

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**Insecticidas no convencionales para el control de *Paratrioza cockerelli* (Sulc.)
en el cultivo de tomate de cáscara *Phisalis ixocarpa* (Brot.)**

POR:

MIGUEL ANGEL CERVANTES SÁNCHEZ

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL TÍTULO DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

SEPTIEMBRE DE 2011

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER

EL TÍTULO DE:

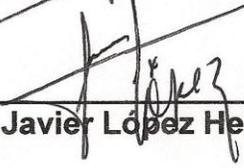
INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

APROBADA

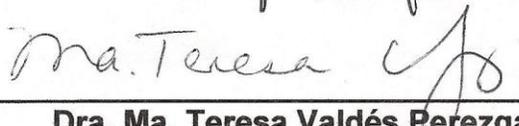
PRESIDENTE:


Dr. Francisco Javier Sánchez Ramos

VOCAL:


M. C. Javier López Hernández

VOCAL:


Dra. Ma. Teresa Valdés Perezgasga

VOCAL SUPLENTE:


M. C. Fabián García Espinoza

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE
CARRERAS AGRONÓMICAS:


Dr. Francisco Javier Sánchez Ramos



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

SEPTIEMBRE DE 2011

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

**Insecticidas no convencionales para el control de *Paratrioza cockerelli* (Sulc.)
en el cultivo de tomate de cáscara *Phisisalis ixocarpa* (Brot.)**

POR:

MIGUEL ANGEL CERVANTES SÁNCHEZ

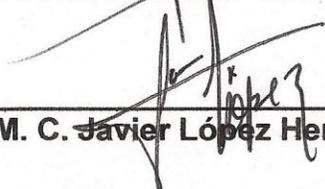
APROBADA POR EL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORÍA

ASESOR PRINCIPAL:



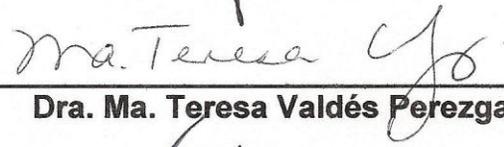
Dr. Francisco Javier Sánchez Ramos

ASESOR:



M. C. Javier López Hernández

ASESOR:



Dra. Ma. Teresa Valdés Perezgasga

ASESOR:

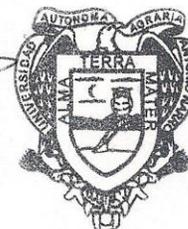


M. C. Fabián García Espinoza

**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE
CARRERAS AGRONÓMICAS:**



Dr. Francisco Javier Sánchez Ramos



**Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas**

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

SEPTIEMBRE DE 2011

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la vida y la oportunidad de llegar a esta instancia de la vida y terminar mis estudios de Ingeniero Agrónomo Parasitólogo.

A mi Alma Mater por abrirme sus puertas para formarme profesionalmente y ser alguien en la vida.

A los maestros que integran el departamento de parasitología al Dr. Francisco Sánchez Ramos, al M.C. Javier López Hernández, Dra. Ma. Teresa Valdés Perezgasga, al Ing. José Alonso Escobedo, al Dr. Floreció Jiménez D., Ing. Bertha Alicia Cisneros Flores, al Dr. Vicente Hernández H. y al M.C. Claudio Ibarra Rubio, gracias por compartirme sus conocimientos.

Al M.C. Fabián García Espinoza por brindarme su amistad durante el periodo de estudios de la licenciatura y su apoyo para concluir este proyecto.

DEDICATORIAS

A María de la Luz Chagolla Herrera por ser mi esposa linda y hermosa que me brinda su cariño, amor, comprensión y apoyo en los momentos buenos y malos de la vida y por ser la mejor mama que mi hijo pudo tener gracias.

A Camila Cervantes Chagolla por ser mi niña hermosa y adorada ya que fue el mejor regalo que dios me mando para quererla y bríndale todo el cariño.

A mis padres:

Benigno Cervantes Arévalo por ser el mejor padre del mundo ya que es una persona admirable, por su apoyo y dedicación que me brindo para terminar mi carrera profesional.

María de los Ángeles Sánchez Castañeda por ser la mejor mama del mundo por apoyarme y brindarme todo tu cariño.

A mis hermanos:

Modesta Cervantes Sánchez, Jesús Cervantes Sánchez, Daniel Cervantes Sánchez, María de los Ángeles Cervantes Sánchez y José Emmanuel Cervantes Sánchez por ser los mejores hermanos y amigos ya que me apoyan en las buenas y malas gracias.

RESUMEN

Durante el ciclo de cultivo (otoño–invierno) del 2007 se realizó el estudio de evaluación de insecticidas no convencionales en tomate de cascara (tomatillo) en la zona de Irapuato Guanajuato con la finalidad de obtener nuevas alternativas para el control de *Paratrioza cockerelli* (Sulc.), plaga clave de este cultivo y que ocasiona graves pérdidas económicas en la región. Para realizar dicho experimento se montó un diseño experimental de bloque al azar en una parcela ubicada en Irapuato Guanajuato, en donde se realizaron una serie de muestreos para identificar la presencia del insecto y realizar las aplicaciones de los productos evaluados. Se realizaron 5 muestreos a los 3, 6, 9, 12 y 15 días después de la aplicación (DDA) tomando como muestra 5 hojas para ser observadas en el laboratorio bajo el microscopio estereoscopio. Se evaluaron seis substancias como insecticidas no convencionales, dentro de los que destacó el aceite vegetal de soya como una alternativa prometedora para el control de *Pa. cockerelli* en el tomate de cáscara *Phisalis ixocarpa* (Brot.). Con dicho trabajo se obtuvo que de los 6 insecticidas evaluados el aceite vegetal es una alternativa ideal para el control de inmaduros de *Pa. cockerell* en el cultivo de tomate de cáscara *Ph. ixocarpa*.

Palabras clave: Psílido del tomate, Plagas del tomate, Agricultura orgánica, Aceite vegetal, Insecticidas no convencionales.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIAS	ii
RESUMEN	iii
ÍNDICE	iv
ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS	vi
1. INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	2
HIPÓTESIS	2
2. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Cultivo del Tomate de Cáscara	3
2.1.1 Origen	3
2.1.2. Importancia económica	3
2.1.3. Clasificación taxonómica del tomate de cáscara	4
2.2. Plagas asociadas al cultivo de tomate de cáscara	6
2.3. <i>Paratrioza cockerelli</i> (Sulc.)	6
2.3.1. Origen	6
2.3.2. Clasificación taxonómica de <i>Paratrioza cockerelli</i> (Sulc.)	7
2.3.3. Descripción morfológica	7
2.3.4. Biología y hábitos.....	10
2.3.5. Hospedantes.....	11
2.3.6. Daños	12
2.3.7. Técnicas de muestreo para <i>Pa. cockerelli</i>	14
2.3.8. Estrategias de control para <i>Pa. cockerelli</i>	14
2.4. Descripción de los insecticidas utilizados	16
2.4.1. Extracto de neem.....	16
2.4.2. <i>Beauveria bassiana</i>	17
2.4.3. Jabones agrícolas	18
2.4.4. Extracto de ajo	20
2.4.5. Aceite vegetal	20
2.4.6. Hidróxido de calcio	21
3. MATERIALES Y METODOS	23
4. RESULTADOS	25
5. DISCUSIÓN	35

6. CONCLUSIONES.....	37
7. LITERATURA CITADA.....	38

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

		Pág.
Cuadro 1.	Unidades calor requeridas por cada etapa biológica de <i>Pa. cockerelli</i> (Becerra, 1989).....	11
Cuadro 2.	Productos utilizados y sus concentración por hectárea.....	23
Figura 1.	Diseño experimental de bloques al azar y distribución de tratamientos.....	24
Figura 2.	Mortalidad de las ninfas a los 3 días después de la aplicación.....	26
Figura 3.	Mortalidad de las ninfas a los 6 días después de la aplicación.....	27
Figura 4.	Mortalidad de las ninfas a los 9 días después de la aplicación.....	28
Figura 5.	Mortalidad de las ninfas a los 12 días después de la aplicación.....	28
Figura 6.	Mortalidad de las ninfas a los 15 días después de la aplicación.....	29
Figura 7.	Resultados de mortalidad en promedio de ninfas de <i>Pa. cockerelli</i> .	30
Figura 8.	Mortalidad de las huevos a los 3 días después de la aplicación.....	31
Figura 9.	Mortalidad de las huevos a los 6 días después de la aplicación.....	31
Figura 10.	Mortalidad de las huevos a los 9 días después de la aplicación.....	32
Figura 11.	Mortalidad de las huevos a los 12 días después de la aplicación.....	33
Figura 12.	Mortalidad de las huevos a los 15 días después de la aplicación.....	33
Figura 13.	Resultados de mortalidad en promedio de huevos de <i>Pa. cockerelli</i>	34
Cuadro 3.	Resultados de comparación de las medias de mortalidad de ninfas.....	34
Cuadro 4.	Resultados de comparación de las medias de mortalidad de los huevos.....	35

1. INTRODUCCIÓN

En Guanajuato el tomate de cáscara ha venido adquiriendo importancia en los últimos años, sobre todo como ingrediente en la elaboración de salsas. Debido a esto, la superficie establecida se ha incrementado, estableciéndose durante el 2003 en el ciclo otoño-invierno 2,156 H y en el ciclo primavera verano 693 ha. En consecuencia los problemas fitosanitarios han adquirido mayor relevancia, tal es el caso del barrenador del tallo (*Trichobaris championi* Barber), el psílido o pulgón saltador (*Pa. cockerelli*), la mosquita blanca (*Trialeurodes vaporariorum* Westwood) la cual es un problema añejo en hortalizas, así como algunos patógenos (Delgado *et al.*, 2007).

