
**Cuadro 13.** Mortalidad (%) y  $CL_{50}$  en ninfas de I instar de *B. cockerelli* por el efecto de extractos alcohólicos de especies vegetales con propiedades insecticidas.

Tratamientos	Concentración (mgmL <sup>-1</sup> )			$CL_{50}$
	1	10	100	
<i>A. artemisiifolia</i>	55.00 c	70.00 b	82.50 bc	0.49 (0.00012 - 2.47)*
<i>M. azedarach H.</i>	70.00 b	100.00 a	100.00 a	0.83**
<i>M. azedarach S.</i>	82.50 ab	100.00 a	100.00 a	0.70**
<i>P. auritum</i>	30.00 d	57.50 c	72.50 cd	6.88 (1.95 - 19.08)
<i>R. communis H.</i>	40.00 d	75.00 b	85.00 b	1.82 (0.35 - 4.38)
<i>R. communis S.</i>	90.00 a	100.00 a	100.00 a	0.60**
<i>T. officinale</i>	12.50 e	15.00 d	65.00 d	**
Testigo Blanco	2.50 e	15.00 d	22.50 e	**
Testigo	0.00 e	0.00 e	0.00 f	**

Medias con la misma letra en una columna no difieren estadísticamente entre sí ( $p \leq 0.05$ ), \*Límites de confianza al 95 %, \*\*Concentración no determinada. H = hojas, S = semillas.

#### Mortalidad y $CL_{50}$ para huevos de *B. cockerelli*

Para las tres concentraciones evaluadas ningún tratamiento tuvo efectividad biológica por no sobrepasar el 40 % de mortalidad, los mejores tratamientos a 100 mg mL<sup>-1</sup> fueron *R. communis* semilla y *M. azedarach* semilla y hojas con un 20 %. El mejor tratamiento encontrado para la concentración de 10 mg mL<sup>-1</sup> fue *M. azedarach* con 17.5 % y en el caso de 1 mg mL<sup>-1</sup> el mejor tratamiento fue *R. communis* semilla con un 10 %. *T. officinale* no tuvo efectividad en las tres concentraciones evaluadas. (Cuadro 14). Al no existir diferencias significativas entre trataminetos no se pudo determinar las concentraciones letales medias. (Figura 13).



**Figura 13.** Efecto de especies vegetales mediante maceración alcohólica en huevos de *B. cockerelli* a tres concentraciones ( $\text{mg mL}^{-1}$ ).

**Cuadro 14.** Mortalidad (%) y  $\text{CL}_{50}$  huevos de *B. cockerelli* por el efecto de extractos alcohólicos de especies vegetales con propiedades insecticidas.

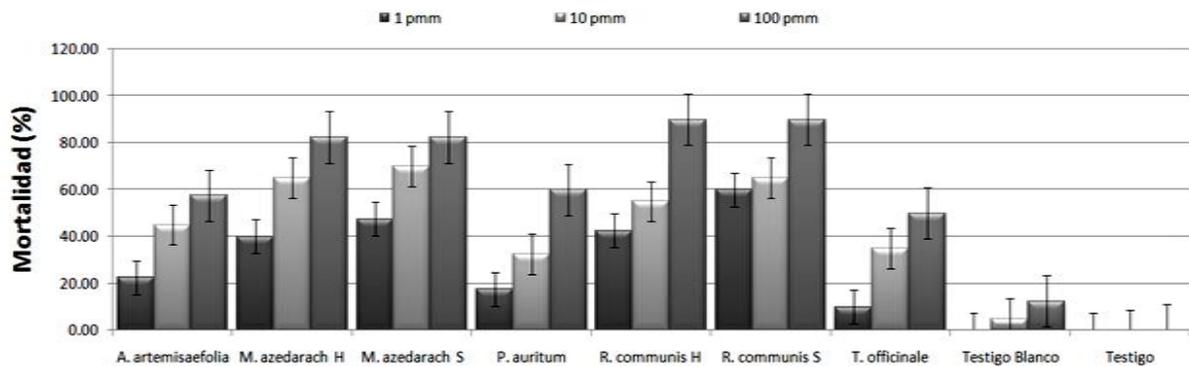
Tratamientos	Concentración ( $\text{mg mL}^{-1}$ )			$\text{CL}_{50}$
	1	10	100	
<i>A. artemisiifolia</i>	2.50 ab	7.50 abc	10.00 b	**
<i>M. azedarach H.</i>	7.50 ab	15.00 ab	20.00 a	**
<i>M. azedarach S.</i>	7.50 ab	17.50 a	20.00 a	**
<i>P. auritum</i>	2.50 ab	5.00 bc	10.00 b	**
<i>R. communis H.</i>	2.50 ab	7.50 abc	10.00 b	**
<i>R. communis S.</i>	10.00 a	10.00 abc	20.00 a	**
<i>T. officinale</i>	0.00 b	0.00 c	0.00 c	**
Testigo Blanco	0.00 b	0.00 c	2.50 c	**
Testigo	0.00 b	0.00 c	0.00 c	**

Medias con la misma letra en una columna no difieren estadísticamente entre sí ( $p \leq 0.05$ ), \*Límites de confianza al 95 %, \*\*Concentración no determinada. H = hojas, S = semillas.

### Mortalidad y $\text{CL}_{50}$ para adultos de *B. cockerelli*

Cuando se estableció el experimento a una concentración de  $100 \text{ mg mL}^{-1}$  presentaron un 90 % de mortalidad los tratamientos a partir de hojas y semillas de *R. communis* y una concentración letal media de 2.85 y 0.49 ppm respectivamente. Para el caso de *M. azedarach* este tratamiento presentó un 82.5 % cuando se extrajo de hoja y semilla presentando una  $\text{CL}_{50} = 2.52$  y 1.18 ppm respectivamente. *T.*

*officinale*, *P. auritum* y *A. artemisiifolia* presentaron un 50, 60 y 57.5 % de mortalidad respectivamente y concentraciones letales medias de 76.19, 43.19 y 30.62 ppm para cada tratamiento. (Cuadro 15). Para el caso de la concentración de 10 mg mL<sup>-1</sup> los mejores tratamientos fueron *M. azedarach* cuando se extrajo de semillas presentando un 70 % de mortalidad, cuando se extrajo de hojas presentó un 65 % al igual que *R. communis* semilla. El único tratamiento que no sobrepasó el 40 % de mortalidad fue *T. officinale* con un 35 % y el testigo blanco obtuvo un 5 % de mortalidad por efecto del solvente. (Figura 14). Cuando se estableció el experimento a una concentración de 1 mg mL<sup>-1</sup> los mejores tratamientos fueron los que se extrajeron a partir de semilla, tal es el caso de *R. communis* con un 60 % y *M. azedarach* con un 47.5 %, los tratamientos que no presentaron efectividad biológica por no sobrepasar el 40 % fueron *A. artemisiifolia* con un 22.5%, *P. auritum* con un 17.5 % y *T. officinale* con un 10%. A esta concentración el testigo blanco presentó nulo efecto de mortalidad.



**Figura 14.** Efecto de especies vegetales mediante maceración alcohólica en adultos de *B. cockerelli* a tres concentraciones (mg mL<sup>-1</sup>).

**Cuadro 15.** Mortalidad (%) y CL<sub>50</sub> en adultos de *B. cockerelli* por el efecto de extractos alcohólicos de especies vegetales con propiedades insecticidas.

Tratamientos	Concentración (mgmL <sup>-1</sup> )			CL <sub>50</sub>
	1	10	100	
<i>A. artemisiifolia</i>	22.50 c	45.00 bc	57.50 b	30.62 (9.71 - 331.87)
<i>M. azedarach H.</i>	40.00 b	65.00 a	82.50 a	2.52 (0.45 - 6.38)
<i>M. azedarach S.</i>	47.50 b	70.00 a	82.50 a	1.18 (0.046 - 3.82)
<i>P. auritum</i>	17.50 cd	32.50 c	60.00 b	43.19 (17.03 - 250.11)
<i>R. communis H.</i>	42.50 b	55.00 ab	90.00 a	2.85 (0.79 - 6.40)
<i>R. communis S.</i>	60.00 a	65.00 a	90.00 a	0.49 (0.0020 - 2.09)
<i>T. officinale</i>	10.00 de	35.00 c	50.00 b	76.19 (28.48 - 668.50)
Testigo Blanco	0.00 e	5.00 d	12.50 c	**
Testigo	0.00 e	0.00 d	0.00 c	**

Medias con la misma letra en una columna no difieren estadísticamente entre sí ( $p \leq 0.05$ ), \*Límites de confianza al 95 %, \*\*Concentración no determinada. H = hojas, S = semillas.

Jarquín-Martínez (2008), al evaluar extractos vegetales de *A. indica* y *M. azedarach* a concentraciones del 10 % (100 ppm) sobre ninfas de V instar de *B. cockerelli*, obtuvo que *A. indica* tiene un efecto de mortalidad de 48 % y *M. azedarach* de un 30 %; con una concentración del 20 % obtuvo que *A. indica* tiene un 98 % y *M. azedarach* un 70 % de mortalidad. Para la evaluación de *A. indica* mediante extractos acuosos se asemeja al 45 % de mortalidad obtenido en adultos del insecto, ya que para los instares ninfales I y II fue superior con 55 y 50 % respectivamente; y para el III, IV y V instar fueron menores. Para *M. azedarach* sucede la misma situación, para adultos se registra un aumento del 5 % al registrado por Jarquín- Martínez (2008) y para instares I y II estos son superiores con un 45 y 42.5 % respectivamente, en comparación con los otros tres estadios que fueron menores encontrándose en el rango de 11.11 – 16.66 %. Los tratamientos evaluados a la concentración de 10 ppm de *M. azedarach* en los instares biológicos del insecto no concuerdan con lo descrito por Jarquín- Martínez (2008) siendo estos menores a lo indicado en su investigación y los evaluados a 200 mg mL<sup>-1</sup> son superiores encontrándose en el rango de 55 – 85 % a excepción de huevos que no sobrepasó el 2.5 % de efecto ovicida en las tres concentraciones. Para *A. indica* a una concentración de 10 mg mL<sup>-1</sup> los tratamientos evaluados en las fases biológicas de *B. cockerelli* se encuentran entre el 2.5 – 27.5 % de efecto de mortalidad a excepción de los huevecillos que presentaron nulo efecto ovicida. Y a la concentración de 200 mg mL<sup>-1</sup> los datos registrados en esta investigación son superiores,

encontrándose entre el 55.55 – 87.50 %, registrando en el estado biológico de huevos un 2.5 %. Para el caso de los tratamientos evaluados mediante maceración alcohólica los tratamientos de *M. azedarach* obtenidos a partir de hojas y semillas presentaron datos superiores a lo indicado por Jarquín-Martínez (2008) a excepción del IV instar del insecto a una concentración de 1 mg mL<sup>-1</sup> cuando utilizamos hojas de esta especie vegetal donde el dato concuerda con el 30 % de mortalidad. No obstante hay que hacer mención que las variaciones de los porcentajes de mortalidad en esta investigación en comparación con los datos registrados por Jarquín-Martínez (2008), pueden ser debido a que ellos evaluaron sobre *B. tabaci* y estos bioensayos fueron sobre *B. cockerelli*, esto por la poca información sobre extractos vegetales polares en el control de esta plaga.

Ramos-López *et al.* (2007) registra un 36.3 % de mortalidad en mosca blanca con el extracto de *R. communis* a una concentración del 10 %, al aplicar en frío, dato que es aproximado al obtenido en la investigación para ninfas de *B. cockerelli* de primer estadio con un 32.5 % cuando se aplicó 100 mg mL<sup>-1</sup> y 40 % con una concentración de 200 mg mL<sup>-1</sup>. Para el caso del porcentaje obtenido en adultos del insecto cuando aplico el extracto en caliente obtuvo un 42.5 % el cual no se asemeja a ningún tratamiento cuando utilizamos extracción acuosa, pero es el mismo cuando aplicamos extracción alcohólica utilizando hojas de la planta a una concentración de 1 mg mL<sup>-1</sup>. Para el caso de adultos cuando aplicó una concentración del 50 % y obtuvo un 53.8 % mortalidad, este dato concuerda con lo encontrado en esta investigación cuando utilizamos extractos vegetales acuosos al 100 mg mL<sup>-1</sup> y extractos alcohólicos a 10 mg mL<sup>-1</sup>.

Según Guerrero-López *et al.*, 2007, al evaluar 11 especies vegetales para controlar *B. tabaci* detectaron que el extracto vegetal de *R. communis* (8g en 50 ml de agua), tiene un efecto de mortalidad en huevos y ninfas de 8.3 % y en adultos de 92.2 %. Lo que concuerda con el bajo efecto de mortalidad en huevos, que en esta investigación se mantuvo entre el 2.5 al 10 %, así mismo para los datos registrados en adultos cuando se aplicó extractos alcohólicos a 100 mg mL<sup>-1</sup> con un 90 % y difiere en el caso de extractos acuosos ya que estos se encontraron con un 55 % de mortalidad cuando se evaluó la concentración de 100 mg mL<sup>-1</sup> y con un 80 % cuando se evaluó a un 200 mg mL<sup>-1</sup>.

Se encontraron diferencias significativas en los tratamientos a excepción de los evaluados en la fase de huevos, mismos que no tiene efectividad sobre *B. cockerelli*, según Lagunes (1994). En la evaluación de los tratamientos en huevos de *B. cockerelli* mediante maceración acuosa, estos no

presentaron un porcentaje de mortalidad significativo, y se observó posterior al análisis que existió eclosión de los mismos, por lo que los tratamientos tienen poco efecto ovicida de la igual forma para los extractos alcohólicos.

Ramos-López *et al.* (2007) registran un 33.8 % de mortalidad en mosca blanca con el extracto de higuierilla a una concentración del 20 % (200 ppm), al aplicar en frío, dato que es aproximado al obtenido en la investigación para el caso de ninfas de *B. cockerelli* de I estadio cuando se utilizaron extractos vegetales acuosos a 200 mg mL<sup>-1</sup> con un 40 % de mortalidad y un 32.5 % cuando se evaluó a una concentración de 100 mg mL<sup>-1</sup>. En el caso de las especies vegetales evaluadas por maceración alcohólica a partir de hojas presentó cerca del 40 % de mortalidad para los estadios ninfales I, III y IV instar a una concentración de 1 mg mL<sup>-1</sup>, para la extracción a partir de semillas los datos de mortalidad registrados para los estadios ninfales se mantuvieron en el rango de 55 – 100 %. Para el caso del porcentaje obtenido en adultos del insecto cuando aplicó el extracto en caliente obtuvo un 41.3 % el cual se asemeja al registrado en esta investigación cuando se utilizaron extractos alcohólicos a partir de hojas a una concentración de 1 mg mL<sup>-1</sup> presentando un 42.5 %. Cuando aplicó una concentración del 50 % obtuvo un 53.8 % dato que concuerda con el obtenido en la investigación cuando se aplicó una concentración de 100 mg mL<sup>-1</sup> mediante extracción acuosa y a 10 mg mL<sup>-1</sup> mediante extracción alcohólica, ya que a 200 mg mL<sup>-1</sup> la mortalidad registrada fue de 80 % y a 100 mg mL<sup>-1</sup> y en extractos alcohólicos a partir de semilla fue de 90 %.