El pulgón saltador ha adquirido importancia a raíz de considerársele un eficiente transmisor de virus y fitoplasmas en varios cultivos, especialmente en solanáceas. En tomate de cáscara existen pocos trabajos realizados y respecto a *Pa. cockerelli* puede considerarse que éstos son nulos. En este orden de ideas, se pueden considerar otros trabajos realizados en cultivos como papa y jitomate, en los que existe mayor seguimiento de esta plaga puesto que el impacto ha sido más fuerte (Delgado *et al.*, 2007).

En vista de que en el estado se encuentran hospedantes silvestres y solanáceas cultivadas durante todo el año, se puede considerar que el insecto se encuentra activo en todo el territorio de Guanajuato. Por lo que respecta al tomate de cáscara y otros cultivos a los que ataca el pulgón saltador, en Guanajuato los trabajos realizados son muy escasos. Con base en la implementación de la

Campaña de Manejo Fitosanitario de Hortalizas se lleva a cabo el monitoreo semanal de las poblaciones de esta plaga (Delgado *et al.*, 2007).

OBJETIVOS

- a) Proporcionar nuevas alternativas para el control de *Pa. cockerelli* en el cultivo de tomate de cáscara.
- b) Proponer una estrategia de manejo de *Pa. cockerelli* a través de insecticidas no convencionales.

HIPÓTESIS

Los insecticidas no convencionales son efectivos en el control de los estados inmaduros (huevo-ninfa) de *Paratrioza cockerelli* (Sulc.) en el cultivo de tomate de cáscara en condiciones de campo abierto.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Cultivo del Tomate de Cáscara

2.1.1 Origen

El tomate de cáscara *Ph. ixocarpa* es originario de México y actualmente se encuentra en poblaciones silvestres, arvenses y domésticas que presentan una variabilidad fenotípica en cuanto a tipo de fruto y hábitos de crecimiento, encontrándose plantas rastreras, semirastreras y erectas; colores de frutos que van de amarillo al verde, en distintas tonalidades, hasta el morado (Peña y Márquez, 1992).

2.1.2. Importancia económica

El cultivo de tomate de cáscara es importante en los estados del centro de México, por ser ampliamente consumido, utilizándose como condimento en un sinnúmero de comidas; en forma de salsas agregadas a los guisados, sopas, ensaladas entre otros. Su consumo se ha documentado desde el tiempo de la cultura maya y de los aztecas hasta constituirse en parte integral de la dieta de aquellos pueblos junto con el maíz, el frijol y el chile (Cárdenas, 1981).

Una de las características que hace importante este cultivo es su ciclo de vida corto (86 a 96 días), por lo que éste permanece poco tiempo en el terreno. Además, es de fácil manejo y alta redituabilidad, demanda gran cantidad de mano de obra no necesariamente especializada. El cultivo del tomate se ha incrementado por ser una hortaliza que no requiere muchos cuidados, debido a su alto grado de rusticidad y por tener grandes perspectivas en el mercado al ser un producto sustituto del jitomate, cotizándose a buen precio y en ocasiones superiores al de éste. Además,

los rendimientos que presenta son altos y su ciclo vegetativo, relativamente corto (SARH, 1978).

2.1.3. Clasificación taxonómica del tomate de cáscara

La clasificación taxonómica del tomate de cáscara obedece principalmente a las características fenotípicas del fruto y al número cromosómico de acuerdo al color de los frutos; tomate verde (*Ph. angulata*), tomate morado (*Ph. mexicana*) y el tomate amarillo (*Ph. costomatlk*).

Clasificación taxonómica del tomate de cáscara (Jones, 1986).

Dominio: Eukarya
 Reino: Plantae
 División: Magnoliopsida
 Clase: Magnoliopsida
 Subclase: Dicotiledoneae
 Orden: Solanales
 Familia: Solanaceae
 Género: *Physalis*
 Especie: *Ph. ixocarpa* (Brot.)

2.1.4. Características botánicas

Según Saray y Loya (1978), el tomate de cascara (*Ph. ixocarpa*) es una planta herbácea, arbustiva y anual, es vigorosa y presenta gran desarrollo, con una amplia adaptabilidad geográfica y condiciones del medio ambiente. Su ciclo de vida es de entre 65 hasta 140 días y alcanza alturas que van desde 40 a 60 cm. y hasta 80 a 100 cm.

El tallo: Es vigoroso, piloso y herbáceo, siendo de mayor diámetro el tallo principal el cual aproximadamente a los 56 días tiene 12 mm de diámetro con ramas primarias de 9 mm de diámetro y que llegan a extenderse hasta 1 m de longitud.

Las hojas: Son grandes y ovaladas hasta 11 cm de longitud y 6 cm. de ancho, alternas, simples, sin estípulas, pecioladas de base atenuada o acuminada y bordes sinuosos.

Las flores: Son de dos tipos: individuales y axilares, grandes de color amarillo con un diámetro de aproximadamente 2.5 cm en promedio con la corola en forma de estrella o rueda abierta con el tubo muy corto, ovario súpero, el cáliz maduro forma una bolsa esférica membranosa, la corola en su base sostiene cinco estilos formando un tubo, las flores son perfectas pero presentan autoincompatibilidad no especificada, ovario con pistilo ligeramente corto.

El fruto: Al ovario maduro se le denomina baya, su color al madurar varía del amarillo al verde en distintas tonalidades llegando hasta el morado, su tamaño también es muy variable encontrándosele desde el tamaño de una canica (2 cm de diámetro) hasta el de una manzana (5.5 cm de diámetro) como es el caso de algunas variedades criollas y/o mejoradas. Cuando alcanzan su madurez, pueden llenar o romper la bolsa y en menor escala no logran llenarla, su sabor varía del ácido al dulce pasando por el agridulce y contiene numerosas semillas.

La raíz: Presenta una raíz típica con abundante ramificación, desarrolla poca profundidad cuando la planta es de trasplante, en cambio cuando la siembra es directa su raíz es más profunda.

Las semillas: Son muy pequeñas y de color crema pálido, tiene forma de disco y su diámetro es menor de 3 mm su espesor menor de 0.5 mm, testa lisa y un fruto contiene aproximadamente 300 semillas.

2.2. Plagas asociadas al cultivo de tomate de cáscara

Según Corpeño (2004), algunas plagas asociadas al cultivo del tomate de cáscara se clasifican según el sitio donde atacan, según se puede ver a continuación:

Plagas de suelo: gallina ciega (*Phylophaga* sp.), gusano alambre (*Melanotus* sp.), nemátodos (*Meloidogyne* sp., *Ditylenchus* sp., *Pratylenchus* sp.). Plagas del follaje: mosca blanca (*Bemisia tabaci*), pulgones o afidos (*Aphis* sp.), ácaros (*Tetranychus* sp.), ácaro del bronceado (*Aculops lycopersici*), araña roja (*Tetranychus urticae*), minador de la hoja (*Liriomyza* sp.), tortuguilla (*Diabrotica* sp.), gusano cortador, nochero, cuerudo (*Agrotis ipsilon*), gusanos del follaje (*Spodoptera* sp.), gusanos perforadores del fruto (*Heliothis* sp.).

El manejo de las plagas en el cultivo de tomate es de suma importancia para poder obtener los rendimientos deseados, ya que un descuido en el control de las poblaciones puede llegar a causar daños económicos irreparables, es necesario identificar el tipo de plaga y la cantidad que está presente en el cultivo; para poder tomar medidas de control a tiempo y aplicar el plaguicida adecuado a la plaga identificada (Corpeño, 2004).

2.3. *Paratrioza cockerelli* (Sulc.)

2.3.1. Origen

Esta especie también conocida como: pulgón saltador, psílido de la papa, el psílido del tomate, o simplemente como salerillo, fue descrito en 1909 por Cockerelli en el estado de Colorado (USA) y, como reconocimiento, Sulc en 1909 propuso el nombre científico *Triozia cockerelli*, aunque más tarde se confirmó taxonómicamente como *Paratrioza cockerelli*. Recientemente el género de esta especie se ha revisado

y se le ha asignado el nombre de *Pa. cockerelli* (Burckhardt y Lauterer, 1997; Millar *et al.*, 2000).

En México hay antecedentes de este insecto desde 1947, cuando Pletsch reportó haberlo encontrado en los estados de Durango, Tamaulipas y Michoacán; posteriormente se detectó en los estados de México y Guanajuato, donde se le bautizó como “Pulgón saltador” (Garzón *et al.*, 2005).

2.3.2. Clasificación taxonómica de *Paratrioza cockerelli* (Sulc.)

De acuerdo a Johnson *et al.* (2005) y Marín (2004), la ubicación de este insecto es la siguiente:

Dominio: Eukarya
 Reino: Animalia
 Phylum: Arthropoda
 Clase: Hexapoda (Insecta)
 Orden: Homoptera
 Suborden: Sternorrhyncha
 Familia: Psyllidae
 Género: *Paratrioza*
 Especie: *Pa. cockerelli* (Sulc.)

2.3.3. Descripción morfológica

Huevos: Son de forma ovoide, color anaranjado amarillento brillante, presentan en uno de sus extremos una coloración naranja y en éste un pedicelo con el que se adhieren a las hojas (Becerra, 1989).

Instares ninfales: Presentan cinco instares ninfales con forma oval, aplanados dorsoventralmente, con ojos bien definidos. Presentan placoides sencillas (estructuras circulares con función olfativa), las cuales aumentan en número y son más notorias conforme el insecto alcanza los diferentes estadios. El perímetro del

insecto presenta estructuras cilíndricas que contienen filamentos cerosos, las cuales forman un halo alrededor del cuerpo (Becerra, 1989).

Primer instar: Son de color naranja, presenta antenas con los segmentos basales cortos y gruesos, los cuales se adelgazan hasta finalizar en un pequeño segmento con dos setas censoras; los ojos son de color rojo o naranja. Durante este instar no se observan paquetes alares; las patas presentan una segmentación poco visible al igual que el abdomen (Becerra, 1989).

Segundo instar: Se observa claramente la constricción entre el cuerpo, cabeza y abdomen. La cabeza es de color amarillento, las antenas son filiformes con un par de setas censoras en la parte apical, los ojos son de color anaranjado oscuro, el tórax es de color verde amarillento, se observan los paquetes alares, se presenta la segmentación en las patas. Tanto tórax y abdomen son de mayor tamaño, así como las estructuras en cada uno de ellos; el abdomen es de color amarillo y presenta un par de espiráculos en los cuatro primeros segmentos (Marín, 2004).

Tercer instar: Se definen perfectamente las constricciones del cuerpo, la cabeza es de color amarillo, las antenas se adelgazan en la parte media para terminar con dos setas censoras; la coloración de los ojos es rojiza, se observa en el tórax con mucha facilidad los dos pares de alas en el mesotórax y metatórax; éste es de color verde amarillento, el abdomen es de color amarillo y es más redondo inmediatamente abajo del segundo par de alas (Becerra, 1989).

Cuarto instar: La cabeza es de color amarillo, los ojos son de color rojo oscuro, las antenas continúan con las mismas características, mientras que la segmentación de las patas se encuentra tan definida que se puede apreciar en la parte terminal de

las tibias posteriores tres espuelas, así como dos segmentos tarsales y un par de uñas (Becerra, 1989).

Quinto instar: La cabeza y abdomen son de color verde claro, el tórax con una tonalidad más oscura, las antenas están divididas en dos partes por una hendidura muy marcada, la parte basal es gruesa y la apical es filiforme, presentan seis placoides sencillas muy visibles; los ojos se tornan de color guinda, presentan tres espuelas en la parte terminal de las tibias posteriores y dos segmentos tarsales y un par de uñas, el abdomen es de forma semicircular (Becerra, 1989).

Adulto: Al emerger el adulto presenta una coloración verde-amarillenta; es inactivo, con alas blancas, que al paso de 3 ó 4 horas se tornan transparentes. La coloración del cuerpo pasa de ligeramente ámbar a café oscuro o negro; este cambio se presenta en los primeros 7 a 10 días de alcanzar este estadio. Cabeza; 1/10 de largo del cuerpo, con una mancha de color café que marca la división con el tórax y ojos grandes de color café (Marín, 2004).

Presentan antenas largas y filiformes, éstas características de los psílidos. El tórax; blanco amarillo con manchas café bien definidas, la longitud de las alas es aproximadamente de 1.5 veces el largo del cuerpo, venaciones propias de la familia. El abdomen en las hembras con cinco segmentos visibles mas el segundo genital, éste es de forma cónica en vista lateral, en la parte media dorsal se presenta una marca en forma de "Y" con los brazos hacia la parte terminal del abdomen. Los machos, con seis segmentos visibles, más el genital, este último segmento se encuentra plegado sobre la parte media dorsal del abdomen; al ver este insecto se distinguen las valvas genitales con estructuras en forma de pinza que caracteriza a este sexo (Lorus and Milne, 1980).

2.3.4. Biología y hábitos

Aunque hay mucho por conocer de su comportamiento, se ha podido observar que al llegar a los 60 y 80 unidades calor (UC), las hembras ovipositan los huevos en el envés de las hojas medias e inferiores de las plantas, lugar en que también se localizan las ninfas, que generalmente están adheridas a un solo lugar de la hoja, aunque a veces se les encuentra desplazándose en la misma, buscando mayor ventilación y temperatura. Los adultos se encuentran en cualquier parte de la planta, ubicándose en el envés de las hojas inferiores al amanecer o cuando el día está nublado o lluvioso (Marín, 2004).

Cuando el día está soleado el adulto gusta de la energía solar y por lo tanto se le puede ubicar en el envés de las hojas altas y medias y hasta el haz de las hojas más altas de la planta, también los psílicos se localizan en el envés de las hojas hospederas, presentan metamorfosis incompleta; ya que su ciclo de vida pasa por los estados de huevos, ninfas y adultos. Las hembras depositan los huevos principalmente en las orillas y bajo los lados de las hojas en las partes sombreadas de la planta, depositando aproximadamente 300 huevos durante su ciclo vital (Almeyda *et al.*, 2008).

Becerra (1989), menciona que las UC calculadas con base en temperaturas umbrales de 7 y 10 °C requieren por cada una de las etapas de desarrollo del insecto se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Unidades calor requeridas por cada etapa biológica de *Pa. cockerelli* (Becerra, 1989).

Etapa biológica	Unidades calor > 7 °C	Unidades calor > 10 °C
Huevo	71.7 (±) 8.6	56.2 (- +) 8.7
Ninfa:		
1er. Instar	53.7 (±) 4.0	41.1 (- +) 5.3
2do. instar	47.6 (±) 14.1	40.8 (- +) 16.0
3er. Instar	54.4 (±) 9.1	43.2 (- +) 11.0
4to. instar	47.9 (±) 6.1	37.5 (- +) 5.7
5to. instar	80.5 (±) 6.6	61.5 (- +) 12.2
Huevecillo-Adulto	335.8 (±) 29.7	280.3 (- +) 52.1

2.3.5. Hospedantes

El psílido tiene un amplio rango de hospedantes cultivados y silvestres. Ataca a las solanáceas, aunque el cultivo de la papa es de los preferidos por las hembras para depositar los huevos. Se considera que el ciclo biológico del insecto no varía en los cultivos de papa y tomate, sin embargo, el estado ninfal es más prolongado en especies de plantas que no pertenecen a la familia de plantas antes señaladas, como el caso de la maleza (Avilés *et al.*, 2003).

Almeyda *et al.* (2008), publicaron una lista de aproximadamente 40 solanáceas como hospedantes naturales de este psílido, donde se encuentra *Datura metel*, *D. stramonium*, *Lycopersicon pimpinellofolium*, *Nicotina glutinosa*, *N. tabacum* var. *xanthi*, *Nicandra physaloides*, *Solanum nigrum*, *S. tuberosum*, *S. rostratum*, *Lycopersicon lycopersicum* var. *cericiforme* y *Capsicum annuum*.

Señalan que las plantas hospederas preferidas son las de ornato que se conocen como farol chino (*Ph. franchetii*) y el cardo equino (*S. caroliense*), cardo búfalo (*S. rostratum*) la cereza silvestre (*Physalis* sp.) y viña matrimonial (*Lycium* spp.). Aunque el psílido se encuentra principalmente en las Solanáceas, también ataca algunas especies de las siguientes familias: Amaranthaceae, Asclepiadaceae,

Asteraceae, Brassicaceae, Violaceae, Chenopodiaceae, Convolvulácea, Fabácea, Lamiaceae, Ranunculaceae, Rosaceae, Salicaceae, Scrophulariaceae y Zygophyllaceae (Avilés *et al.*, 2003; Almeyda *et al.*, 2008).

2.3.6. Daños

Este insecto ocasiona dos tipos de daños: el toxinífero o directo y el indirecto como transmisor de un fitoplasma. La toxina de *Pa. cockerelli* es una sustancia que daña las células que producen la clorofila en las hojas de las plantas y que dan color verde a estas, lo que hace que la planta se vea amarillenta y raquítica. Por otro lado el fitoplasma es un organismo infeccioso, submicroscópico, mas grande que un virus y tiene forma de huevo estrellado (Garzón, 2005).

El psílido es una plaga importante que bajo infestaciones severas provoca serios daños. Al alimentarse la ninfa inyectando una toxina que provoca una enfermedad conocida como el amarillamiento del psílido. Las hojas jóvenes en plantas afectadas son anormalmente erectas, sus porciones basales se enroscan y se entornan de una coloración rojiza o púrpura. Las plantas afectadas presentan entrenudos cortos, las hojas viejas se engrosan de manera anormal, se enroscan y se tornan de color amarillento. Estas plantas producen un gran número de frutos pequeños y en el cultivo de papa pueden aparecer frutos aéreos en las hojas axilares (Garzón *et al.*, 2004).

En el Bajío se determinaron las relaciones entre la edad de la planta de tomate en UC y la incidencia de la enfermedad, así como entre la etapa fenológica de infección del permanente de tomate y el rendimiento de las plantas individuales. Con base en esta información se determinó que el periodo crítico de infección se

ubica entre la quinta y sexta floración, correspondientes entre 630 y 710 UC (temperatura de 10 °C) acumuladas a partir del transplante, respectivamente. También se determinó que un control eficiente del vector, debe generar los siguientes niveles de incidencia de la enfermedad: 5, 10, 15, 20, 25 y 30 % de plantas enfermas durante la primera, segunda, tercera, cuarta, quinta y sexta floración, respectivamente (Garzón *et al.*, 1992).

Al menos cinco enfermedades se han asociado a fitoplasmas en tomate y papa: cuatro de estos son transmitidos por chicharritas y uno por *Pa. cockerelli*. En tomate se ha descrito al “amarillamiento del áster”, transmitido por una chicharrita y la “macroyema del tomate”, cuyo fitoplasma es transmitido por la chicharrita café; un tercer fitoplasma es el que en México causa la enfermedad “permanente del tomate”, que es transmitido por el pulgón saltador; éste, al igual que su vector, fue descubierto por investigadores mexicanos en los años 80’s y en el siglo XXI se demostró que era un fitoplasma (Garzón, 2003).