Se observó que los individuos expuestos al extracto vegetal de *G. glutinosum* al momento de la muda ninfal algunos quedaban adheridos a la exuvia del mismo, debido a que esta especie vegetal presenta la característica física de ser pegajosa. A su vez, se observó que los instares I, II y III presentaron alta susceptibilidad a las concentraciones empleadas.

## CONCLUSIONES

1. Los resultados de la presente investigación demuestran el potencial de *A. indica*, *A. artemisiifolia*, *M. azedarach*, *R. communis* y *R. raphanistrum*, para el control de *B. cockerelli*, razón por la cual es importante tomar en cuenta esta alternativa biorracional en los programas de manejo integrado de plagas.
2. De acuerdo a los resultados obtenidos en la evaluación de extractos alcohólicos comparándolo con los de extracción acuosa, queda de manifiesto que cuando se realiza la maceración de especies vegetales con solventes de polaridad intermedia se presentan mejor porcentajes de mortalidad, debido a que estos productos tienen mayor arrastre de los compuestos secundarios de las especies vegetales.
3. En la investigación se encontró que el mejor tratamiento evaluado a una concentración de 200 mg mL<sup>-1</sup> para ninfas de V instar fue *A. indica* con un 75 % de mortalidad y *M. azedarach* con un 55.55 %. Para la concentración de 100 mg mL<sup>-1</sup> con extractos vegetales mediante maceración alcohólica fue *M. azedarach* y *R. communis* cuando se extrajeron sus propiedades insecticidas a partir de semillas. Cuando la extracción se realizó de material vegetal a partir de hojas *M. azedarach* y *R. communis* presentaron un 80 % de mortalidad.
4. En el estadio ninfal de IV instar de *B. cockerelli* a una concentración de 200 mg mL<sup>-1</sup> se encontró que los mejores tratamientos fueron *R. raphanistrum* con 66.67 % de mortalidad seguido de *M. azedarach* con 58.33 %, *A. indica* con un 55.56 % y *A. artemisiifolia* con un 52.78 %. Para la concentración evaluada en 100 mg mL<sup>-1</sup> todos los tratamientos presentaron efectividad biológica, *R. communis* semilla presentó un 100 % de efecto de mortalidad, *M. azedarach* semilla un 90 % y *M. azedarach* hoja un 82.5 %, los tratamientos restantes se mantuvieron en el rango de mortalidad de 67.5 – 77.5 %.
5. En la evaluación de la concentración de 200 mg mL<sup>-1</sup> sobre ninfas de III instar se encontró que los mejores tratamientos fueron *M. azedarach* y *R. raphanistrum* con un 75 % de efecto de mortalidad, seguido por *A. artemisiifolia* con un 63.89 %. El mejor tratamiento al evaluarlo a 100 mg mL<sup>-1</sup> fueron *R. communis* y *M. azedarach* cuando se extrajo el material experimental a partir de semillas, obteniendo un 100 % de mortalidad. y estos mismos tratamientos extraídos a partir de hojas presentaron un 90 % de efecto de mortalidad.

6. Los mejores tratamientos para la evaluación de la concentración de 200 mg mL<sup>-1</sup> sobre ninfas de II instar fueron *A. indica*, *M. azedarach* y *R. raphanistrum* con un 83.33 %. *A. artemisiifolia* con un 72.22 % y una *T. officinale* con un 50 % de efectividad biológica. En la evaluación de la concentración de 100 mg mL<sup>-1</sup> en este instar biológico presentaron un 100 % de efectividad *M. azedarach* y *R. communis* cuando se extrajeron de semillas y cuando se utilizó hojas se obtuvo un 90 y 80% respectivamente. Para el caso de *A. artemisiifolia* resultó con un 82.5% de mortalidad.
7. Los mejores tratamientos para la evaluación de I instar a una concentración de 200 mg mL<sup>-1</sup> resultaron ser *M. azedarach* con un 90 %, en segundo lugar se encontró *A. indica* con un 87.50 % y *R. raphanistrum* con un 85 %. El mejor tratamiento a una concentración de 100 mg mL<sup>-1</sup> resultó ser *M. azedarach* con un 100 % de efectividad cuando se extrajo a partir de hojas y semillas, el mismo caso se presentó cuando se utilizaron semillas de *R. communis* presentando un 85 % de mortalidad cuando se extrajo el material a partir de hojas y para *A. artemisiifolia* se obtuvo una mortalidad de 82.5 %.
8. Para el caso de las evaluaciones en huevecillos ningún tratamiento en las tres concentraciones 200, 100 y 10 mg mL<sup>-1</sup> sobrepasó el 10 % de efecto ovicida, encontrándose que *G. glutinosum* no permitió la eclosión de un 10 % de los huevecillos con la concentración de 200 mg mL<sup>-1</sup>, de un 7.50 % con la concentración de 10 y 100 mg mL<sup>-1</sup> al igual que *R. communis* cuando se evaluó a 200 mg mL<sup>-1</sup>. Para las tres concentraciones evaluadas ningún tratamiento tuvo efectividad biológica por no sobrepasar el 40 % de mortalidad, los mejores tratamientos a 100 mg mL<sup>-1</sup> fueron *R. communis* semilla y *M. azedarach* semilla y hojas con un 20 %.
9. Para estado adulto el mejor tratamiento evaluado a una concentración de 200 mg mL<sup>-1</sup> fue *A. indica* con un 85 % de efecto de mortalidad, seguido por *R. communis* con un 80 %. Cuando se estableció el experimento a una concentración de 100 mg mL<sup>-1</sup> presentaron un 90 % de mortalidad los tratamientos a partir de hojas y semillas de *R. communis* y *M. azedarach* presento un 82.5 % cuando se extrajo de hoja y semilla.
10. Se observó que *G. glutinosum* presentó la característica física de ser pegajosa y limitar el cambio de fase biológica de los instares ninfales por presentar la adhesión del insecto en la exuvia del mismo.

## LITERATURA CITADA

- Abbott, W. S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. J. Econ. Entomol., 18: 265-267.
- Adhel, M. M.; Sehnal, F. 2000. Azadirachtin potentiates the action of ecdysteroid agonist RH-2485 in *Spodoptera littoralis*. J. Insect Physio. 46:267-268.
- Aguilar, C. A. y C. Zolla. 1982. Plantas Tóxicas de México. IMSS. México. p: 182 – 184.
- Altieri, M. A. 1995. Biodiversity and biocontrol: Lessons from insect pest management. Advances in plant pathology. 11: 191-206.
- Aragón, G. A., J. F. López-Olguín, A. M. Tapia R., V. G. Cilia L. y B. C. Pérez-Torres. 2002. Extractos vegetales una alternativa para el control de plagas del amaranto *Amaranthus hypochondriacus* L. Memorias del VIII Simposio Nacional sobre Sustancias Vegetales y Minerales en el Control de Plagas. Colegio de Postgraduados. S.L.P., México. Pp. 52-62.
- Arias, T. A. A., V. M. Valverde T., S. J. Reyes. 2000. Las plantas de la región de Zapotitlán Salinas, Puebla. Instituto Nacional de Ecología, México, pp. 8-9, 22.
- Bahena-Juárez, F. y A. G. Chávez. 2007. Compuestos activos mayoritarios de Chilguape y Nim, dos alternativas para el manejo de plagas en una agricultura sostenible. En: López-Olguín, J. F., A. Aragón-García, C. Rodríguez-Hernández y M. Vásquez-García. (Eds.). Agricultura Sostenible Vol.3. Sustancias naturales contra plagas. Sociedad Mexicana de Agricultura Sostenible, A. C. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México, México. pp. 24-31.
- Barnard, D.R. 1999. Repellency of essential oils to mosquitoes (Diptera: Culicidae). Journal of Medical Entomology 36(5): 625- 9.
- Blanchard, G. C. y R. Gardner. 1976. Characterization of some of the enzymes in ragweed pollen. Annals of Allergy 36:410-418.
- Bloszyk, E.; U. Rychlewska, B. Szczepanska, M. Budesinsky, B. Drozd and M. Holub. 1992. Sesquiterpene lactones of *Ambrosia artemisiifolia* L. and *Ambrosia trifida* L. species. Collect. Czech. Chem. Comm. 57: 1092-1102.
- Bris, E. and W. Algeo J. 1970. Feedstuffs, Minneap. 42(20):26 (En línea). Disponible en: <http://www.fao.org/livestock/agap/frg/afri/espagnol/document/tfeed8/data/536>. Htm (Consulta: 17 enero 2003).
- Camarillo de la Rosa, G., L. D. Ortega-Arenas, M. A. Serrato-Cruz, C. Rodríguez-Hernández, 2007. *Tagetes spp.* Plantas con potencial en el control de plagas. En: López-Olguín, J. F., A. Aragón-García, C. Rodríguez-Hernández y M. Vásquez-García. (Eds.). Agricultura Sostenible Vol.3. Sustancias naturales contra plagas. Sociedad Mexicana de Agricultura Sostenible, A. C. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México, México. pp. 32-39.
- Camarillo, G. 2009. Actividad biológica de extractos de *Tagetes filifolia* Lag. en la mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* West. (Hemiptera: Aleyrodidae)”. Tesis de Maestría. Colegio de posgraduados. Montecillo, Texcoco, Edo. de México. 64p.
- Canales, M., T. Hernández, J. Caballero, V. A. Romo, G. Ávila, A. Duran and R. Lira. 2005. Informant consensus factor and antibacterial activity of the medicinal plants used by the people of San Rafael Coxcatlán, Puebla, México. J Ethnopharmacol 97(3):429-439.
- Canales, M., T. Hernández, R. Serrano, L. B. Hernández, A. Duran, V. Ríos, S. Sigrist, H. L. Hernández, A. M. García, O. Angeles-López, M. A. Fernández-Araiza and G. Ávila. 2007. Antimicrobial and general toxicity activities of *Gymnosperma glutinosum*: a comparative study. J Ethnopharmacol 110(2):343-347.
- Carrillo-Rodríguez, J.C., R. Vásquez-Ortiz, A. Ríos-Díaz, M. P. Jerez-Salas y Y. Villegas-Aparicio. 2007. Extractos vegetales para el control de plagas del follaje del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en Oaxaca, México. Instituto tecnológico de los Valles de Oaxaca, Oaxaca, México. 5p.
- Céspedes, C. L.; J. S. Calderón, L. Lina, and E. Aranda. 2000. Growth effects on fall armyworm *Spodoptera frugiperda* of some limonoids isolated from *Cedrela spp.*(Meliaceae).J. Agric. Food Chem. 48, 1903 - 1908.
- Chalchat, J. C., Z. A. Maksimovic, S. D. Petrovic and M. S. Gorunovic. 2004. Chemical composition and antimicrobial activity of *Ambrosia artemisiifolia* L. Essential Oil. J. Essential Oil Res. 16: 270-273.
- Cheam, A. and S. Lee. 2003. Seedicidal potential of green wild radish pods on crop seeds. In Proceedings of the 19th Asian-Pacific Weed Science Society Conference, pp. 169–1 73.
- Cremlyn, R. 1995. Plaguicidas modernos y su acción bioquímica. Ed. Trillas, México, DF. p 63,317 y 318.
- Delgado, A. W y S. L. E. Cuca. 2007. Composición química del aceite esencial de *Piper hispidum*. Rev Productos Naturales. 1(1):5-8.

- Echeverría P., E. G. y J. C. Carrillo R. 2007. Extractos vegetales para el control de mosquita blanca (*Bemisia tabaci* Genn) en cultivos en franjas (maíz – frijol). Memoria del IX Simposio Internacional y IV Congreso Nacional de Agricultura Sostenible, Veracruz 2007.
- Estrada, O. J. 2008. El nim, una alternativa agroecológica sostenible. Manual técnico, Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical “Alejandro Humboldt” (INIFAT). Cuba, 26p.
- Facciola, S. Cornucopia. 1990. A Source Book of Edible Plants; Kampong Publications: Vista, CA, USA. pp. 212-217.
- Foster, S. and J. A. Duke. 1990. A Field Guide to Medicinal Plants. Eastern and Central N. America. 100p.
- Fradin, M. S. and J. F. Day. 2002. Comparative efficacy of insect repellents against mosquito bites. *New England J. Med.* 347(1):13-18.
- Finney, D. 1971. Probit Analysis. Cambridge University Press. Cambridge. UK. 333p.
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen, México, Offset Larios, 217 p.
- García-Mendoza, F. A. 1997. Extractos vegetales aislados con diferentes solventes para la reducción de daños del virus del enchinamiento del tomate, en Valles Centrales de Oaxaca. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca, Oaxaca, México. 77p.
- Gioanetto, F. y E. Cerna. 2000. Desarrollo actual de las investigaciones alelopáticas y de la producción de insecticidas botánicos en Michoacán (México). In: Memorias del VI Simposio Nacional sobre Sustancias Vegetales y Minerales en el Combate de Plagas. Rodríguez H., C. (ed). Acapulco, Gro. México.
- Gómez-Pompa, A. 1966. Estudios botánicos en la región de Misantla, Veracruz. Instituto Mexicano de los Recursos Naturales Renovables. México. Pp. 140-151.
- Gómez, T. L., M. A. Gómez C. y R. Schwentesius R. 1999. Desafíos de la Agricultura Orgánica. Certificación y Comercialización. Mundi-Prensa. México. 224 p.
- Grainge, M. and S. Ahmed, 1988. Handbook of plants with pest control properties. Ed. John Wiley & Sons, Inc. USA. 470p.
- Granados, S. D., A. D. Castañeda P. y O. Mendoza A. 1989. Ecología vegetal: Interacciones ecológicas de las plantas. Universidad Autónoma de Chapingo “Dirección de Difusión Cultural”. México. 9p.
- Guerrero-López, A. A., M. I. Cuevas-Salgado, C. A. Romero Nápoles. 2007. Insecticidas vegetales, una alternativa de combate de mosquita blanca *Trialeurodes vaporariorum* Westwood (Homóptera: Aleyrodidae) en rosa *Rosa sp.*, bajo condiciones de laboratorio. En: López-Olguín, J. F., A. Aragón-García, C. Rodríguez-Hernández y M. Vásquez-García. (Eds.). Agricultura Sostenible Vol.3. Sustancias naturales contra plagas. Sociedad Mexicana de Agricultura Sostenible, A.C. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México, México. pp. 80-85.
- Gutiérrez, A. 1988. Uso de extractos vegetales para el control de nematodos en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Miller). Tesis de Facultad de Agronomía. Universidad de San Carlos, Guatemala. pp. 23, 27-51.
- Harrison, S. K. and E. Regnier. 2003. Postdispersal predation of giant ragweed (*Ambrosia trifida*) seed in no-tillage corn. *Weed Sci.* 51, 955-964.
- Heiden, P. 1991. Insecticidal constituents of *Azadirachta indica* and *Melia azedarach* (Meliaceae). In: Naturally occurring pest bioregulators. Heidin, P. Ed. A C S Symp. Series, Washington, D. C. pp. 293 - 304.
- Hernández, T.; M. Canales, J. G. Ávila, A. Durán, J. Caballero, Romo V. A. and R. Lira. 2003. Ethnobotany and antibacterial activity of some plants used in traditional medicine of Zapotitlán de las Salinas, Puebla (México). *J Ethnopharmacol* 88(2-3):181-188.
- Horie, T., Y. Ohtsuru, K. Shibata, K. Yamashiata, M. Tsukayama, Y. Kawamura. 1998. <sup>13</sup>C NMR spectral assignment of the A-ring of polyoxygenated flavones. *Phytochemistry* 47(5):865-874.
- Iannacone, O. J. 2008. Actividad Insecticida y repelente de plantas en el gorgojo del maíz *Sitophilus zeamais*. *Scientia.* 10(10): 171-179.
- INEGI, 2005. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, Censo General de Población y Vivienda 2004. México 2005.
- Jarquín-Martínez, F. 2008. Efecto de extractos vegetales para el control de Paratrioza (*Bactericera cockerelli* Sulc.) en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en condiciones de laboratorio. Memoria de residencia profesional. Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca (ITVO), Nazareno, Xoxocotlán, Oaxaca, México. 60p.
- Jbilou, R., A. Ennabili y F. Sayah. 2006. Insecticidal activity of four medicinal plant extracts against *Tribolium castaneum* (Herbst)(Coleoptera: Tenebrionidae). *African Journal of Biotechnology.* 5(10): 936-940.
- Jovanović, Z., M. Kostić y Z. Popović. 2007. Grain-propective properties of herbal extracts against the bean weevil *Acanthoscelides obtectus* Say. *Industrial Crops and Products.* 26: 100-104.
- Kéita, S. M., C. Vincent, J. P. Schmidt, S. Ramaswamy y A. Bélanger. 2000. Effect of various essential oils on *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae). *J. Stored. Prod. Res.* 36:355–364.

- Kvist, L. P. y D. Alarcón S. 2008. Plantas Tóxicas. *In*: Enciclopedia de las plantas útiles del Ecuador. L. de la Torre, H. Navarrete, P. Muriel M., M. J. Macía & H. Balslev (eds.). Herbario QCA & Herbario AAU. Quito & Aarhus. Pp. 99–104
- Lagunes, T. A. 1993. Uso de extractos vegetales y polvos minerales para el combate de plagas del maíz y del frijol en la agricultura de subsistencia. Memorias. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Edo. De México. 31 p.
- Lagunes, T. A. 1994. Extractos y polvos vegetales y polvos minerales para el combate de plagas del maíz y de frijol en la agricultura de subsistencia. Montecillo, México: CONACYT/Colegio de Postgraduados. 1:27-30.
- Leung, A. Y. and S. Foster. 1996. Encyclopedia of Common Natural Ingredients Used in Food, Drugs, and Cosmetics. New York: John Wiley and Sons. p205-207.
- Leyva, F. y P. Baca. 1998. Plaguicidas botánicos: un proceso de investigación entre técnicos y productores. P.42. En: Memoria del VII Congreso Internacional de Manejo Integrado de Plagas. Managua, Nicaragua.
- López, T. M. 1995. Resistencia de las plantas. Ed. Trillas, México, D.F. 103p.
- López-Olguín, J. F., A. Aragón G. y A. M. Tapia R. 2001. Manejo Integrado de Plagas. Contribución para una agricultura sostenible. En: Aragón, G.A., J.F. López-Olguín y A. Saldaña M. (Eds.). Fundamentos para una agricultura sostenible. Publicación especial de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Pue. México. pp. 129-153.
- Ma, D. L., G. Gordh, M. P. Zalucki. 2000. Toxicity of biorational insecticides to *Helicoverpa spp.* (Lepidoptera: Noctuidae) and predators in cotton field. International Journal Pest Management. 46: 237-240.
- Maldonado, E., C. R. Segura, A. Ortega, J. S. Calderón, F. R. Fronczek. 1994. Entlabdane and neoclerodane diterpenes from *Gymnosperma glutinosum*. Phytochemistry 35(3):721-724.
- Martínez, S. D., J. García G. y F. Arce A. 1997. Efecto de técnicas de control de bajo impacto ecológico sobre la incidencia de Mosca blanca *Bemisia tabaci* GEN. (Homóptera: Aleyrodidae) en la producción de tomate y chile de agua. XXXII Congreso Nacional de Entomología. Sociedad Mexicana de Entomología. Centro Vocacional IMSS-Metepec, Puebla. Pp. 35-36.
- Mayank S. M., M. B. Riley, J. K. Norsworthy and W. Bridges, Jr. 2010. Glucosinolate Profile Variation of Growth Stages of Wild Radish (*Raphanus raphanistrum*). J. Agric. Food Chem. 58 (6), pp 3309–3315.
- McCutcheon, G. S., A. M. Simmons y L. K. Norsworthy. 2009. Effect of wild radish on preimaginal development of *Diabrotica balteata* and *Agrotis ipsilon*. Journal of Sustainable Agriculture. 33: 119-127.
- Meneses, O. G. 2003. Manual para el control orgánico de plagas y enfermedades. Guía de consejos prácticos para una agricultura sin agroquímicos, México D.F. 57p.
- Miyakado, M., I. Nakayama y N. Ohno. 1989. Insecticidal unsaturated isobutylamides. From natural products to agrochemical leads. *In*: Insecticides of plant origin. Amer Chem Soc Symp Ser 387, Washington, DC, pp 173–187.
- Montes, B. R., R. P. Pacheco y F. G. Arce. 1992. Reducción del daño del chino del jitomate mediante extractos vegetales acuosos. Memorias del XIX Congreso Nacional de Fitopatología. Buenavista, Saltillo. Pp. 160.
- Nieves-Ordaz, F. y L. A. Ruiz-Nolasco. 2002. Alternativas ecológicas para el manejo de plagas y enfermedades en ornamentales. Pp. 206-209. En: Manejo Fitosanitario de ornamentales. Instituto de Fitosanidad. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México.
- Norris, D. M. 1990. Repellents. Vol. VI. Pp: 135-149. In: Handbook of Natural Pesticides: Insects Attractants and Repellents. Mandava (ed.). CRC.
- Ocegueda, S., E. Moreno y P. Koleff. 2005. Plantas utilizadas en la medicina tradicional y su identificación científica. Biodiversitas. Boletín Bimestral de la Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. No. 62. México, D.F. pp. 12-15.
- Okorie, T. G y O. F. Ogunro. 1992. Effects of extracts and suspensions of the black pepper *Piper guineense* on the immature stages of *Aedes aegypti* (Linn) (Diptera: Culicidae) and associated aquatic organisms. Discov Innov. 4:59–63
- Ortega, A., L. D. and D. J. Schuster. 2000. Repellency to silverleaf whitefly adults. Gulf coast research and education center. University of Florida. Bradenton, FL. 2p.
- Ortega, A., L. D., A. Lagunes T., C. Rodríguez H. R. Alatorre R. y N. M. Bárcenas. 1998. Susceptibilidad a insecticidas en adultos de mosca blanca *Trialetrodes vaporariorum* (West.) (Homóptera: Aleyrodidae) de Tepoztlán, Morelos, México. Agrociencia 32: 249-254.
- Parmar, V. S., S. C. Jain, K. S. Bisht, R. Jain, P. Taneja, A. Jha, O. M. Tyagi, A. K. Prasad, J. Wengel, C. E. Olsen & P. M. Boll. 1997. Phytochemistry of the genus *Piper*. Phytochemistry 46:597-673.
- Perales, S. C., H. Bravo M., J. L. Leyva V. y A. Martínez G. 1996. Sustancias vegetales para el control de mosca de la fruta. Agrociencia. 30 (3): 411-415.
- Pérez-Pacheco R., C. Rodríguez-Hernández, J. Lara-Reyna, R. Montes-Belmont y G. Ramírez-Valverde. 2004. Toxicidad de Aceites, Esencias y Extractos Vegetales en Larvas de Mosquito *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae). Acta Zoológica Mexicana (n.s.) 20(1): 141-152.

- Philogéne, B. J. R., C. Regnault-Roger y C. Vincent. 2004. Productos fitosanitarios insecticidas de origen vegetal: promesas de ayer y hoy. pp. 1-16. In: Biopesticidas de origen vegetal. C. Regnault-Roger, B. J. R. Philogéne and C. Vincent (eds.). Versión española. Ediciones Mundi- Prensa. España.
- Pohorecka, K. 2004. Effect of standardized plant herb extracts on general condition of the honeybee (*Apis mellifera* L.). Bull Vet Inst Pulawy. 48: 415-419.
- Preciado, C. A. 1959. La higuera o ricino. Monografía. SAGAR. México. pp: 16 – 33.
- Ramos-López, M. A., L. D. Ortega-Arenas, C. Rodríguez-Hernández, J. Sánchez-Robles. 2007. Actividad de extractos acuosos de higuera *Ricinus communis* (L.) (Euphorbiaceae) sobre adultos de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Homoptera: aleyrodidae). En: López-Olguín, J. F., A. Aragón-García, C. Rodríguez-Hernández y M. Vásquez-García. (Eds.). Agricultura Sostenible Vol.3. Substancias naturales contra plagas. Sociedad mexicana de agricultura sostenible, A.C. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México, México. pp. 94-100.
- Rendón-Huerta, J.A., B.I. Juárez-Flores, Y. Jasso-Pineda, G. Álvarez-Fuentes y J.R. Aguirre-Rivera. 2007. Evaluación de plantas silvestres control gorgojo de frijol *Zabrotes subfasciatus* Boheman (Coleoptera: Bruchidae) en almacén. En: López-Olguín, J.F., A. Aragón-García, C. Rodríguez-Hernández y M. Vásquez-García. (Eds.). Agricultura Sostenible Vol.3. Substancias naturales contra plagas. Sociedad mexicana de agricultura sostenible, A.C. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México, México. pp. 144-159.
- Rodríguez, H., C. 2000a. Presentación: s/p. En: Memorias del VI Simposio sobre Substancias Vegetales y Minerales en el Combate de Plagas. Acapulco, Guerrero, México.
- Rodríguez H., C. 2000b. Plantas contra plagas: potencial práctico de ajo, anona, nim, chile y tabaco. Red de acción sobre plaguicidas y alternativas en México. pp. 1-25.
- Rodríguez, H. C. 1999. Recetas del Nim *Azadirachta indica* (Meliaceae) contra plagas. Memorias del XXXIV Congreso Nacional de Entomología. Sociedad Mexicana de Entomología, A.C. Aguascalientes, Ags., México. p. 696.
- Rodríguez, H. C. 2000c. Recetas de plantas insecticidas e insectistáticas. 11 a 23p. En: Memoria Curso Precongreso Actualización en el Conocimiento y Manejo de Malezas y Plantas Contra Plagas. Domínguez, V. J. A. y Rodríguez, H. C. (eds.). Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Facultad de Agronomía. 11 y 12 de Noviembre. San Luis Potosí, México. Disponible en versión electrónica CD-Room.
- Rodríguez, H. C. 2002a. Insecticidas e insectistáticos vegetales comerciales pp: 56 – 67. In: Memoria curso precongreso actualización en el conocimiento y manejo de malezas y plantas contra plagas. Domínguez, V. J. A. y C. Rodríguez (eds). Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. 11 y 12 de Noviembre. San Luis Potosí, México. Disponible en versión electrónica Cd-Room.
- Rodríguez, H. C. y L. D. Ortega A. 1995. Repelencia de aceites vegetales a mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* (West) (Homoptera: Aleyrodidae), en frijol. Pp:64-66. En: Avances en la Investigación. Cibrián T. J., E. Cárdenas S. y R. Alatorre R. (eds). IFIT – Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco. México.
- Rodríguez, H. C. 2002. Actividad del epazote *Telexys ambrosioides* (Chenopodiaceae) en el gorgojo del maíz *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). En: Entomología Mexicana. Romero, N., J.E.G. Estrada y A. Equihua M. (Eds). SME y CP. Montecillo, Texcoco, México. Vol. 1. p 32-38.
- Rollins, R. C., 1993. The Cruciferae of Continental North America. Stanford University Press. Stanford, California. Pp. 976.
- Rzedowski, G. C. y J. Rzedowski, 2001. Flora fanerogámica del Valle de México. 2a ed. Instituto de Ecología y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Pátzcuaro, Michoacán, México. Pp. 1406.
- Rzedowski J. y Rzedowski G. C. 1985. Flora Fanerogámica del Valle de México. Vol II. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas IPN e Instituto de Ecología, México, pp. 501, 581.
- Sabillón, A. y M. Bustamante. 1996. Guía fotográfica para la identificación de plantas con propiedades plaguicidas. Ed. Zamorano, Honduras, 110 pp.
- Sanjuán. 2005. Evaluación de extractos vegetales para el control de la mosca blanca *Bemisia tabaci* en calabacita *Cucurbita pepo*, frijol *Phaseolus sp.* y tomate *Lycopersicon esculentum* de producción en agro ecosistemas. ITAO N°23 Nazareno, Oaxaca, México. p70.
- SAS (SAS Institute Inc.). 2004. SAS/STAT ® 9.1 User's Guide. Cary, NC. SAS Institute Inc. USA. 5136 p.
- Schmutterer, H. 1990. Properties and potential of natural pesticides from the neem tree. Annual Review of Entomology. 35: 271 – 298.
- Scott, I. A, H. R Jensen, B. J. R Philogéne, J. T Arnason. 2008. A review of *Piper spp.* (Piperaceae) phytochemistry, insecticidal activity and mode of action. Phytochemistry Reviews. 7(1):65-75.
- Sengupta, S. and A. B. Ray. 1987. The chemistry of Piper species: a review. Fitoterapia LVIII (3):147-165.
- Serrano R., T. Hernández, M. Canales, A. M. García-Bores, A. Romo De Vivar, C. L. Céspedes, And J. G. Avila. 2009. Ent-labdane type diterpene with antifungal activity from *Gymnosperma glutinosum* (Spreng.) Less. (Asteraceae). Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas, 8 (5), 412 – 418.