El fitoplasma que ocasiona el permanente del tomate se encontró por primera vez en el estado de Guanajuato causando 60% de daños en la producción de tomate y de sembrarse 13,000 hectáreas al año, la superficie se redujo a menos de 2,000 hectáreas en la actualidad. Otra enfermedad denominada “declinamiento del tomate”, y de la cual se desconoce el agente causal y sus vectores, se ha reportado en el Valle Imperial e invernaderos del sur de Texas y cuyos síntomas coinciden con los descritos para el permanente del tomate en lo que respecta al aborto de flor, hojas quebradizas y enrolladas hacia arriba (Garzón, 2003).

2.3.7. Técnicas de muestreo para *Pa. cockerelli*

Según Nava (2005), el muestreo es un componente fundamental de las actividades de investigación en ecología poblacional, dinámica poblacional y el desarrollo de métodos de control alternativos los métodos que se utilizan para el psílido se presentan en seguida: 1) Inspección visual de hojas para muestreo de ninfas: No existe un plan de muestreo bien elaborado para este insecto. No obstante, en el bajío se recomienda inspeccionar y marcar 10 plantas de tomate para determinar huevecillos con el propósito de predecir y determinar el momento oportuno de aplicación de insecticidas contra ninfas de 1er y 3er instares. También se indica la necesidad de continuar con muestreos semanales enfocándose a la presencia de huevecillos y ninfas para evaluar la eficiencia de las aplicaciones de insecticidas. 2) Trampas amarillas para el muestreo de adultos: En California se recomienda la utilización de trampas amarillas con etilen glidol.

En invernaderos el uso de trampas de colores, entre ellas las amarillas, capturan gran cantidad de adultos de *Pa. cockerelli*. Las trampas amarillas pegajosas se han utilizado rutinariamente para la mosquita blanca desde 1995 y para el psílido del tomate desde 1997 en la Comarca Lagunera. Las trampas deben colocarse a la altura de la terminación de la planta y orientadas de tal manera que reciban la luz directa (Almeyda *et al.*, 2008; Nava, 2005).

2.3.8. Estrategias de control para *Pa. cockerelli*

Control cultural: Durante el brote de psílicos en 1938, en Montana, se observó que siembras tempranas son más afectadas que las siembras tardías, se sugirió

tomar en cuenta las fechas de siembras para evitar que los psílidos dañaran a los cultivos. Además se deben retirar plantas infectadas (Almeyda *et al.*, 2008).

Las prácticas culturales más importantes que deben ser utilizadas para el manejo de los insectos vectores son la destrucción voluntaria de los focos de infestación, destruyendo las plantas viejas inmediatamente después de la última práctica del cultivo; la destrucción de plantas hospederas de la plaga o de la enfermedad, al menos en los márgenes del cultivo y lotes adyacentes y el uso de semilla sana, son las principales prácticas para lograr el buen manejo de la enfermedad (Almeyda *et al.*, 2008).

Control legal: Aún no existe una norma oficial que evite la proliferación y dispersión de la plaga de *Pa. cockerelli*, pero está considerada en la Norma Oficial Mexicana NOM-FITO-2001, manejo y eliminación de focos de infestación de plagas, mediante el establecimiento o reordenamiento de fechas de siembra, cosecha y destrucción de residuos (SAGARPA, 2002).

Los daños ocasionados por las plagas mencionadas en esta norma, repercuten en forma directa sobre los rendimientos obtenidos por unidad de superficie y en la calidad fitosanitaria y comercial, causando pérdidas económicas y un decremento significativo en el mercado nacional y de exportación (SAGARPA, 2002).

Control biológico: Los principales entomopatógenos a considerar para el control de *Pa. cockerelli* son el uso de *Beauveria bassiana*, *Metarhizum anisopliae* y *Paecilomyces fumosoroseus*. Los principales depredadores que se han utilizado son el león de los áfidos (*Chrysoperla* spp.), la Chinche ojona (*Geocoris* spp.) y la

catarinita roja (*Hippodamia convergens*). El principal parasitoide de ninfas del pulgón saltador es la avispa (*Tamarixia triozae*) (Bujanos *et al.*, 2005).

Estudios realizados por Almeyda *et al.* (2008), en altos niveles de infestación se encontró que *B. bassiana* produjo mortalidad de hasta 96 % sobre *Pa. cockerelli*. Se ha encontrado que el parásito *Tetranychus triozae* (Hymenoptera: Eulophidae) ataca a gran cantidad de ninfas del cuarto estadio de los psílicos en otoño; se informó que también el parásito *Metaphycus psyllidis* (Hymenoptera: Encyrtidae) controla bien a los psílicos en el sur de California. Así mismo la chinche ojona *Geocoris decoratus* (Hemiptera: Lygaeidae) y *Nabis ferus* (Hemiptera: Nabidae) atacan a los psílicos adultos y ninfas.

Control químico: Una de las alternativas para el control de insectos es el uso de insecticidas, los que actúan de forma inmediata para matar a los psílicos; sin embargo, lo interesante de este método es saber utilizarlo para así evitar el incremento de contaminantes en el medio ambiente que tanto daño ocasiona. Existen varios productos que ejercen un buen control para este insecto, los cuales deben utilizarse adecuadamente para evitar en un futuro que esta especie adquiriera resistencia a estas alternativas de control (Corpeño, 2004).

Las aplicaciones de insecticidas sistémicos como demeton, dimetoato y phorate al igual que la mayoría de los piretroides y organofosforados proporcionan controles aceptables de este insecto (Almeyda *et al.*, 2008).

2.4. Descripción de los insecticidas utilizados

2.4.1. Extracto de neem

Descripción: El neem es un árbol robusto, siempre verde, de rápido crecimiento, con tronco recto, corteza moderadamente gruesa y copa redonda.

Alcanza una altura de 7 a 20 m y el diámetro de la copa es de 5 a 10 m, hojas alternas de 10 - 38 cm de longitud con 3 a 8 pares de folíolos opuestos o casi opuestos. Lanceolados de 3 a 6 cm de longitud, con el margen aserrado y la base asimétrica. Flores en panículas axilares más cortas que las hojas. Son pequeñas, pentámeras, de color blanco o crema, fragante. Frutos en drupa, oblongo, de 1.2 cm de largo color verde amarillento tornándose púrpura, con una semilla (Leos y Salazar, 1992).

Distribución: Es nativo de la India. En México se encuentra distribuido en varios estados, Baja California, Sinaloa, Sonora, Nayarit, Colima. Campeche, San Luis Potosí, Guerrero, Quintana Roo, Yucatán, Nuevo León, Veracruz, Oaxaca, Morelos, Chiapas, Guanajuato, Tabasco, Tamaulipas y Durango (Leos y Salazar, 1992).

Acción insecticida: El aceite de neem ha sido evaluado contra una amplia gama de insectos teniendo actividad biológica de insecticida, antialimenticio, repelente, inhibidor de oviposición, etc. Un efecto adicional del uso del neem es el cambio de comportamiento que en algunos casos ha resultado benéfico; por ejemplo varias especies de Cicallidae y Delphacidae (Homoptera) en arroz, dejaron de comer del floema para alimentarse de xilema, cuando las plantas fueron tratadas con neem. Esto resultó en una reducción notable de la transmisión de virus específicos del floema (Saxena y Khan, 1985).

2.4.2. *Beauveria bassiana*

En las enfermedades causadas por muscadinas, el hongo emerge del cuerpo del insecto, cubriéndolo con material fungoso de formas características, lo cual

recuerda al bombón francés o menta dulce (Muscadina French). Dentro de este grupo encontramos a los hongos *B. bassiana* y *Metharhyzium anisopliae* como dos microorganismos que pueden ejercer un buen control sobre distintas plagas. El hongo *B. bassiana* causa enfermedad en un gran número de insectos, tan solo en Norteamérica se reportan 175 especies (Medina, 2000).

Biología: Presentan hifas hialinas a amarillentas septadas y con paredes lisas, la estructura conidiógena es un sinema o monosinema que consiste en hifas compactadas, conidióforos verticiliados o arrugados con ramificaciones terminales en donde surgen racimos ensanchados en forma de botella, con un cuello distintivo donde se forman las conidias las cuales crecen en cadena en forma basipetalada, por una célula raramente hialina o ligeramente pigmentada (3.0 a 3.5 μ) con paredes lisas o equinuladas o varias formas (Hernández y Berlanga, 1999).

2.4.3. Jabones agrícolas

Los jabones a base de sales de sodio o potasio mezclados con aceite de pescado o vegetal, entran en contacto con la cutícula de los insectos susceptibles, los ácidos grasos penetran en el cuerpo del insecto y disuelven las membranas celulares, destruyendo su integridad. Las células derraman su contenido y mueren, causando la deshidratación y muerte del insecto (Regnault *et al.*, 2004).

La formulación comercial del jabón Nutrisoap contiene jabón potásico líquido, cocoato potásico y extracto de aceite de coco. Este insecticida tiene acción rápida y de contacto contra plagas que presentan exoesqueleto blando ya que destruye la cutícula. Es muy eficaz en el control de plagas de las órdenes Thysanoptera, Homoptera, Siphonaptera y de la clase Arácnida (SNI, 1999).