- Simmonds M., S. J., A.P. Jarvis, S. Johnson, G. R. Jones y E. D. Morgan. 2004. Comparison of antifeedant and insecticidal activity of nimbin and saliannin photooxidation products with neem (*Azadirachta indica*) limonoids. *Pest Management Science*. 60(5): 459 – 464.
- Soberón, G., C. Rojas, J. Saavedra, M. Kato y G. Delgado. 2006. Acción biocida de plantas de *Piper tuberculatum* Jacq. Sobre *Diatrea saccharalis* (Lepidoptera, Pyralidae). *Revista Peruana de Biología* 13(1), 197-112.
- Sutherland, J., P. Baharally V. y D. Permaul. 2002. Use of the botanical insecticide, neem to control the small rice stinkbug *Oebalus poecilus* (Dallas, 1985) (Hemiptera: Pentatomidae) in Guayana. *Entomotropica* 17:96-101.
- Tamura, Y.; M. Hattori, K. Konno, Y. Kono, H. Honda, H. Ono, M. Yoshida. 2004. Triterpenoid and caffeic acid derivatives in the leaves of ragweed, *Ambrosia artemisiifolia* L. (Asterales: Asteraceae), as feeding stimulants of *Ophraella communa* LeSage (Coleoptera: Chrysomelidae). *Chemoecology*. 14: 113-120.
- Valladares, G.; M. T. Defagó; S. M. Palacios and M. C. Carpinella, 1997. Laboratory evaluation of *Melia azedarach* (Meliaceae) extracts against the Elm Leaf Beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). *J. Econ. Entomol.*, 90, 747 - 750.
- Villaseñor, R., J. L. y F. J. Espinosa G. 1998. Catálogo de malezas de México. Universidad Nacional Autónoma de México. Consejo Nacional Consultivo Fitosanitario. Fondo de Cultura Económica. México, D.F.
- Wadt, L. H. O. C. Ehringhaus and P. Y. Kageyama. 2004. Genetic diversity of "Pimenta Longa" genotypes (*Piper spp.*, Piperaceae) of the Embrapa Acre germplasm collection. *Genet. Mol. Biol.* 27(1): 74-82.
- Wan, F. H., W. X. Liu, J. Ma, and J. Y. Guo. 2005. *Ambrosia artemisiifolia* and *A. trifida*, pp. 662 - 688. In F. H. Wan, X. B. Zheng, and J. Y. Guo (eds.), *Biology and management of invasive alien species in agriculture and forestry*. Science Press, Beijing, China.
- Wang, P; C. H. Kong y C. X. Zhang. 2006. Chemical Composition and Antimicrobial Activity of the Essential Oil from *Ambrosia trifida* L. *Molecules*. 11, 549-555.
- Weaver, S. E. 2003. Correlations among relative crop and weed growth stages. *Weed Sci.* 51, 163-170.
- Williams C. A., F. Goldstone and J. Greenham. 1996. Flavonoids, cinnamic acids and coumarins from the different tissues and medicinal preparations of *Taraxacum officinale*. *Phytochemistry*. 42:121-127.
- Yu S, Fang N, Mabry TJ. 1988. Flavonoids from *Gymnosperma glutinosum*. *Phytochemistry* 27(1):171-177.
- Zavaleta-Mejía, E. 1999. Alternativa de manejo de las enfermedades de las plantas. *Terra*. Volumen 17, No. 3. 202p.

## CAPITULO II

### EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD BIOLÓGICA DE FORMULACIONES COMERCIALES EN LOS ESTADIOS BIOLÓGICOS DE *Bactericera cockerelli* (Sulc) (HEMÍPTERA: PSYLLIDAE) EN LABORATORIO

#### RESUMEN

Los insecticidas sintéticos han creado una serie de problemas ecológicos, tales como el desarrollo de cepas resistentes a los insectos, el desequilibrio ecológico y daños a los mamíferos. Por lo tanto, hay una constante necesidad para el desarrollo de materiales de plantas biológicamente activos como insecticidas, que se espera que reduzcan los riesgos para los organismos humanos y otras por reducir al mínimo la acumulación de residuos nocivos en el medio ambiente. Los productos naturales son generalmente más preferidos debido a su naturaleza de ser menos perjudiciales para organismos secundarios y a su biodegradabilidad. En esta investigación se determinó que los mejores tratamientos para el control de ninfas de IV instar de *B. cockerelli* a dosis bajas DB (80 %) son Spintor 12SC con un 88.85 % y BioDie con un 86.02 % y a dosis alta DA (100 %) presentaron un 92.5 % y 90 % de mortalidad por lo que estos productos comerciales se pueden utilizar para el manejo del estadios ninfales de *B. cockerelli*. Para los estadios ninfales de V instar los mejores tratamientos evaluados a la dosis recomendada por el fabricante DA (100 %) fue el producto Spintor 12 Sc y Biodie con un 85 % de efecto de mortalidad, seguido del aceite esencial de *Tagetes filifolia* con un 70 %. Para el caso de los adultos de *B. cockerelli* los mejores tratamientos en esta evaluación fueron Spintor 12SC con un 95 y 92.50 % para la dosis alta DA y dosis baja DB respectivamente. El producto BioDie presentó un 82.5 % cuando se evaluó a la DA y un 80 % con la DB. El aceite esencial de *Tagetes filifolia* presentó un 80 % de mortalidad con DA y con DB se registró un 75 %. Por lo que el aceite esencial de *Tagetes sp.* también es una buena alternativa para el control de adultos del insecto. Los tratamientos que no presentaron un significativo efecto de mortalidad fueron InsectShield y Fractal con un 13.87 y 5.55 % de mortalidad respectivamente., pero el producto InsectShield en adultos de *B. cockerelli* en comparación con los resultados en las evaluaciones con ninfas obtuvo un incremento significativo registrando un 47.5 % cuando se evaluó a DA y un 37.50 % con DB.

## ABSTRACT

Synthetic insecticides have created a series of ecological problems, such as the development of insect-resistant strains, ecological imbalance and damage to mammals. Therefore, there is a constant need for development of biologically active plant materials such as insecticides, which are expected to reduce risks to humans and other agencies to minimize the accumulation of harmful residues in the environment. Natural products are generally preferred due to its nature of being less harmful to secondary organisms and their biodegradability. In this investigation it was determined that the best treatment for controlling nymphs of IV instar of *B. cockerelli* to low dose LD (80%) are Spintor 12SC with 88.85% and 86.02% Biodie with a high dose HD (100%) and had a 92.5% and 90% mortality at these commercial products can be used for management instars of *B. cockerelli*. For V instar the best treatments evaluated in the manufacturer's recommended dose HD (100%) was the product Biodie and Spintor 12 Sc with 85% effect of mortality, followed by the essential oil of *Tagetes filifolia* with 70%. In the case of adult of *B. cockerelli* the best treatments in this assessment were Spintor 12SC with 95 and 92.50% for the high dose and low dose respectively. The product Biodie showed a 82.5% when tested to the HD and 80% with the LD. The essential oil of *Tagetes filifolia* presented a 80% mortality with DA and DB was a 75%. For that reason the essential oil of *Tagetes sp.* is also a good alternative for the control of adult insect. The treatments had no significant effect of mortality were InsectShield and Fractal with a 13.87 and 5.55% mortality, respectively, but the product InsectShield in adults of *B. cockerelli* compared to findings in evaluations with nymphs obtained a significant increase recorded a 47.5% when tested in HD and 37.50% with LD.

## INTRODUCCIÓN

En las comunidades bióticas muchas especies parecen regularse entre sí, por medio de la producción y liberación de compuestos químicos llamados metabolitos secundarios que actúan como repelentes, atrayentes, inhibidores químicos y tóxicos para un número elevado de insectos de importancia económica. Esta cualidad ha sido evaluada por investigadores buscando su potencial herbicida, acaricida, nematocida e insecticida. El método para hacer frente a la presencia de los organismos plagas ha sido el uso de productos químicos que al inicio controlaban las poblaciones, pero con el tiempo los artrópodos han sobrevivido a estos productos por el uso inmoderado, mezclas de productos, elevadas dosis, aplicaciones constantes que han provocado la aparición y desarrollo de organismos resistentes a varios plaguicidas, disminución en la presencia de enemigos naturales, contaminación del medio ambiente y a la salud humana. La constante necesidad de buscar alternativas de control de insectos plagas, inducen a incursionar en el uso e investigación de productos de origen orgánico como lo son las formulaciones botánicas comerciales. El auge de la agricultura orgánica y la implementación de normas de inocuidad alimentaria han provocado una real demanda de alternativas biorracionales para el manejo de plagas (Rodríguez, 2000a). Dentro de las tácticas alternativas que permiten minimizar los estragos causados por los insectos que dañan los cultivos, sobresale actualmente el uso de productos botánicos o mejor conocidos como insecticidas e insectistáticos vegetales (Ortega, 2001).

El uso de extractos de plantas y formulaciones comerciales a base de metabolitos secundarios de especies vegetales como una alternativa para el control de plagas, se está volviendo una moda en muchos países latinoamericanos (Bustamante, 1999). Entre los numerosos aleloquímicos de las plantas que se han estudiado, los extractos de nim *A. indica* y ajo *A. sativum* (Liliácea) han presentado un gran interés debido a sus propiedades insectistáticas y por su amplio espectro de acción (Caro *et al.*, 2004). De la gran variedad de especies vegetales resaltan los preparados a base de ajo cuyas sustancias activas como la aliina y su transformación a alicina, al ser aplicados sobre el cultivo, provocan que los insectos plagas se alejen de las plantas tratadas, pongan menos huevos, tarden más en llegar al estado adulto, coman menos o bien mueran antes de aparearse (Garmendia *et al.*, 2002). Especies como el ajo *Allium sativum*, chile *Capsicum frutescens*, higuera *R. communis*, nim *A. indica* y paraíso *M. azedarach* son materia prima de diversos insecticidas comerciales (Rodríguez, 2001).

Aun cuando el empleo de sustancias químicas para el control de insectos plagas se considera hasta hoy, como el método más efectivo para mantener las poblaciones a niveles no perjudiciales, actualmente su uso resulta impráctico debido, entre otras razones, al desarrollo de poblaciones resistentes, a la presencia de residuos inherentes a su uso y a las fuertes restricciones comerciales que prevalecen (Morales *et al.*, 2006; Ortega, 2008c).

Los insecticidas biorracionales como alternativas de control incluyen extractos de plantas y sus productos sintéticos, en los que se encuentran bacterias, virus, hongos y protozoos, así como los análogos químicos de los productos bioquímicos que ocurren naturalmente, tales como las feromonas y reguladores del crecimiento de insectos, que se han utilizado para controlar numerosas especies de plagas (Djerassi *et al.*, 1974; Schmutterer, 1990, 1995, Davidson *et al.*, 1991; Ascher, 1993; Haseeb *et al.*, 2004).

## OBJETIVOS

Las formulaciones comerciales y productos naturales son alternativas de control para *B. cockerelli*, estos son derivados de la síntesis, mezcla y asilamiento de bacterias, hongos y especies vegetales, por lo que en esta investigación se plantearon los siguientes objetivos:

1. Determinar la efectividad biológica de siete productos o formulaciones comerciales con potencial bioinsecticida sobre ninfas de IV y V instar biológico de *B. cockerelli* en condiciones de laboratorio.
2. Evaluar la susceptibilidad de adultos de *B. cockerelli* a siete formulaciones comerciales en condiciones de laboratorio.

## REVISIÓN DE LITERATURA

Las formulaciones comerciales y productos naturales son alternativas de control para *B. cockerelli*, estos son derivados de la síntesis, mezcla y asilamiento de bacterias, hongos y especies vegetales, a continuación se describen los productos empleados en las evaluaciones de esta investigación.

### Productos y formulaciones comerciales empleadas

#### **Biocrack®**

Biocrack® es un producto cuya composición consta de ajo *A. sativum* producido de forma orgánica, como componente principal, combinado con un extracto de diversas especies vegetales, a las cuales se le atribuyen la acción de diversos mensajeros químicos útiles para lograr un efecto repelente de insectos perjudiciales y atrayente de benéficos. La dosis de aplicación recomendada es de 1 – 3 Lha<sup>-1</sup>. El Biocrack® incluye ingredientes activos que en realidad son una mezcla de extractos naturales de diversas especies vegetales, entre ellas el ajo *A. sativum*, ruda *Ruta graveolens* L. y la manzanilla *Matricaria chamomilla* L: los cuales cuentan con mecanismos químicos de autodefensa o alomonas que son sustancias que provocan en el insecto receptor un alejamiento de la fuente emisora, repelencia, o bien un efecto de disuasión de alimentación una vez que el insecto esté posado sobre la planta emisora (Molina, 2001 y Rosensteins, 2004).

En el estado de Morelos, se llevaron a cabo evaluaciones sobre ninfas de *B. tabaci* con Biocrack® (producto comercial a base de ajo), endosulfán 35 % y extractos de ajo al 1, 5 y 10 %. Los resultados indicaron que el tratamiento a base de ajo al 5 % y Biocrack tuvo un efecto similar al del insecticida. En las evaluaciones de extractos vegetales sobre adultos de *B. tabaci*, Gómez y colaboradores (1997) encontraron que el ajo mostró cierta actividad insecticida y un leve efecto repelente. Ortega y Schuster (2000), dentro de los productos que evaluaron, determinaron la CR<sub>50</sub> del Biocrack® con 63.67 %. El modo de acción de este producto es con las alomonas que actúa afectando el comportamiento del insecto como resultado de su detección, causando repelencia en la planta tratada o inhiben la alimentación y la oviposición después de la atracción a la fuente emisora (disuasión de alimentación y oviposición); por otra parte, las alomonas causan efectos fisiológicos adversos en el insecto como resultado de su detección observando el incremento de excreciones y

ataxia (pérdida de coordinación motriz o alar del insecto), al ubicarse dentro de regiones de mayor concentración de moléculas, defensoras en las plantas (Molina, 2001 y Bernilabs, 2004).

Diversos estudios documentan que el ajo se ha usado tradicionalmente en Latinoamérica como polvo de la planta completa, extracto acuoso (infusión o macerado) de ajo seco o fresco, y como extracto acetónico y alcohólico. Su actividad plaguicida se ha mostrado en el combate de insectos (Rodríguez, 2000b). Rodríguez (2000) indica que la aplicación de ajo no mata huevecillos ni ninfas de mosca blanca pero repele a los adultos. Las propiedades más importantes se adjudican al componente aliina del que se deriva la alicina, la cual le da un olor característico a azufre (Rodríguez, 1996).

En la composición química del ajo se destacan aminoácidos azufrados (cistina y metionina), alicina, S-alilcisteina (antioxidante), ajona, vitamina A, vitaminas del complejo B, vitamina C, y minerales como magnesio, cobre, hierro, zinc, calcio, aluminio, germanio y selenio (Bergner, 2001). Los compuestos azufrados que se encuentran en el ajo son en parte responsables de sus propiedades medicinales y antibióticas.