Existen registros que desde finales de 1770 se emplean jabones contra artrópodos blandos como trips, ácaros, áfidos y mosca blanca. Jabón es un término general utilizado para denominar las sales de potasio de ácidos grasos orgánicas que se forman cuando el hidróxido de potasio descompone el aceite y el ácido. Como jabón duro se conocen las sales de sodio. Los ácidos grasos viene normalmente de plantas; pinos, coco, semillas de algodón, maíz, soya o de animales (Rämert, 1989).

Existe una gran variedad de jabones y únicamente una pequeña cantidad poseen propiedades de insecticida, esta característica depende de la longitud de las cadenas de carbono. La mayoría de los jabones con efecto insecticida y acaricida están compuestos por cadenas de entre 10 y 18 átomos de carbono. Los ácidos que tienen cadenas más cortas pueden actuar como herbicidas y ser fitotóxicos a la planta (Cloyd, 2003).

Según Vincent *et al.* (2003) y Rämert, (1989), se ha establecido que el efecto de los jabones en los insectos, se debe posiblemente a una combinación de:

- Descomposición de la cutícula y las membranas que hace a los insectos menos protegidos y más sensibles a factores externos como el calor y patógenos, lo que puede causar desecación y muerte.
- Alteración de las hormonas de crecimiento durante la metamorfosis impidiendo la muda.
- Bloqueo de los espiráculos en las tráqueas causando asfixia.

Las paredes de las tráqueas y la epicutícula están compuestas en modo parecido en tres capas; cuticulina, capa de cera y capa cementante, que el jabón puede descomponer (Pettersson, 1989).

2.4.4. Extracto de ajo

El ajo es una planta bianual de tipo herbáceo adaptada a climas tropicales, subtropicales y templados. Es utilizada como alimento para humanos, para la fabricación de medicinas y como insecticida. Sus ingredientes activos incluyen alcaloides, saponinas y taninos; estos compuestos pueden mantenerse viables de 1 a 3 días en condiciones de almacenamiento. Para mantener la eficacia de su principio activo, se puede emplear una dilución de 1:10 como máximo. La preparación del insecticida se puede realizar en extracción acuosa, pulverización de tejidos (bulbo), prensado para extracción del aceite y extracción química utilizando etanol como solvente. Se puede aplicar al cultivo en espolvoreo o en aspersión. Tiene propiedades insecticidas, fungicidas, nematocidas y bactericidas contra un amplio rango de plagas (SNI, 1999).

Los cuatro efectos principales reportados sobre las plagas insectiles de las ordenes Lepidoptera, Homoptera, Coleoptera y Orthoptera son: 1) efecto repelente; 2) efecto anti-alimentario; 3) efecto sobre-excitante del sistema nervioso de los insectos por sustancias como los tiosulfatos y 4) efecto de enmascaramiento de las feromonas reduciendo el apareo. Se utiliza en ornamentales, hortalizas, frutales, legumbres y cereales (SNI, 1999).

2.4.5. Aceite vegetal

Usar aceites como insecticida tiene una tradición larga, desde principios del siglo XVIII, usados sólo o en combinación con insecticidas sintéticos para controlar plagas de varios grupos taxonómicos de artrópodos como ácaros, coleópteros,

áfidos, lepidópteros, acrídidos, etc. Inicialmente se usaban aceites de petróleo y últimamente se puede ver un cambio hacia los aceites vegetales (UKE, 2008).

Según Sieburth *et al.* (1998) y UKE (2008), el huevo es el estado más sensible mas del insecto y puede ser controlado más eficazmente con el uso de aceites vegetales.

2.4.6. Hidróxido de calcio

La utilización del hidróxido de calcio (Ca(OH)_2) es una práctica antigua en el control de plagas y jugó un importante rol en los años comprendidos de 1867 a 1939. Al mezclar hidróxido de calcio con sulfato de cobre ácido se obtiene el caldo bordelés, básicamente utilizado en los cultivos de papa y vid para el control de enfermedades fungosas (Del Busto *et al.*, 2011).

Su modo de acción es de contacto, al mezclar en agua hidróxido de calcio y un agente tenso-activo se obtiene una solución súper alcalina, el compuesto resultante se asperja sobre los vegetales en forma similar a cualquier plaguicida, ya que tienen un efecto abrasivo o de absorción de los lípidos de la epicutícula, facilitando la pérdida de agua, lo cual causa la muerte de los insectos por deshidratación (Silva *et al.*, 2011).

Según Del Busto *et al.* (2011), el hidróxido de calcio se aplica también para controlar hongos y bacterias en plantaciones de frijoles, pepino, col, calabaza, pimiento, tomate y demás hortalizas. La cal actúa en diversas reacciones que influyen en la resistencia de los vegetales al ataque de insectos y patógenos, utilizando dosis de 2 kg en 100 litros de agua.

En la actualidad el hidróxido de calcio es una alternativa económica y efectiva perfectamente posible por existir las fuentes y capacidad industrial para su procesamiento. El hidróxido de calcio presenta un gran potencial para utilizarse en la agricultura, además no es fitotóxico, fácil de usar, barato e inocuo del medio ambiente (Del Busto *et al.*, 2011).

3. MATERIALES Y METODOS

El presente proyecto se realizó en el cultivo de tomate de cáscara bajo condiciones de campo, utilizando el riego por gravedad en el ciclo de cultivo (Otoño-Invierno) de 2007 en el ejido San Cristóbal municipio de Irapuato, Guanajuato.

En el Cuadro 2 se presentan los productos utilizados en el estudio realizado.

Cuadro 2. Cuadro de productos y concentración por hectárea.

Productos	Concentración
<i>B. bassiana</i>	750 ml/ha.
Aceite vegetales	0.75 – 1 L/ha.
Jabones agrícolas	4 L/ha.
Extracto de ajo	0.75 – 1 L/ha.
Extracto de neem	1.25 – 2 L/ha.
Hidróxido de calcio	4 Kg/ha.

El diseño utilizado fue de bloques al azar, el cual constará de seis tratamientos con cuatro repeticiones (24 unidades experimentales más cuatro del testigo), el tamaño de la unidad experimental fueron de 3 surcos, con una distancia entre surcos de 1.2 m (3.6 m de ancho por 10 m de largo= 36m²) y un total de 28 unidades experimentales (1,152 m²).

En la Figura 1 puede observarse un diseño experimental de bloques al azar y su distribución de los tratamientos, el cual fue utilizado durante el establecimiento del estudio realizado.

E	A	G	C
F	D	B	E
B	E	A	G
D	F	C	B
G	B	F	C
A	D	G	E
F	C	D	A
I	I	III	IV

Figura 1. Diseño experimental de bloques al azar y distribución de los tratamientos. (A – *B. bassiana*, B – A. vegetal, C – J. agrícola, D – Extracto de ajo, E – Extracto de neem, F – Hidróxido de calcio y G – Agua)

En el presente trabajo se realizaron muestreos utilizando trampas pegajosas e inspecciones directas visuales sobre la planta de tomate, para identificar la presencia de insectos. Una vez encontrados ninfas y huevos en las parcelas se procedió a realizar la aplicación de los diferentes insecticidas en horas de la mañana antes de que el sol calentara para evitar que se evaporaran y degradaran los productos. Para la aplicación se utilizó el equipo necesario para el aplicador overol, mascarilla, guantes, botas y goggles, así como una aspersora manual con una capacidad de 20 litros marca Aritmizu®. Se realizaron las diferentes mezclas de los productos respectivamente en donde la cantidad de insecticida y agua que se utilizó fueron las cantidades recomendadas por las casas fabricantes. Después de aplicar un producto se procedía a lavar la aspersora.

A los tres días después de la aplicación se realizó el primer muestreo por la mañana tomando cinco hojas por parcela útil colocándose en una bolsa de plástico, después las bolsas con las hojas se colocaron en una hielera de nieve seca para trasladarlas al laboratorio del CESAVERG (Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Guanajuato) para inspeccionarlas con ayuda del microscopio estereoscópico y obtener los resultados del muestreo.

Los muestreos realizados a los 6, 9, 12 y 15 DDA se realizaron utilizando el mismo procedimiento antes mencionado en el muestreo a los 3 DDA.

4. RESULTADOS

Los resultados obtenidos en el presente trabajo con respecto a la mortalidad de ninfas de *Pa. cockerelli* se presentan en las Figuras 1-6.

La mortalidad de las ninfas de *Pa. cockerelli* a los 3 DDA puede observarse en la Figura 2. En el muestreo realizado a los 3 DDA se observaron 10 ninfas muertas en promedio en las parcelas en las que se aplicó el aceite vegetal de soya, mientras que en las parcelas donde se aplicó un compuesto de jabón agrícola solo se contabilizó un promedio de 5 ninfas muertas. En las parcelas del testigo (aplicaciones con agua) no se observó mortalidad alguna.

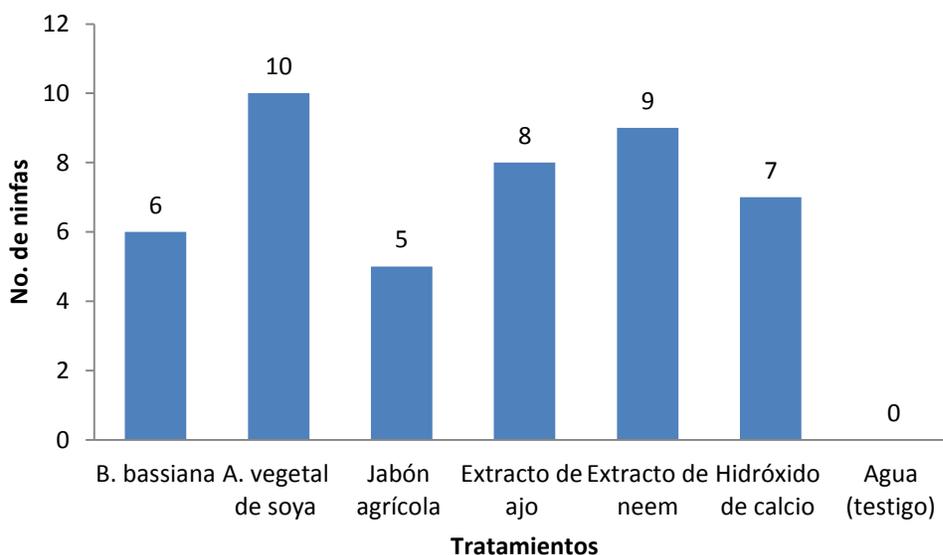


Figura 2. Mortalidad de las ninfas a los 3 DDA.

La mortalidad a los 6 DDA de las ninfas de *Pa. cockerelli* se pueden observar en la Figura 3. En el muestreo realizado a los 6 DDA se observaron 9 ninfas muertas en promedio en las parcelas en las que se aplicó el jabón agrícola y el extracto de neem respectivamente, mientras que en las parcelas donde se aplicó aceite vegetal de soya y hidróxido de calcio se contabilizó un promedio de 6 ninfas muertas.

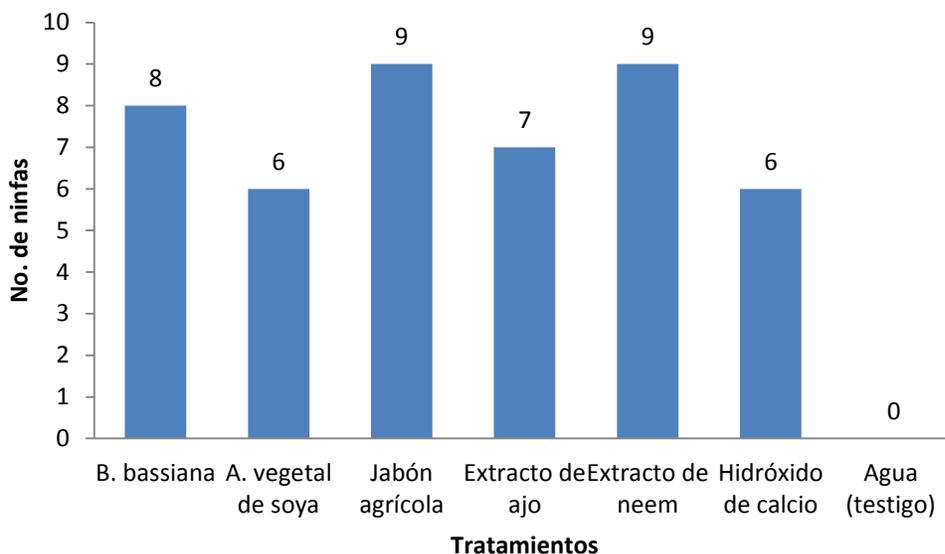


Figura 3. Mortalidad de las ninfas a los 6 DDA.

La mortalidad de las ninfas de *Pa. cockerelli* a los 9 DDA puede observarse en la Figura 4. En el muestreo realizado a los 9 DDA se observó que el hidróxido de calcio obtuvo en promedio 11 ninfas muertas en las parcelas en las que se aplicó, mientras que en las parcelas donde se aplicó el hongo *B. bassiana* y extracto de ajo se contabilizaron un promedio de 5 ninfas muertas.

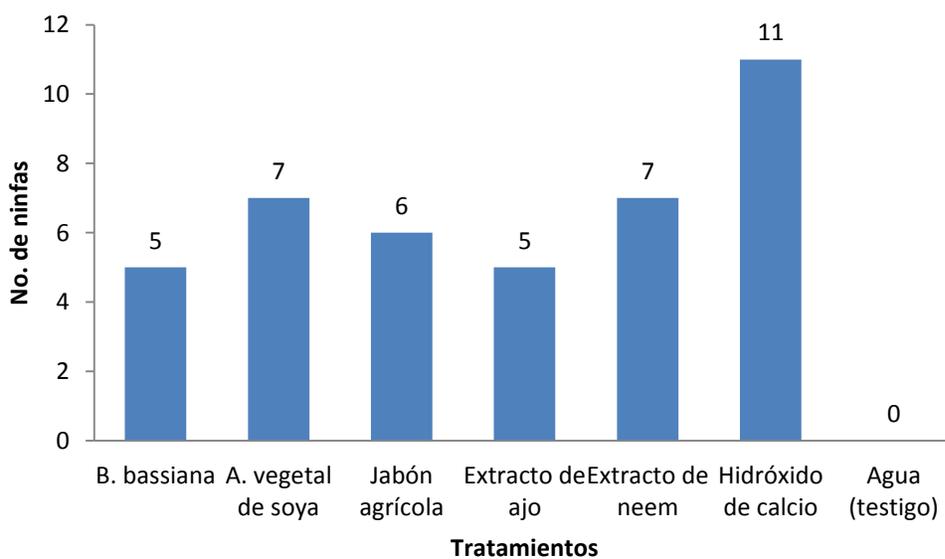


Figura 4. Mortalidad de las ninfas a los 9 DDA.

La mortalidad de las ninfas de *Pa. cockerelli* a los 12 DDA puede observarse en la Figura 5. En el muestreo realizado a los 4 DDA se observaron 13 ninfas muertas en promedio en las parcelas en las que se aplicó el aceite vegetal de soya, mientras que en las parcelas donde se aplicó el extracto de ajo y extracto de neem respectivamente solo se contabilizó un promedio de 7 ninfas muertas.

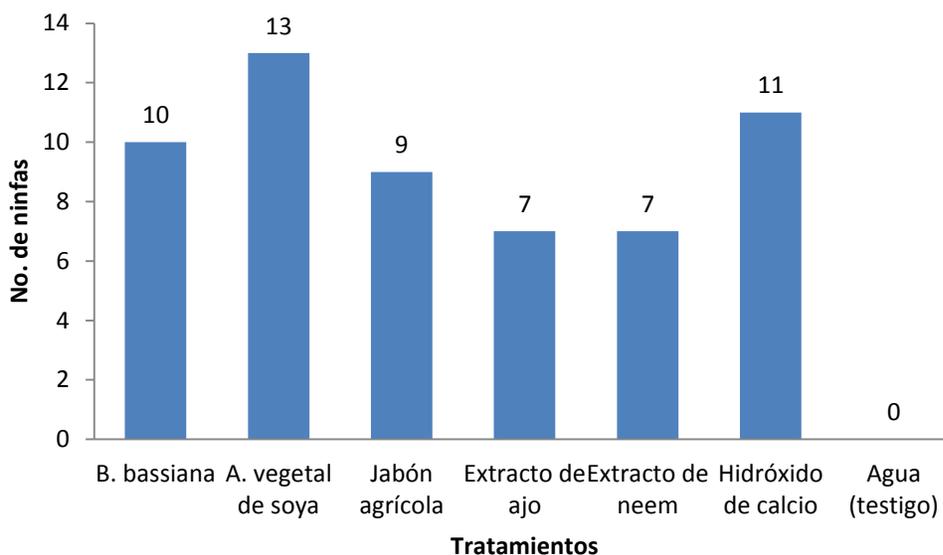


Figura 5. Mortalidad de las ninfas a los 12 DDA.

Las ninfas muertas de *Pa. cockerelli* a los 15 DDA se pueden observar en la Figura 6. En el muestreo realizado a los 15 DDA se observaron 32 ninfas muertas en promedio en las parcelas en las que se aplicó el jabón agrícola, mientras que en las parcelas donde se aplicó con el hongo *B. bassiana* solo se contabilizó un promedio de 16 ninfas muertas.

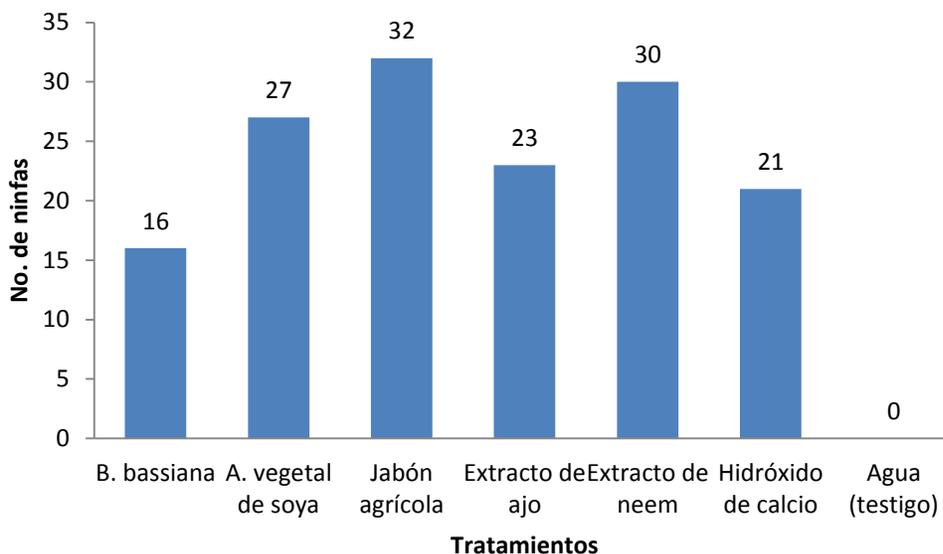


Figura 6. Mortalidad de las ninfas a los 15 DDA.