El ajo, como agente de control de plagas, tiene acción de repelencia, inhibición de la alimentación y de la oviposición, así como alteración del sistema nervioso, provocando ataxia y mortalidad. El extracto de ajo tiene propiedades insecticidas e insectistáticos. Olkowski y colaboradores (1991) indican que existe poca información disponible sobre cuál de los muchos componentes que se conocen del extracto de ajo, tiene actividad insecticida. Campo y-Gómez, (1999) evaluó extractos de ajo y Biocrack® en adultos de *B. tabaci* y obtuvo una efectividad del 79.62 % y del 67.29 % respectivamente, en el caso de las evaluaciones en ninfas, obtuvo como resultado que el Biocrack® tiene un 80.69 % de mortalidad y el extracto de ajo un 81.55 %.

González-Acosta *et al.*, (2006) al aplicar Biogarlic un producto natural a base de extractos de ajo a 1 L ha<sup>-1</sup> encontraron que este producto reduce la población del insecto un 45.43 % en relación al testigo. A su vez, para el caso de ninfas observaron que este producto reduce las poblaciones un 62.39 % y para adultos un 59.56 %.

## **BioDi®e**

El BioDi®e es un producto a base de argemonina 3.5 % + berberina 2.20 % + ricinina 2.8 % y alfa-terthienil 3.5 %; también contiene aceite vegetal. Es un insecticida orgánico en forma de suspensión acuosa; la acción insecticida se ejerce a través de un grupo de componentes orgánicos con diferentes modos de acción, por lo que se evitan resistencias. Indicado para el control de larvas, ninfas y adultos, en cualquier instar, de insectos que se alimentan succionando savia o líquidos celulares, así como de aquellos que dañan tejidos y defolian las plantas, traspasa fácilmente la cutícula de los insectos afectando el sistema nervioso central y periférico, ocasionando convulsiones, tetanización de músculos y muerte del insecto. Presenta efecto de "knock down" que hace que el insecto apenas entre en contacto con el producto, deje de alimentarse y se paralice. Cuando es consumido altera el ritmo fisiológico del sistema digestivo, impidiendo la contracción de los músculos del intestino, ocasionando su parálisis y destrucción (hemólisis). Para su aplicación foliar la dosis recomendada para cultivos hortícolas es de 1 - 2 L ha<sup>-1</sup>. La formulación está acondicionada con un aceite vegetal que sinergiza y protege los ingredientes activos de la descomposición por efecto de los rayos solares y la temperatura, permitiendo intervalos de aplicación hasta de siete días. Su eficacia biológica permanece inalterada aún en mezcla con aguas duras hasta de 1200 ppm, y rangos de pH entre 6 y 8 (Ultraquimia, 2009).

Según Solís-Aguilar, 2007, el bioinsecticida BioDi®e (1.5 L ha<sup>-1</sup>) obtuvo un control sobre mosca blanca de un 60 % de efectividad en la primera evaluación, sin embargo en las siguientes evaluaciones (2 L ha<sup>-1</sup>) obtuvieron niveles de control del 80 %. En el 2008, identificaron que BioDie® a 1.5 y 2 L ha<sup>-1</sup> controló adultos de paratrioza entre el 47.1% y 89.4% de efectividad respectivamente. Con la aplicación de 1.5 y 2 L ha<sup>-1</sup> el control de ninfas del insecto fue de 78.49% y 94.73%, respectivamente.

## **Fractal<sup>MR</sup>**

Fractal<sup>MR</sup> es un bactericida-fungicida orgánico hecho a base de extracto de semillas de cítricos, con características sistémicas de amplio espectro con efecto preventivo y curativo. Fractal<sup>MR</sup> provoca una inhibición y otros cambios complejos en la permeabilidad de la membrana celular de los hongos y bacterias patógenos. La dosis recomendada para la aplicación de este producto es de 2.5 – 4 cc L<sup>-1</sup>. El

producto interfiere con los mensajes químicos intracelulares de los patógenos y bloquea la acción de sus enzimas al desdoblar las proteínas. También reacciona con el dióxido de carbono de las células bacterianas, reduciendo y oxidándolo, provocando daños en el citoplasma y la pared celular. La posibilidad de resistencia por parte de los patógenos es mínima por la complejidad de los múltiples puntos de acción. Fractal contiene extracto de semilla de cítricos no menos de 10 % (equivalente 0.1g de I.A. por L); Inertes 90 %. Por su origen, el producto contiene ácidos grasos, aminoácidos, bioflavonoides, carbohidratos, peptinas, vitamina C y vitamina E.

Como Fractal<sup>MR</sup> es un bactericida-fungicida orgánico hecho a base de extracto de semillas de cítricos existe muy poca información en la aplicación del producto en insectos chupadores como *B. cockerelli*, pero por ser un producto de origen orgánico a partir de semillas de especies vegetales se tomó la decisión de evaluarlo para observar los efectos sobre el insecto.

### **InsectShield**

Este producto comercial es elaborado a partir de extracto de ricina, compuesto activo de *Ricinus communis* (Euphorbiaceae). El ingrediente activo del producto es (1, 2 dihidro-4-metoxi-1-metil-2-oxo-3-piridincarbonitrilo) equivalente a 0.5 gr de IA por L. Contiene un 99.95 % de conservadores, emulsificante, solvente y compuestos relacionados. La dosis de aplicación recomendada para insectos chupadores es de 5 – 10 cc L<sup>-1</sup>.

Dentro de las especies con propiedades insecticidas se tiene a la higuera *R. communis* esta es una planta que se encuentra fácilmente en campo. Las semillas y cascara de ricino contiene elementos tóxicos. El principal elemento toxico es la ricina en el cual se encuentra un triglicérido timiristina, que es una proteína, pero también está presente un potente alérgeno, que es más difícil de inactivar que la ricina (Carrillo-Rodríguez *et al.*, 2007).

Según Guerrero-López *et al.* (2007), al evaluar 11 especies vegetales para controlar *B. tabaci* detectaron que el extracto vegetal de *R. communis* (8g en 50 ml H<sub>2</sub>O), tiene un efecto de mortalidad en huevos y ninfas de 8.3 % y en adultos de 92.2 %. Ramos-López *et al.* (2007), al evaluar extractos acuosos de semillas de *R. communis* en mosca blanca en frio y caliente mostraron que esta especie vegetal tiene mayor efecto de mortalidad cuando se aplica en caliente obteniendo un 42.5 y 41.3 % de

toxicidad a concentraciones de 10 y 20 % respectivamente y en frío el 36.3 y 33.8 %. Y con una concentración del 50 % obtuvieron una mortalidad del 53.8 %. Según Carrillo-Rodríguez y colaboradores en 2007, obtuvieron en la evaluación de extractos vegetales sobre *B. tabaci* mediante extracción gruesa de las propiedades fitoquímicas con un 80 % de agua y 20 % de alcohol y la aplicación de dosis al 50 %, que la higuera tiene un efecto tóxico del 84 %, y el testigo blanco del 22 %.

### **Killneem®**

Es un producto a base de extractos de semilla de nim cuyo ingrediente activo mayor es la azadiractina a una concentración del 3.0 % (equivalente a 36 g de IA por L) y de ingredientes inertes contiene un 97 %, tiene un efecto insecticida sobre estados inmaduros (larvas, ninfas y pupas) en insectos plaga como lepidópteros, áfidos, mosca blanca y ácaros (Molina, 2001 y Ramos, 2004). Este producto tiene una dosis recomendada para cultivos hortícolas de 1 – 1.5 L ha<sup>-1</sup>.

El modo de acción es un insecticida regulador de crecimiento (Azadiractina) que controla todos los insectos en todos los estados larvarios y de pupa. No controla huevecillos ni insectos adultos. Actúa por contacto e ingestión. Existen varias hipótesis de su modo de acción: interferencia con el sistema neuroendocrino que controla la síntesis de la ecdisona, responsable del proceso de muda (inhibidor de la síntesis de la quitina), y de la hormona juvenil y también la inhibición de la liberación de ecdisona de la glándula que produce. Los insectos afectados no pueden completar el proceso de muda y mueren. (Ocampo, 2003).

El meliantról es un compuesto aislado del nim actúa como inhibidor de la alimentación, que además actúa sobre el crecimiento de los insectos, la salanina inhibe también poderosamente la alimentación pero no influye en los distintos cambios hasta que los insectos llegan a ser adultos (Ramos, 2004).

Posos *et. al.* (2006), evaluaron un producto a base de Azadiractina principio activo del nim, en el cual encontró un 80 % de control en ninfas de paratrioza después de tres aplicaciones. Rodríguez (2000) demostró que el nim en el cultivo de algodón, disminuye la oviposición de *B. tabaci* y provoca del 73 - 100 % de mortalidad en ninfas; además encontró que 50 g de Nim/l de agua (5 %) tiene efectos antinutricionales en adultos, y una notable inhibición del crecimiento de *T. vaporariorum* en berenjena.

Luna (2010) al evaluar PHC Neem producto a base de azadiractina observó que al exponer adultos de *B. cockerelli* a hojas y plantas tratadas encontró que este producto a dosis de 0.5, 0.75 y 1 L ha<sup>-1</sup> tiene un efecto de mortalidad de 6, 12 y 12 % respectivamente. Cuando lo aplicó en ninfas de IV estadio ninfal del insecto determinó que este no tiene efecto mortalidad sobre el insecto cuando aplicó el producto a una dosis de 1 L ha<sup>-1</sup>, pero para la ocasión en la que evaluó el producto mediante la inmersión de las ninfas al producto a una dosis de 1 L ha<sup>-1</sup> determinó un 20 % de mortalidad.

González-Acosta *et al.* (2006) al aplicar Protector X4 producto comercial a base de nim a 1L ha<sup>-1</sup> encontraron que se reduce la población de ninfas adultos y huevos de mosca blanca a un 56.2, 69.22 y 50.39 % respectivamente en relación al testigo sin aplicación.

### **Spintor 12SC (Spinosad).**

SPINTOR 12SC es un agente de control de insectos del grupo Naturalyte, no sistémico, que actúa por ingestión y contacto. Tiene un bajo impacto sobre la fauna benéfica que se puede utilizar en programas de Manejo Integrado de Plagas, contiene un 11.6 % de concentración equivalente a 12 g por L. y una dosis recomendada de 0.3 – 0.5 Lha<sup>-1</sup>. (Dow AgroSciences de México, 2010). El Spinosad, es un nuevo producto utilizado en el control de plagas Thompson *et al.*, (1999), es un metabolito secundario de la fermentación aeróbica de *Saccharopolyspora spinosa* en un medio nutritivo. Después de la fermentación, el spinosad se procesa y se extrae de una suspensión acuosa convencional altamente concentrada para facilidad de distribución y uso. Spinosad es un sólido cristalino de color gris claro a blanco con un olor a tierra similar al del agua ligeramente estancada.

El modo de acción de spinosad se caracteriza por la excitación del sistema nervioso de los insectos, lo cual lleva a contracciones musculares involuntarias, postración con temblores y parálisis. El modo de acción único, la falta de resistencia cruzada, la selectividad que muestra a los insectos predadores, y la residualidad moderada resultan en un perfil con baja probabilidad de desarrollo de resistencia. En el campo, la actividad del spinosad se caracteriza por la detección de la alimentación y parálisis de los insectos expuestos, en pocos minutos. Sin embargo, estos insectos pueden permanecer en la planta hasta por dos días. Por esta razón, los productores deben esperar un mínimo de dos o tres días para evaluar el control. Con este producto no se ha demostrado que haya fitotoxicidad.

Debido a que los espinosines son productos únicos para el control de plagas, se ha designado una nueva clase química para describirlos, Naturalyte. La clase Naturalyte combina la baja toxicidad de los agentes biológicos en los mamíferos y el medio ambiente, con la alta eficacia asociada a los insecticidas sintéticos. Spinosad es el primer compuesto que se encuentra en la clase Naturalyte. Sistemas naturales de control de insectos Naturalyte significa que spinosad es más que simplemente otro producto para el control de insectos. Spinosad actúa por ingestión y contacto. El contacto ocurre ya sea por la aplicación directa del producto sobre el insecto o por movimiento sobre una superficie tratada. La ingestión del producto ocurre cuando el insecto se alimenta del follaje tratado. El control por contacto es altamente efectivo, sin embargo por medio de la ingestión es de 5 a 10 veces más efectivo. Spinosad no es altamente sistémico. Actúa sobre el sistema nervioso, no muestra ninguna resistencia cruzada con insecticidas químicos o biológicos conocidos (Martínez-Ulloa, 2005).

Spinosad es muy selectivo con respecto a agentes benéficos tales como los depredadores y ciertos parasitoides. La toxicidad por contacto en varias de las especies benéficas es muy baja en comparación con el amplio espectro de los insecticidas sintéticos como carbamatos y piretroides, así como algunos organofosforados que pueden ser altamente tóxicos para las especies benéficas.

Avilés-González *et al.* (2005), encontraron que Spintor 12 SC insecticida a base de spinosad, redujo en un 55.92 % (18.25) la población de ninfas de los tres primeros instares de *B. cockerelli* comparado con el producto Actara 25 WG que registro la mayor población con 61.25 de promedio. Para el caso de ninfas mayores del IV y V estadio ninfal el spinosad presento un 69.01 % (16.50) de reducción poblacional en comparación con el testigo que obtuvo un 53.25 de promedio.

Según Leyva-Zuñiga (2005) los tratamientos con spinosad a las dosis 0.3 y 0.5 L ha<sup>-1</sup> observó que baja la población de adultos de *B. cockerelli* en todos los muestreos de postaplicación a excepción del segundo para la dosis baja de este producto, donde se observó 3.75 adultos por planta, lo anterior en comparación con el testigo. Obtuvieron porcentos de control de 93 y 92 % con spinosad 0.3 L ha<sup>-1</sup> y extractos a base de nim 1 L ha<sup>-1</sup>. Para el caso de ninfas en los muestreos después de la primera aplicación, obtuvieron el mayor control, con el extracto a base de nim a dosis de 1 Lha<sup>-1</sup> y spinosad a 0.5 Lha<sup>-1</sup>, obteniendo un 95 y 74 % de control respectivamente. Las tendencias de mejor control se

muestran con spinosad 0.3 y 0.5 L ha<sup>-1</sup> dado que en cuatro de los muestreos que realizó manifestó buenos niveles de control que varían de 75 a 98 %.

Luna (2010) al evaluar Spintor 12SC al exponer adultos de *B. cockerelli* a hojas y plantas tratadas encontró que este producto a dosis de 0.3, 0.4 y 0.5 L ha<sup>-1</sup> tiene un efecto de mortalidad de 14, 22 y 32 % respectivamente. Cuando lo aplicó en ninfas de IV estadio ninfal del insecto determinó que este tiene un efecto del 30 % de mortalidad cuando aplicó el producto a una dosis de 0.5 L ha<sup>-1</sup>. Para la ocasión en la que evaluó el producto mediante la inmersión de las ninfas al producto a una dosis de 0.5 L ha<sup>-1</sup> determinó un 70 % de mortalidad.