En la Figura 7 se observa el promedio de mortalidad de ninfas de *Pa. cockerelli*, en las parcelas donde se aplicó el aceite vegetal de soja se obtuvo un promedio de 12.6 ninfas muertas con este tratamiento, mientras que en las parcelas donde se aplicó el hongo *B. bassiana* sólo se contabilizaron en promedio 9 ninfas muertas con la menor efectividad respecto a los diferentes tratamientos.

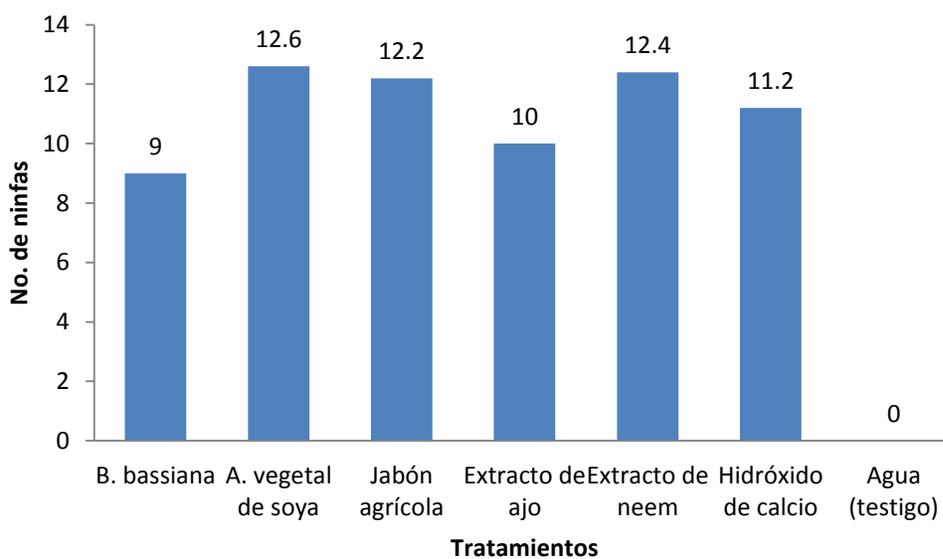


Figura 7. Resultados de mortalidad en promedio de ninfas de *Pa. cockerelli*.

La mortalidad de las huevos de *Pa. cockerelli* a los 3 DDA puede observarse en la Figura 8. En el muestreo realizado a los 3 DDA se observaron 14 huevos muertos en promedio en las parcelas en las que se aplicó el aceite extracto de neem, mientras que en las parcelas donde se aplicó aceite vegetal de soya y jabón agrícola solo se contabilizó un promedio de 7 huevos muertos. En las parcelas del testigo (aplicaciones con agua) no se observo mortalidad alguna.

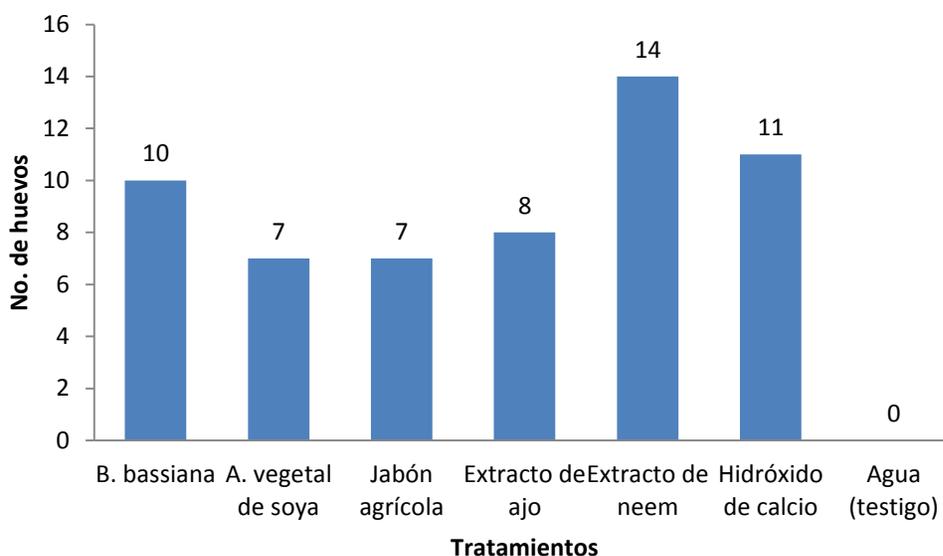


Figura 8. Mortalidad de los huevos a los 3 DDA.

La mortalidad de los huevos de *Pa. cockerelli* a los 6 DDA puede observarse en la Figura 9. En el muestreo realizado a los 6 DDA se observaron 18 huevos muertos en promedio en las parcelas en las que se aplicó el hongo *B. bassiana*, mientras que en las parcelas donde se aplicaron extracto de ajo e hidróxido de calcio solo se contabilizó un promedio de 11 huevos muertos.

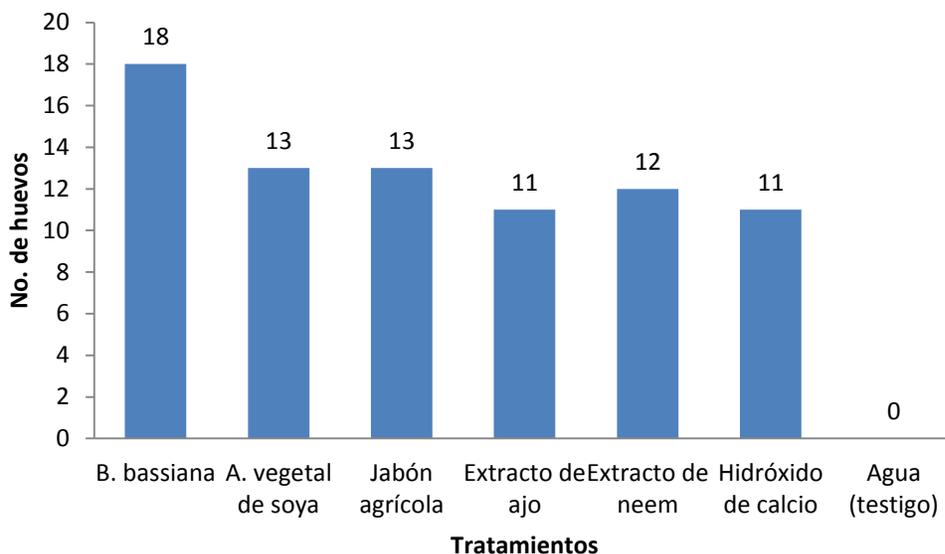


Figura 9. Mortalidad de los huevos a los 6 DDA.

La mortalidad de los huevos de *Pa. cockerelli* a los 9 DDA puede observarse en la Figura 10. En el muestreo realizado a los 9 DDA se observaron 59 huevos muertos en promedio en las parcelas en las que se aplicó el aceite vegetal de soya, mientras que en las parcelas donde se aplicó el hongo *B. bassiana* solo se contabilizó un promedio de 34 huevos muertos.

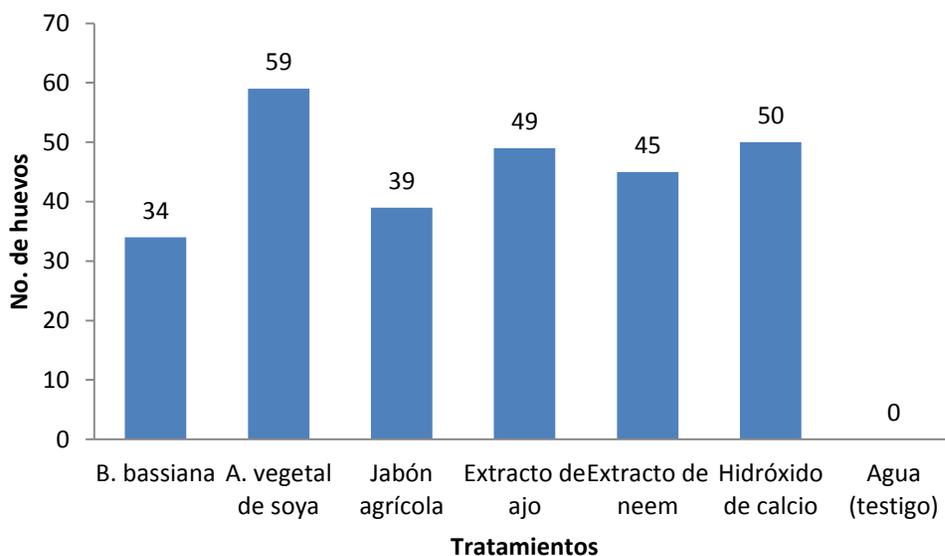


Figura 10. Mortalidad de los huevos a los 9 DDA.

La mortalidad de los huevos de *Pa. cockerelli* a los 12 DDA puede observarse en la Figura 11. En el muestreo realizado a los 12 DDA se observaron 93 huevos muertos en promedio en las parcelas en las que se aplicó el aceite vegetal de soja, mientras que en las parcelas donde se aplicó el extracto de neem solo se contabilizó un promedio de 54 huevos muertos.