#### **Aceite esencial de *Tagetes filifolia* Lag.**

El aceite esencial de *Tagetes filifolia* Lag. es otra especie vegetal que se utiliza como base para productos y formulaciones comerciales por su diversa cantidad de ingredientes activos, se utiliza para la obtención de repelentes de insectos, posee en sus flores, hojas, semillas y raíz; alilanisol, anetol, tagetonona, tagetona, limoneno, metil eugenol, B-cariofileno y muchos compuestos más que tienen efecto tóxico, antialimentario, repelente, regulador de crecimiento, reductor de la fecundidad y de la oviposición sobre plagas de cultivos (Camarillo, 2009). La dosis recomendada de este producto es de 100 mL L<sup>-1</sup>.

En los últimos años, se ha puesto atención en las plantas que de manera natural tienen defensas para enfrentar a sus consumidores herbívoros y han sido aprovechadas para obtener compuestos activos sobre diferentes organismos con distintos modos de acción. Pero, aun hay plantas que no han sido estudiadas y que tienen propiedades biológicas desconocidas que se pueden explotar de manera racional para enfrentar a los artrópodos.

Según Perich *et al.* (1994) en resultados obtenidos al evaluar extractos de diferentes partes en larvas de mosquitos los productos a base de esta planta actúan envenenando el sistema nervioso. Exhiben excitación, parálisis y finalmente la muerte. Los síntomas son similares a los efectos provocados por las piretrinas pero se sabe que los aceites esenciales de *Tagetes* no contienen estas moléculas, pero sí moléculas semejantes como los ésteres monoterpénicos (tiofenos) que posiblemente fueron los causantes de dicho efecto.

Cubillo *et al.* (1999), evaluaron la repelencia y mortalidad de *Bemisia tabaci* con insecticidas comerciales y extractos vegetales; reportando que el extracto etanólico de raíz de *T. filifolia* a 100 ppm mostro actividad toxica del 49 % a las 48 horas.

En especies vegetales de *T. filifolia* se identificó mediante cromatografía de gases trans-anetol a un 81.4 - 84.1 % y alilanol al 12.9 - 18.6 % como compuestos principales del aceite, la variación de estos, se relacionó con la estructura de la planta. (Camarillo, 2009). Trans-anetol y alilanol al igual que muchas moléculas fotosensible pueden isomerizarse lo que lo vuelve toxico, teniendo efecto insecticida y repelente en insectos plagas. Esta forma parte de la composición de esencias de especies vegetales y se encuentra en cantidades grandes. (Castro *et al.*, 2007).

A partir de dosis de 1 mg mL<sup>-1</sup>, los aceites y el trans-anetol causaron una mortalidad mayor del 15 % y del 50 %, respectivamente. Los aceites de *T. filifolia* representan una herramienta útil en el manejo integrado de la mosca blanca.

González-Acosta *et al.*, (2006) al aplicar Extranatural producto comercial a base de *Tagetes spp.* a 1 L ha<sup>-1</sup> encontró que este material reduce la población de adultos de mosca blanca en un 80.97 %, la de ninfas a un 70.21 % y de huevecillos a un 69.48 %.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Con el propósito de identificar que productos y formulaciones comerciales son efectivos para el manejo del psílido *Bactericera cockerelli* (Sulc), y reducir su población, se realizó un experimento donde se evaluaron siete productos de diferentes grupos toxicológicos en la Bioplanta del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR - IPN), localizado en Santa Cruz, Xoxocotlán; Oaxaca en las coordenadas geográficas 17° 02' latitud Norte y 96° 44' longitud Oeste, a una altura de 1,530 msnm (INEGI, 2005), en el período comprendido de Junio 2009 a Junio 2010. De acuerdo a la clasificación climática de Köppen modificada por García (1988), el clima en la zona es templado con lluvias en verano en los meses de mayo a octubre, con temperaturas medias de 15 a 21°C y precipitaciones anuales de 400 a 900 mm.,

### **Cría de *B. cockerelli* (Sulc) y siembra de *S. lycopersicum*.**

Para la cría de *B. cockerelli* se colectaron adultos del insecto (aproximadamente 2500 especímenes) con ayuda de un aspirador bucal construido artesanalmente en plantas de tomate bajo cubierta en la comunidad de Zimatlán de Álvarez. Para la cría se empleo el método propuesto por Ortega *et al.* (1998) utilizado por Camarillo (2009), modificando las dimensiones de la jaula entomológica, método que se describe en el Capítulo I.

Se evaluaron siete formulaciones comerciales de insecticidas pertenecientes a diferentes grupos toxicológicos y que constituyen los productos más utilizados por los productores de los Valles Centrales de Oaxaca, según encuesta realizada en la Central de Abastos de la misma ciudad: **1) Biocrack®** (Alomonas; extracto de ajo Eq. 892 g de I.A./L; extracto acuoso manzanilla y ruda 102 g de I.A./L y agentes estabilizantes y de conservación), **2) BioDi®e** (Argemonina Eq. 35.70 g I.A./L; Berberina 220 g I.A./L; Ricina Eq. 28 g de I.A./L y Alfa-tethienyl Eq. 35.35 g de I.A./L); **3) Fractal<sup>MR</sup>** (extracto de cítricos 10% y compuestos inertes 90 %), **4) InsectShield** (extracto acuosos de ricina Eq. 0.5 g de I.A./L), **5) Killneem®** (Azadiractina Eq. 36 g de I.A./L e ingredientes inertes 97 %), **6) Spintor 12 SC** (Spinosad: Spinosyn A y Spinosyn D, equivalente a 120 g de I.A./L a 20°C) y **7) Aceite esencial de *Tagetes filifolia*** (100 mL L<sup>-1</sup> de I.A.).

## Diseño experimental y bioensayo

El diseño experimental fue completamente al azar con cuatro repeticiones, para todos los productos se evaluaron ocho tratamientos incluyendo al testigo y dos concentraciones, la dosis media recomendada por el fabricante a la cual denominamos dosis alta DA (100 %) y una segunda dosis 20 % menor a la media recomendada a la cual se le nombró dosis baja DB (80 %), las evaluaciones se realizaron de forma individual para las dos concentraciones. Las dosis evaluadas se muestran en el Cuadro 1.

**Cuadro 1.** Dosis de productos y formulaciones comerciales recomendadas por el fabricante en adultos y ninfas de IV y V instar de *Bactericera cockerelli*.

PRODUCTO	GRUPO QUIMICO	DOSIS BAJA	DOSIS ALTA
<b>Biocrack®</b>	Extractos de ajo y alomonas	1.60†	2.0†
<b>Biodie®</b>	Argemonina,berberina y ricinina.	1.20†	1.50†
<b>Fractal<sup>MR</sup></b>	Extracto de Cítrico	2.60††	3.25††
<b>InsectShield</b>	Extracto de Ricina	6.0††	7.50††
<b>Killneem®</b>	Azadiractina	0.010*	0.013*
<b>Spintor 12SC</b>	Naturalyte	0.32†	0.40†
<b>Aceite esencial <i>Tagetes</i>.</b>	Extracto de <i>Tagetes filifolia</i>	2.00**	2.50**

†Dosis en L ha<sup>-1</sup>, ††Dosis en cc L<sup>-1</sup>, \*Dosis por L, \*\* Dosis en mL L<sup>-1</sup>.

La preparación de las dosis se realizó de acuerdo a la proporción necesaria para 25 mL de agua (v/v) basándonos en las dosis recomendadas por el fabricante para campo (Cuadro 1), obteniendo para el producto Biocrack® una DA = 1 % y una DB = 0.8 %, para el caso de Biodie® una DA = 0.76 % y una DB = 0.61 %, y así sucesivamente para todos los tratamientos.

El bioensayo utilizado siguió el método propuesto por Ortega *et al.* (1998) se asperjó el producto hasta el punto de escurrimiento en las hojas de tomate y se dejó secar a temperatura ambiente. Posteriormente, se sujetó una jaula entomológica pequeña de poliuretano (denominada jaula clip) a la hoja tratada siendo esta una caja petri de 6 cm de ancho, la cual se modificó con un prensador de cabello, y se le hizo un orificio de 4 cm en la parte superior para la evaporación de los tratamientos y un orificio lateral de 0.50 cm para introducir los especímenes adultos de *B. cockerelli* recién emergidos

que se mantuvieron sin alimentación aproximadamente por 30 minutos. Para el caso de los huevos y ninfas se realizó un conteo previo y la aplicación de los tratamientos se hizo por contacto directo.

### **Análisis de datos**

A las 24 horas después de la aplicación de los tratamientos se registró la mortalidad de las ninfas y adultos, utilizando un microscopio estereoscópico para una mejor observación, considerando muerto aquellos que presentaron los apéndices pegados al cuerpo, deshidratación o que no reaccionará al estímulo de un pincel. La mortalidad se obtuvo por la diferencia entre insectos vivos y muertos y se expresó en porcentaje.

Cuando la mortalidad del testigo se registró entre el 4 – 12 % se realizó la corrección de mortalidad mediante la fórmula de Abbott (1925):  $M.C. = [(X - Y)/(100 - Y)] * 100$  en donde: “M.C.” (% de mortalidad corregida), “X” % de mortalidad en el tratamiento) y “Y” (% de mortalidad en el testigo). Cuando la mortalidad fue menor del 4 % no se tomó en cuenta la ecuación y cuando se encontró mayor del 12 % se repitió el experimento. A los datos obtenidos se les realizó una prueba de homogeneidad de varianza (Bartlett y Levene) con el fin de validar los mismos. Cuando se cumplieron, se usó el análisis de varianza y la comparación de medias de Tukey ( $p < 0.05$ ) con el programa SAS 9.0 (SAS Inc., 2008). En algunos casos fue necesario transformar los valores de los porcentajes de mortalidad, con el objeto de que los resultados tuvieran una distribución normal y poder realizar el análisis de varianza correspondiente.

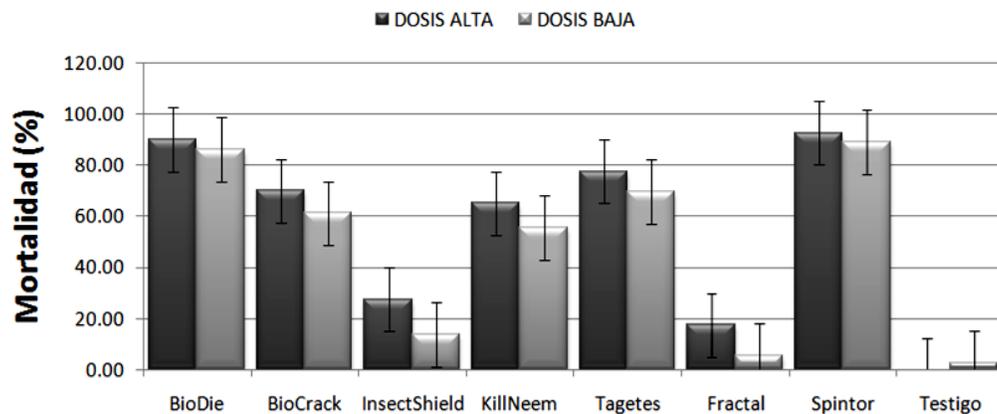
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con los productos y formulaciones comerciales evaluadas de acuerdo a las dosis recomendadas por el fabricante, determinando una dosis alta DA (100 %) y una dosis baja DB (80 %), se obtuvieron los siguientes resultados.

### Mortalidad para ninfas de IV instar de *B. cockerelli*

Cuando se estableció el experimento para ninfas de IV instar evaluando los tratamientos a dosis bajas DB (80 %) se encontró que los mejores datos registrados los presentó Spintor 12SC con un 88.85 % y BioDie con un 86.02 % en los que no existe diferencia significativa. En segundo lugar se encuentra el aceite esencial de *Tagetes filifolia* con un 69.37 % de mortalidad. Los tratamientos que no presentaron un significativo efecto de mortalidad fueron InsectShield y Fractal con un 13.87 y 5.55 % respectivamente. (Cuadro 2).

Al evaluar la dosis alta DA (100 %) se determinó que los mejores tratamientos fueron Spintor 12 SC con un 92.5 % y el producto BioDie con un 90 % de mortalidad, el aceite esencial de *Tagetes filifolia* obtuvo un 77.5 %, Biocrack un 70 % y Killneem un 65 %. (Figura 1).



**Figura 1.** Efecto de productos y formulaciones comerciales en ninfas de IV instar de *B. cockerelli* a dos concentraciones evaluadas.

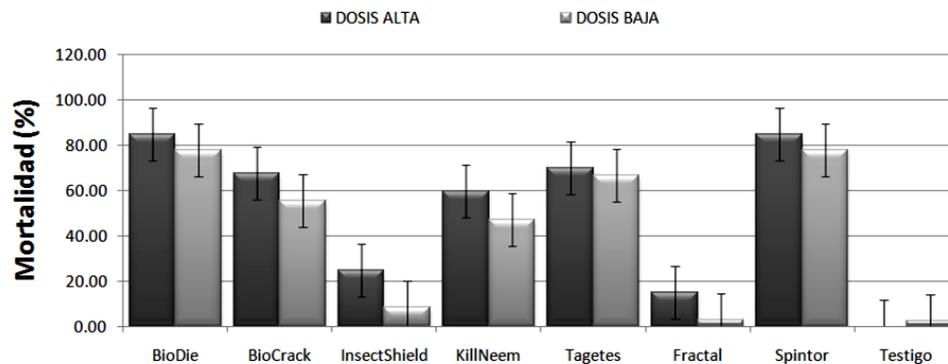
**Cuadro 2.** Mortalidad (%) en ninfas de IV instar de *B. cockerelli* por el efecto de productos y formulaciones comerciales con propiedades insecticidas.

PRODUCTO	DOSIS ALTA	DOSIS BAJA
<b>BioDie</b>	90.00 ab	86.02 a
<b>BioCrack</b>	70.00 c	61.05 b
<b>InsectShield</b>	27.50 d	13.87 c
<b>KillNeem</b>	65.00 c	55.50 b
<b>Tagetes</b>	77.50 bc	69.37 b
<b>Fractal</b>	17.50 d	5.55 c
<b>Spintor</b>	92.5 a	88.85 a
<b>Testigo</b>	0.00 e	2.50 c

Medias con la misma letra en una columna no difieren estadísticamente entre sí ( $p \leq 0.05$ ).

### Mortalidad para ninfas de V instar de *B. cockerelli*

Los mejores tratamientos evaluados a la dosis recomendada por el fabricante DA (100 %) se muestran en el Cuadro 3, siendo estos el producto Spintor 12 Sc y Biodie con un 85 % de efecto de mortalidad para ambos, seguido del aceite esencial de *Tagetes filifolia* con un 70 %. Para los tratamientos Biocrack y Killneem estos se encontraron entre el 60 y 67.50 %, InsectShield no sobrepasó el 25 % y Fractal el 15 % de mortalidad. (Figura 2). Cuando se evaluó la dosis baja DB (80 %) los mejores tratamientos siguen siendo Spintor 12Sc y Biodie con un 77.78 % de mortalidad sobre ninfas, seguido de *Tagetes filifolia* con un 66.67 %, los productos InsectShield y Fractal presentaron un 8.33 y 2.79 % respectivamente.



**Figura 2.** Efecto de productos y formulaciones comerciales en ninfas de V instar de *B. cockerelli* a dos concentraciones evaluadas.

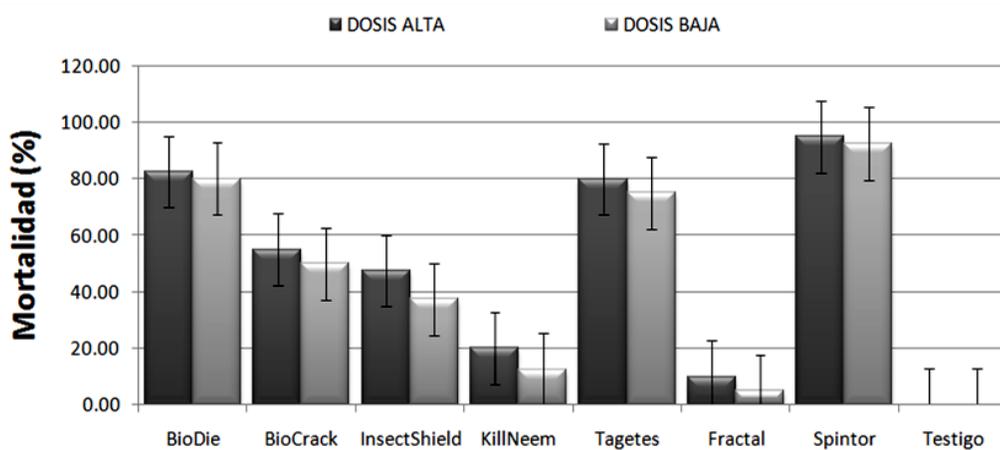
**Cuadro 3.** Mortalidad (%) en ninfas de V instar de *B. cockerelli* por el efecto de productos y formulaciones comerciales con propiedades insecticidas.

PRODUCTO	DOSIS ALTA	DOSIS BAJA
BioDie	85.00 a	77.78 a
BioCrack	67.50 b	55.56 bc
InsectShield	25.00 c	8.33 d
KillNeem	60.00 b	47.22 c
Tagetes	70.00 b	66.67 ab
Fractal	15.00 c	2.79 d
Spintor	85.00 a	77.78 a
Testigo	0.00 d	2.5 d

Medias con la misma letra en una columna no difieren estadísticamente entre sí ( $p \leq 0.05$ ).

### Mortalidad para adultos de *B. cockerelli*

Los mejores tratamientos en esta evaluación fueron Spintor 12SC con un 95 y 92.50 % para la dosis alta DA y dosis baja DB respectivamente. El producto BioDie presentó un 82.5 % cuando se evaluó a DA y un 80 % con la DB. El aceite esencial de *Tagetes filifolia* presentó un 80 % de mortalidad con DA y con DB se registró un 75 %. (Cuadro 4). El producto InsectShield en comparación con los resultados en las evaluaciones con ninfas obtuvo un incremento significativo registrando un 47.50 % cuando se evaluó a DA y un 37.50 % con DB. (Figura 3).



**Figura 3.** Efecto de productos y formulaciones comerciales en adultos de *B. cockerelli* a dos concentraciones evaluadas.

**Cuadro 4.** Mortalidad (%) en adultos de *B. cockerelli* por el efecto de productos y formulaciones comerciales con propiedades insecticidas.

<b>PRODUCTO</b>	<b>DOSIS ALTA</b>	<b>DOSIS BAJA</b>
<b>BioDie</b>	82.50 ab	80.00 b
<b>BioCrack</b>	55.00 c	50.00 c
<b>InsectShield</b>	47.50 c	37.50 d
<b>KillNeem</b>	20.00 d	12.50 e
<b>Tagetes</b>	80.00 b	75.00 b
<b>Fractal</b>	10.00 de	5.00 ef
<b>Spintor</b>	95.00 a	92.50 a
<b>Testigo</b>	0.00 e	0.00 f

Medias con la misma letra en una columna no difieren estadísticamente entre sí ( $p \leq 0.05$ ).

Según Gómez *et al.* (1997) al evaluar Biocrack y extracto de ajo al 5 % sobre ninfas de mosca blanca lograron controlar un 35 % la población del insecto dato similar al insecticida endosulfán, dato que difiere con los encontrados en esta investigación en ninfas de IV y V instar de *B. cockerelli* ya que los datos registrados se encuentran entre el 55 – 70 % de efectividad.

En esta investigación queda de manifiesto que el Biocrack producto a base de extracto de ajo si tiene un efecto mayor al 50 % de mortalidad en el control de ninfas y adultos, lo que difiere con lo manifestado por Rodríguez (2000) en donde indica que la aplicación de ajo no mata huevecillos ni ninfas de mosca blanca pero repele a los adultos.

Campo y-Gómez, (1999) evaluó extractos de ajo y Biocrack® en adultos de *B. tabaci* y obtuvo una efectividad del 79.62 % y del 67.29 % respectivamente, dados que se encuentran un 28 % por encima de los registrados en esta investigación, así mismo, en el caso de las evaluaciones en ninfas, obtuvo como resultado un 80.69 % de mortalidad con Biocrack y con extracto de ajo de un 81.55 % datos que sobrepasan lo encontrado en este experimento, ya que estos se encuentran entre el 55 – 70 % para los estadios ninfales evaluados.

González-Acosta *et al.* (2006) al aplicar Biogarlic un producto natural a base de extractos de ajo a 1 Lha<sup>-1</sup> en *B. cockerelli* y encontraron que este producto reduce la población del insecto un 45.43 % en relación al testigo. A su vez, para el caso de ninfas observaron que este producto reduce las

poblaciones un 62.39 % y para adultos un 59.56 %. Lo que se asemeja a lo encontrado en la investigación cuando se aplicó la dosis baja DB (80 %) recomendada en ninfas de IV instar con un 61.05 % de mortalidad y en adultos cuando se aplicó la dosis alta DA (100 %) recomendada con un 55 % de mortalidad.

Según Solís-Aguilar (2007), el bioinsecticida BioDi®e (1.5 L ha<sup>-1</sup>) obtuvo un control sobre mosca blanca de un 60 % de efectividad en la primera evaluación lo que no se asemeja a los datos encontrados en las evaluaciones de las DA y DB del producto, sin embargo en las siguientes evaluaciones (2 L ha<sup>-1</sup>) obtuvieron niveles de control del 80 % lo que si concuerda para el caso de adultos de *B. cockerelli* con la aplicación de la DB recomendada, en donde se registró un 80 % y un 82.5 % con la DA recomendada. En el 2008, identificaron que BioDie® a 2 L ha<sup>-1</sup> controló adultos de paratíoxa un 89.4% de efectividad lo que se asemeja a los datos encontrados en la investigación ya que en las dosis aplicadas se encontró un 80 – 82.5 % de efectividad. A su vez, cuando aplicó 1.5 L ha<sup>-1</sup> el control de ninfas del insecto fue de 78.49 % lo que se aproxima a lo registrado en ninfas de V instar de *B. cockerelli* con 77.78 % con la DB recomendada y cuando aplicó 2 L ha<sup>-1</sup> Solís-Aguilar (2007) registró un 94.73 % en ninfas de paratíoxa lo que se acerca al 90 % alcanzado en ninfas de IV instar cuando se evaluó la dosis alta DA del producto.

Los datos que se obtuvieron para el producto Fractal<sup>MR</sup> para las dosis altas evaluadas en ninfas y adultos de paratíoxa se encontraron entre el 10 y 17.5 % de mortalidad y para las dosis bajas entre el 2.79 y 5.55 %, por lo que este producto no es una alternativa de control para *B. cockerelli* ya que es empleado como bactericida-fungicida hecho a base de extracto de semillas de cítricos.

Según Guerrero-López *et al.* (2007), al evaluar extracto vegetal de *R. communis* para controlar *B. tabaci* detectaron que tiene un efecto de mortalidad en huevos y ninfas de 8.3 % y en adultos de 92.2 %. Dato que es semejante al encontrado en la DB recomendada en ninfas de V instar de *B. cockerelli* en la investigación con el producto InsectShield, pero no para adultos del insecto ya que los datos se encuentran entre el 37 al 47 % de efectividad.

Ramos-López *et al.* (2007), al evaluar extractos acuosos de semillas de *R. communis* en mosca blanca en frío y caliente obtuvieron un 42.5 y 41.3 % en caliente a concentraciones de 10 y 20 % respectivamente, lo que se asemeja a los datos registrados en la evaluación de adultos de *B. cockerelli*

con InsectShield y en frío el 36.3 y 33.8 % datos superiores a los registrados en la evaluación de ninfas del insecto.

Posos *et al.* (2006), evaluaron un producto a base de azadiractina principio activo del nim, en el cual encontraron un 80 % de control en ninfas de paratrioza después de tres aplicaciones, dato 15 % mayor al encontrado en esta investigación. Rodríguez (2000) demostró que el Nim en el cultivo de algodón, provoca del 73 - 100 % de mortalidad en ninfas *B. tabaci*; lo que no concuerda con los datos registrados en las evaluaciones de esta investigación ya que todas las observaciones se encontraron entre el 12.5 y 65 % de mortalidad.

Luna (2010) al evaluar PHC Neem producto a base de azadiractina observó que al exponer adultos de *B. cockerelli* a hojas y plantas tratadas encontró que este producto a dosis de 1 L ha<sup>-1</sup> tiene un efecto de mortalidad de 12 %, lo que concuerda con lo obtenido en la evaluación de la dosis baja recomendada en adultos de *B. cockerelli* con un 12.5 % de mortalidad. Cuando Luna (2010) aplicó el producto a una dosis de 1 L ha<sup>-1</sup> en ninfas de IV estadio determinó que este no tiene efecto mortalidad sobre el insecto, aseveración que no coincide con lo registrado en esta investigación ya que el producto Killneem presentó un 65 y 55.5 % de mortalidad para la DA y DB respectivamente.

González-Acosta *et al.*, (2006) al aplicar Protector X4 producto comercial a base de Nim a 1 L ha<sup>-1</sup> encontró que se reduce la población de ninfas y adultos de mosca blanca a un 56.2 y 69.22 % respectivamente en relación al testigo sin aplicación. Lo que coincide para ninfas de IV instar con un 55.5 % de mortalidad con la aplicación de la DB, pero no para adultos del insecto ya que los datos registrados no sobrepasaron el 20 % de efectividad.

Avilés-González *et al.* (2005), encontraron que el Spintor 12 SC redujo en un 69.01 % (16.50) la población de ninfas de IV y V estadio en comparación con el testigo que obtuvo un 53.25 de promedio.

Según Leyva-Zuñiga (2005) los tratamientos con spinosad a las dosis 0.3 y 0.5 L ha<sup>-1</sup> observó que baja la población de adultos de *B. cockerelli* en todos los muestreos en comparación con el testigo. Obtuvieron porcentajes de control de 93 y 92 % con spinosad 0.3 L ha<sup>-1</sup> y extractos a base de nim 1 L

ha<sup>-1</sup>. Lo que coincide con lo encontrado en esta investigación para el caso de Spinosad, pero no para el tratamiento con azadiractina.

Leyva-Zuñiga (2005) para el caso de ninfas en los muestreos después de la primera aplicación, obtuvieron el mayor control, con el extracto a base de nim a dosis de 1 L ha<sup>-1</sup> y spinosad a 0.5 L ha<sup>-1</sup>, obteniendo un 95 y 74 % de control respectivamente. Para este caso los datos coinciden para el producto spinosad con un 77.78 % a DB de aplicación en ninfas de V instar, pero no para el producto a base de nim. Las tendencias de mejor control se muestran con spinosad dado que en los muestreos manifiestan buenos niveles de control que varían de 77.78 a 95 % en las evaluaciones de ninfas de IV y V estadio y adultos del insecto.

Luna (2010) al evaluar Spintor 12SC al exponer adultos de *B. cockerelli* a hojas y plantas tratadas encontró que este producto a dosis de 0.3, 0.4 y 0.5 Lha<sup>-1</sup> tiene un efecto de mortalidad de 14, 22 y 32 % respectivamente,. Cuando lo aplicó en ninfas de IV estadio ninfa del insecto determinó que este tiene un efecto del 30 % de mortalidad cuando aplicó el producto a una dosis de 0.5 Lha<sup>-1</sup>, datos que no coinciden con los registros de la alta efectividad del producto en esta investigación. Pero si se aproxima para la ocasión en la que evaluó el producto mediante la inmersión de las ninfas al producto a una dosis de 0.5 L ha<sup>-1</sup> donde determinó un 70 % de mortalidad.

Cubillo *et al.* (1999), evaluaron la repelencia y mortalidad de *Bemisia tabaci* con insecticidas comerciales y extractos vegetales; reportando que el extracto etanólico de raíz de *T. filifolia* a 100 ppm mostró actividad toxica en adultos del 49 % a las 48 horas. Lo que no coincide con ninguna dosis evaluada en los estados ninfales y adultos de *B. cockerelli* en esta investigación.

González-Acosta *et al.* (2006) al aplicar Extranatural producto comercial a base de *Tagetes spp.* a 1 L ha<sup>-1</sup> encontró que este material reduce la población de adultos de mosca blanca en un 80.97 % y la de ninfas a un 70.21 %. Lo que si se asemeja a los datos registrados en esta investigación con un 80 % de mortalidad para adultos al aplicar la DA del aceite esencial del *Tagetes sp.* y para ninfas de IV instar con un 69.37 % con la aplicación de la DB recomendada.

## CONCLUSIONES

1. Los resultados de la presente investigación demuestran el potencial de Spintor 12SC producto a base Spinosad y la formulación BioDie, como alternativas para el control de *B. cockerelli*, razón por la cual es importante tomar en cuenta esta alternativa biorracional en los programas de manejo integrado de plagas.
2. Para ninfas de IV instar los mejores tratamientos a dosis bajas DB (80 %) son Spintor 12SC con un 88.85 % y BioDie con un 86.02 % y a dosis alta DA (100 %) con un 92.5 % y 90 % de mortalidad por lo que estos productos comerciales se pueden utilizar para el manejo del estadios ninfales de *B. cockerelli*.
3. Para los estadios ninfales de V instar los mejores tratamientos evaluados a la dosis recomendada por el fabricante DA (100 %) fue el producto Spintor 12 Sc y Biodie con un 85 % de efecto de mortalidad, seguido del aceite esencial de *Tagetes filifolia* con un 70 %.
4. Para el caso de los adultos de *B. cockerelli* los mejores tratamientos en esta evaluación fueron Spintor 12SC con un 95 y 92.50 % para la dosis alta DA y dosis baja DB respectivamente. El producto BioDie presentó un 82.5 % cuando se evaluó a la DA y un 80 % con la DB. El aceite esencial de *Tagetes filifolia* presentó un 80 % de mortalidad con DA y con DB se registró un 75 %. Por lo que el aceite esencial de *Tagetes sp.* también es una buena alternativa para el control de adultos del insecto.
5. Los tratamientos que no presentaron un significativo efecto de mortalidad fueron InsectShield y Fractal con un 13.87 y 5.55 % de mortalidad respectivamente., pero el producto InsectShield en adultos de *B. cockerelli* en comparación con los resultados en las evaluaciones con ninfas obtuvo un incremento significativo registrando un 47.5 % cuando se evaluó a DA y un 37.50 % con DB.

## LITERATURA CITADA

- Abbott, W. S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. J. Econ. Entomol., 18: 265-267.
- Ascher, K. R. S., 1993. Nonconventional insecticidal effects of pesticides available from the neem tree, *Azadirachta indica*. Arch. Insect Biochem. Physiol. 22, 433 - 449.
- Avilés-González, M. C., F. Domínguez A., U. Nava C. J. J. Wong P., J. J. Pérez V. y S. Valverde F. 2005. Evaluación de la efectividad biológica de varios insecticidas para el control del Psílido del tomate *Bactericera (=Paratriozza) cockerelli* (Sulc.) (Homóptera: Psyllidae) en el cultivo de Chile Bell en la Cruz de Elota, Sinaloa, México. Second World Pepper Convention 2005 / Segunda Convención Mundial de Chile.
- Bernilabs, 2004. Producto BIOCRACK. Bernilabs Laboratorios. <http://www.bernilabs.com/>.
- Bergner, P. 2001. El poder curativo del ajo. Selector S.A. de C.V. México. 158p.
- Bustamante, P., M. R. 1999. Plaguicidas Botánicos, una mentira o una alternativa para el pequeño agricultor. Memoria del XXXIV Congreso Nacional de Entomología. Sociedad Mexicana de Entomología. Aguascalientes, Ags. pp. 698.
- Camarillo, G. 2009. "Actividad biológica de extractos de *Tagetes filifolia* Lag. en la mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* West. (Hemiptera: Aleyrodidae)". Tesis de Maestría. Colegio de posgraduados. Montecillo, Texcoco, Edo. de México. 64p.
- Campo y Gómez, A. 1999. Control de mosquita blanca *Trialeurodes vaporariorum* West. (Homóptera Aleyrodidae) en tomate aplicando insecticidas biológicos y químicos en hidroponía. Tesis Profesional. Departamento de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo, México. 62p.
- Caro, M., P. H., F. Ruiz Q. y J. M. Castro C. 2004. Estrategias de control para mosquita blanca: el uso de extractos vegetales. Memoria del curso: Estrategias para el control de plagas de Chile y tomate. INIFAP, Fundación Produce Sinaloa A.C. Culiacán, Sinaloa, México. pp. 71-75.
- Carrillo-Rodríguez, J.C., R. Vásquez-Ortiz, A. Ríos-Díaz, M. P. Jerez-Salas y Y. Villegas-Aparicio. 2007. Extractos vegetales para el control de plagas del follaje del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en Oaxaca, México. Instituto tecnológico de los Valles de Oaxaca, Oaxaca, México. 5p.
- Castro, S., H. J. R. Martínez, E. Stashenko. 2007. Determinación del rendimiento cuántico de la fotoisomerización del trans-anetol. Scientia Et Technica, abril, año/vol. XIII, numero 033. Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira, Colombia. pp. 45-46.
- Cubillo, D., G. Sanabria y L. Hilje. 1999. Evaluación de repelencia y mortalidad causada por insecticidas comerciales y extractos vegetales sobre *Bemisia tabaci*. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica). 53:65-72.
- Davidson, N.A., Dibble, J.E., Flint, M.L., Marker, P.J., Guye, A., 1991. Managing Insects and Mites with Spray Oils. University of California, Statewide Integrated Pest Management Project. IPM Education and Publications. Publ. No. 33471-47.
- Djerassi, C., Shih-Coleman, C., Diekman, J., 1974. Insect control of the future: operational and policy aspects. Science 186, 596 - 607.
- García, E., 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen, México, Offset Larios, 217 p.
- Garmendía, A. J., L. D. Ortega A., J. E. Berni M. y C. Rodríguez H. 2002. Repelencia de productos de ajo sobre la mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* West. (Homóptera: Aleyrodidae) en condiciones de laboratorio. Memoria del 50 aniversario de la Sociedad mexicana de Entomología. Colegio de Postgraduados, Montecillo, México. pp. 378.382.
- Gómez, P., D. Cubillo, G. A. Mora y L. Hilje. 1997. Evaluación de posibles repelentes de *Bemisia tabaci*: II. Extractos vegetales. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 46: 17-25.
- Guerrero-López, A. A., M. I. Cuevas-Salgado, C. A. Romero Nápoles. 2007. Insecticidas vegetales, una alternativa de combate de mosquita blanca *Trialeurodes vaporariorum* Westwood (Homoptera: Aleyrodidae) en rosa *Rosa sp.*, bajo condiciones de laboratorio. En: López-Olguín, J. F., A. Aragón-García, C. Rodríguez-Hernández y M. Vásquez-García. (Eds.). Agricultura Sostenible Vol.3. Substancias naturales contra plagas. Sociedad mexicana de agricultura sostenible, A.C. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México, México. pp. 80-85.
- Haseeb, M., Liu, T.-X., Jones, W.A., 2004. Effects of selected insecticides on *Cotesia plutellae* endoparasitoid of *Plutella xylostella*. Biocontrol 49, 33 - 46.
- INEGI, 2005. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, Censo General de Población y Vivienda 2004. México. 2005.
- Leyva-Zuñiga, R. 2005. Evaluación de Insecticidas de Origen Orgánico sobre *Bactericera cockerelli* (Sulc) en tomate *Lycopersicon esculentum* Mill. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. División de agronomía. Departamento de Parasitología. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 54p.

- Luna, C. A. 2010. Toxicidad de cuatro insecticidas sobre *Tamarixia triozae* (Burks) (Hymenoptera: Eulophidae) y su hospedero *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Psyllidae). Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Edo. De México. 46p.
- González-Acosta A., Elio M. del Pozo Núñez, Blas Galván Piña, Alfredo González Castro y Julio César González Cárdenas. 2006. Extractos vegetales y aceites minerales como alternativa de control de mosca blanca (*Bemisia* spp.) en berenjena (*Solanum melongena* L.) en el Valle de Culiacán, Sinaloa, México. *Revista UDO Agrícola* 6 (1): 84-91.
- Dow Agrosiences, 2010. Hoja de datos de seguridad del material. Spintor 12 SC. <http://www.dowagro.com/PublishedLiterature>. Consultado 11 de Noviembre se 2010.
- Rodríguez, H. C. 2000. Plantas contra plagas. Potencial práctico de ajo, anona, nim, chile y tabaco. RAAPAN. RAAA. México. p. 133.
- Martínez-Ulloa, J. A. 2005. Evaluación de productos sintéticos y bioplaguicidas para el control de mosca blanca *Bemisia tabaci* y gusano del fruto *Helicoverpa zea* en el cultivo del tomate *Lycopersicon sculentum*; Sébaco, Nicaragua. Tesis de Maestría. Centro Agronómico Tropical De Investigación Y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica. pp. 116.
- Molina, N. 2001. Uso de extractos botánicos en control de plagas y enfermedades. Manejo integrado de plagas. Avances en el Fomento de Productos Fitosanitarios No Sintéticos. Manejo Integrado de Plagas 59 : 76 – 77.
- Morales, F. J., C. Cardona, J. M. Bueno y I. Rodríguez. 2006. Manejo Integrado de enfermedades de plantas causadas por virus transmitidos por mosca blanca. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Colombia. Pp. 1-24.
- Ocampo, G.C. 2003. Determinación de la CL<sub>50</sub> de un formulado a base de abamectina, prieto natural, azadiractina (neem), contra *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista Saltillo Coah. 70 pp.
- Olkowski, W., S. Daar and H. Olkowski. 1991. Common sense pest control. Taunton Press, Newtown, CT. pp. 124.125.
- Ortega A., L. D. 2001. Control alternativo de mosca blanca. Folleto técnico CONACyT-RAPAM-Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. pp. 8-14.
- Ortega A., L. D. and D. J. Schuster. 2000. Repellency to silverleaf whitefly adults. Gulf coast research and education center. University of Florida. Bradenton, FL. 2p.
- Ortega A., L. D., A. Lagunes T., C. Rodríguez H. R. Alatorre R. y N. M. Bárcenas. 1998. Suceptibilidad a insecticidas en adultos de mosquita blanca *Trialeurodes vaporariorum* (West.) (Homóptera: Aleyrodidae) de Tepoztlán, Morelos, México. *Agrociencia* 32: 249-254.
- Ortega, A. L. D. 2008c. Resistencia de moscas blancas a insecticidas. In: Moscas blancas temas selectos sobre su manejo. S. infante G. (ed.). 1ª. Edición. Colegio de Postgraduados. Mundi prensa. México, D.F. pp. 57-67.
- Perich, M. J., C. Wells, W. Berstch y K. E. Tredway. 1994. Toxicity of extracts from three *Tagetes* against adults and larvae of yellowfever mosquito and *Anopheles stephensi* (Diptera: Culicidae). *J. Med. Entomol.* 31(6):833-837.
- Posos P., P., S. Santillan J., F. Fregoso L.; R. Martínez, J. L. Duran M., C. M. Enciso C. y G. Monroy R. 2006. Biocontrol de (*Paratriozza Cockerelli*) en tomate de Cascara (*Physallis Ixocarpus*), en Jalisco, México. Universidad de Guadalajara. 1p.
- Ramos, S. R. 2004. Aceite de neem. Un insecticida ecológico para la agricultura. <http://www.zoetecnocampo.com/Documentos/Neem/neem01.htm>
- Rodríguez H., C. 1996. Las propiedades plaguicidas del ajo. Boletín de la Fundación Mexicana para la Educación Ambiental (FUNDEA). Año 1, 3: 7-8.
- Rodríguez H., C. 2000a. Presentación: s/p. En: Memorias del VI Simposio sobre Substancias Vegetales y Minerales en el Combate de Plagas. Acapulco, Guerrero, México.
- Rodríguez H., C. 2000b. Plantas contra plagas: potencial practico de ajo, anona, nim, chile y tabaco. Red de acción sobre plaguicidas y alternativas en México. pp. 1-25.
- Rodríguez, H. C. 2001. El uso de insecticidas vegetales en el manejo de plagas en la floricultura. V seminario internacional de Flor de Corte. Ixtapan de la sal, Edo. de México, México.
- Rosensteins S. E. 2004. Diccionario de especialidades agroquímicas. Edt. Thompson PLM S.A. de C.V. 14a Edición. México DF. 1760 pp.
- SAS (SAS Institute Inc.). 2004. SAS/STAT ® 9.1 User's Guide. Cary, NC. SAS Institute Inc. USA. 5136 p.
- Schmutterer, H., 1990. Properties and potential of natural pesticides from the neem tree. *Ann. Rev. Entomol.* 35, 271 - 298.
- Schmutterer, H., 1995. The Neem Tree *Azadirachta Indica* A. Juss. and Other Meliaceous Plants: Sources of Unique Natural Products for Integrated Pest Management, Medicine, Industry and Other Purposes. VCH Publishers, Weinheim, Germany.
- Solís-Aguilar, J. F. y H. Tovar H. 2008. Estudio de Evaluación de la Efectividad Biológica del Insecticida Biodi®E para el control de la Mosca Blanca *Bemisia Tabaci* Genn. y del Pulgón Saltador *Bactericera (Paratriozza) Cockerelli* Sulc. en el

- Cultivo de Papa. Folleto Técnico. Depto. de Parasitología Agrícola, Universidad Autónoma Chapingo. Año 1, No. 2. Chapingo, México. 3p.
- Solís-Aguilar, J. F., E. Medina-Méndez y H. Tovar-Hernández. 2007. Bio-Die®, un bioinsecticida para el control de *Bemisia tabaci* Genn. (Homóptera: Aleyrodidae) en el cultivo de papa en Metepec, Estado de México. En: López-Olguín, J. F., A. Aragón-García, C. Rodríguez-Hernández y M. Vásquez-García. (Eds.). Agricultura Sostenible Vol.3. Substancias naturales contra plagas. Sociedad mexicana de agricultura sostenible, A.C. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México, México. pp. 102-107.
- Sulc, K. 1909. *Trioza cockerelli* n.sp., a novelty from North America, being also of economic importance. *Acta Societatis Entomologicae Bohemiae*, 6:102-108.
- Thompson, G. D; Hutchins, H. S. and Sparks, C. T. 1999. Development of spinosad and attributes of a new Class. University of Minnesota, Indianapolis, USA. <http://ipmworld.umn.edu/chapters/hutchins2.htm>.
- Ultraquimia, 2009. Catalogo de productos. Manejo Integrado de Plagas. Promotora Técnica Industrial, S.A. de C.V. Juitepec, Morelos, México. 30p.

## CONCLUSIONES GENERALES

1. Los resultados de la presente investigación demuestran el potencial de *A. indica*, *A. artemisiifolia*, *M. azedarach*, *R. communis* y *R. raphanistrum*, para el control de *B. cockerelli*, razón por la cual es importante tomar en cuenta esta alternativa biorracional en los programas de manejo integrado de plagas.
2. De acuerdo a los resultados obtenidos en la evaluación de extractos alcohólicos comparándolo con los de extracción acuosa, queda de manifiesto que cuando se realiza la maceración de especies vegetales con solventes de polaridad intermedia se presentan mejor porcentajes de mortalidad, debido a que estos productos tienen mayor arrastre de los compuestos secundarios de las especies vegetales.
3. Se observó que *G. glutinosum* presentó la característica física de ser pegajosa y limitar el cambio de fase biológica de los instares ninfales por presentar la adhesión del insecto en la exuvia del mismo.
4. Los resultados de la presente investigación demuestran el potencial de Spintor 12SC producto a base Spinosad y la formulación BioDie, como alternativas para el control de *B. cockerelli*, razón por la cual es importante tomar en cuenta esta alternativa biorracional en los programas de manejo integrado de plagas.
5. El aceite esencial de *Tagetes filifolia* presentó un 80 % de mortalidad con dosis alta y con dosis bajas registró un 75 % de mortalidad, por lo que el aceite esencial de *Tagetes sp.* también es una buena alternativa para el control de adultos del insecto.
6. Los tratamientos que no presentaron un significativo efecto de mortalidad fueron InsectShield y Fractal con un 13.87 y 5.55 % de mortalidad respectivamente., pero el producto InsectShield en adultos de *B. cockerelli* en comparación con los resultados en las evaluaciones con ninfas obtuvo un incremento significativo registrando un 47.5 % cuando se evaluó a dosis altas y un 37.50 % con dosis bajas.