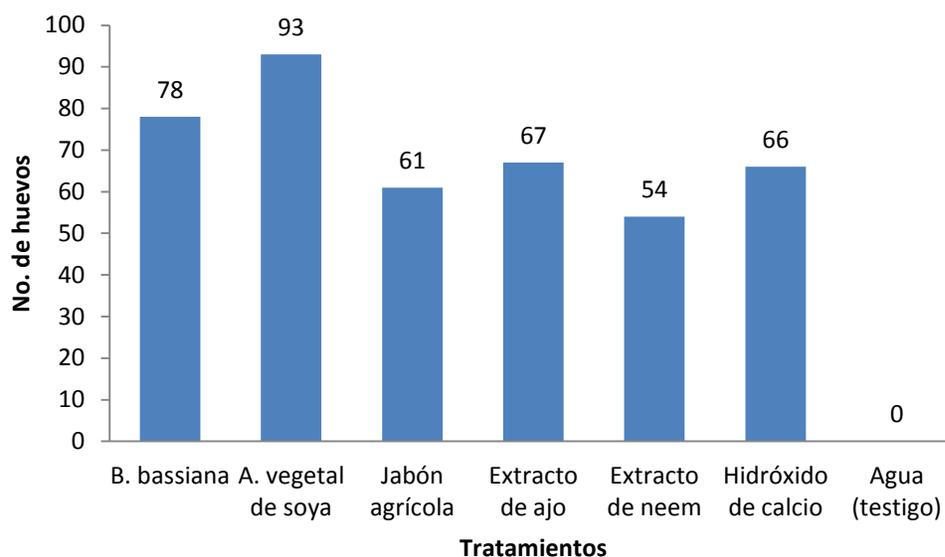


Figura 11. Mortalidad de los huevos a los 12 DDA.

La mortalidad de los huevos de *Pa. cockerelli* a los 15 DDA puede observarse en la Figura 12. En el muestreo realizado a los 15 DDA se observaron 55 huevos muertos en promedio en las parcelas en las que se aplicó hongo *B. bassiana* y jabón agrícola respectivamente, mientras que en las parcelas donde se aplicó el extracto de neem solo se contabilizó un promedio de 34 huevos muertos.

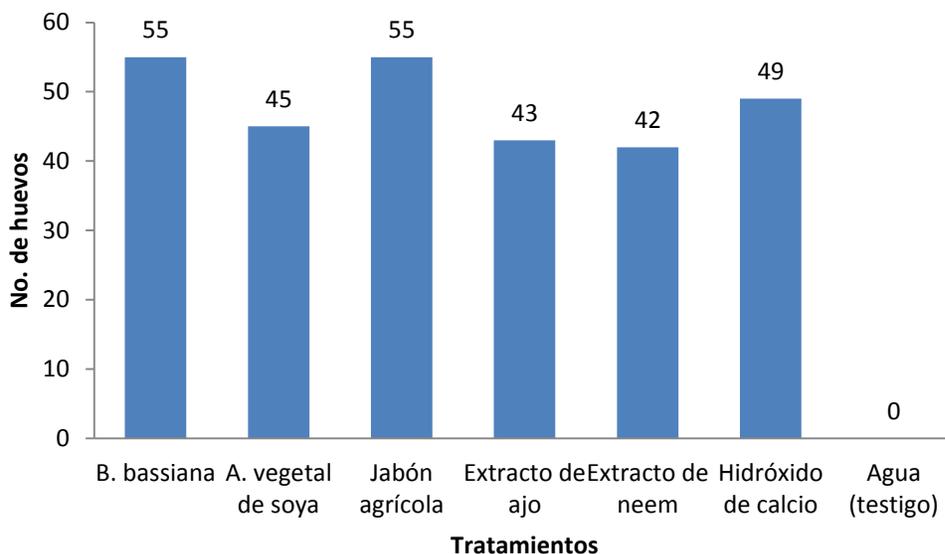


Figura 12. Mortalidad de los huevos a los 15 DDA.

En la Figura 13 se puede observar los resultados obtenidos con respecto a la mortalidad de huevos en promedio de *Pa. cockerelli*, en donde en las parcelas donde se aplicó el aceite vegetal de soya se obtuvo el mejor control con un promedio de 43.3 huevos muertos con este tratamiento, mientras que en las parcelas donde se aplicó el extracto de neem solo se contabilizó en promedio 33.4 huevos muertos siendo el tratamiento menos efectivo con respecto a los diferentes tratamientos.

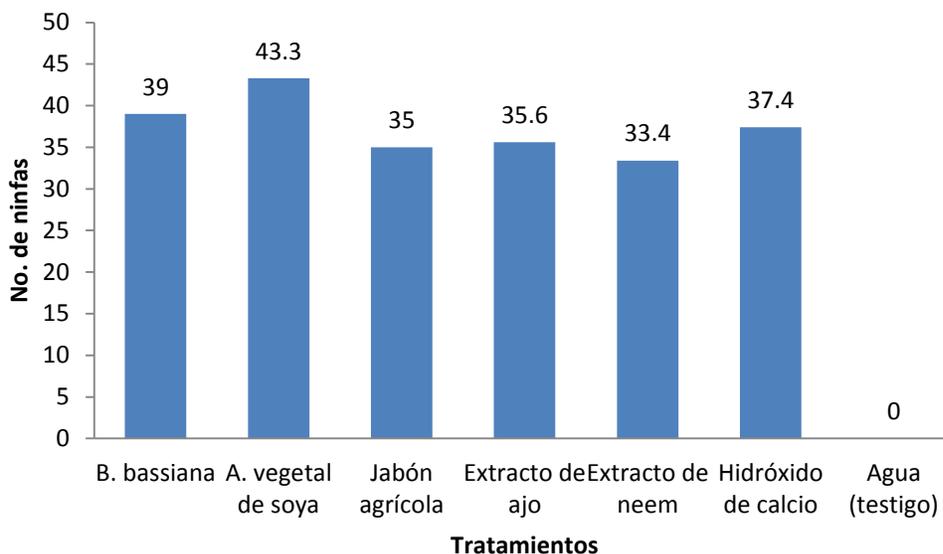


Figura 13. Resultados de mortalidad promedio de huevos de *Pa. cockerelli*.

Los tratamientos de Aceite vegetal de soya, Jabón agrícola, Extracto de neem e Hidróxido de calcio tuvieron un efecto estadísticamente similar sobre la mortalidad de las ninfas, ya que no hubo diferencia significativa entre ellos (Cuadro 3).

Cuadro 3. Resultados de comparación de las medias de mortalidad de ninfas.

Tratamientos	Medias	
B (A. vegetal de soya)	13.00	a
C (Jabón agrícola)	12.75	a
E (Extracto de neem)	12.50	a
F (Hidroxido de calcio)	11.75	a
D (Extracto de ajo)	10.00	b
A (<i>B. bassiana</i>)	8.00	c

En los muestreos realizados durante todo el experimento se observaron 13 ninfas muertas en promedio en las parcelas en las que se aplicó el aceite vegetal de soya, mientras que en las parcelas donde se aplicó el hongo *B. bassiana* sólo se contabilizó un promedio de 8 ninfas muertas.

En el Cuadro 4 se puede observar los resultados obtenidos en promedio de los huevos muertos en donde los 6 tratamientos tuvieron un efecto estadísticamente

similar sobre la mortalidad de los huevos, ya que no hubo diferencia significativa entre ellos.

Cuadro 4. Resultados de comparación de las medias de mortalidad de huevos.

Tratamientos	Medias	
B (Aceite vegetal de soya)	41.75	a
A (<i>B. bassiana</i>)	39.00	a
F (Hidroxido de calcio)	37.25	a
D (extracto de ajo)	36.00	a
C (Jabón agrícola)	35.50	a
E (Extracto de neem)	32.75	a

En los muestreos realizados durante todo el experimento se observaron 41.75 huevos muertos en promedio en las parcelas en las que se aplicó el aceite vegetal de soya, mientras que en las parcelas donde se aplicó el extracto de neem sólo se contabilizó un promedio de 32.75 huevos muertos.

5. DISCUSIÓN

Los insecticidas no convencionales representan una alternativa al uso de plaguicidas sintéticos (convencionales). Los productos naturales extraídos de ciertas plantas, tienen la ventaja de ser biodegradables y en general, se considera que no producen desequilibrio en el ecosistema. Al parecer, estos insecticidas biológicos provocan un impacto mínimo en la fauna benéfica; son eficaces contra plagas agrícolas y no tienen restricciones toxicológicas (Iannacone y Lamas, 2002).

De acuerdo con Iannacone y Reyes (2001), los insecticidas no convencionales han dado buenos resultados, presentando varias ventajas tales como: son biodegradables, no afectan a los enemigos naturales, son menos tóxicos que los plaguicidas convencionales, y no desequilibran la biodiversidad de los agroecosistemas. Siguiendo estas premisas se han utilizado en este trabajo varios insecticidas no convencionales como alternativas de control de *Pa. cockerelli*, identificada como plaga principal del tomate de cáscara en El Bajío.

Al aplicar aceite vegetal de soya a una dosis de 1 l/ha en condiciones de campo abierto se obtuvo una tasa de mortalidad superior tanto de huevos como ninfas de *Pa. cockerelli* respecto a los otros insecticidas evaluados. Dichos resultados difieren de los consignados por Delgado *et al.* (2007), donde los jabones agrícolas y el hidróxido de calcio obtuvieron el mejor control.

El extracto de neem y el extracto de ajo surtieron un menor efecto sobre la mortalidad de ninfas de *Pa. cockerelli*, lo cual coincide con Leyva (2005) ya que al evaluar estos mismos insecticidas obtuvo resultados similares y la mayor tasa de mortalidad fue observada por Leyva (2005) al aplicar Spinosad (extracto de

Saccharopolyspora spinosa) y extracto de canela, asegurando que los dos primeros no son indicados para tomarse en cuenta en una alternativa de control.

Respecto a los demás plaguicidas evaluados en el presente trabajo no se encontraron autores que hayan hecho estudios similares, por lo cual, no hay manera de comparar los resultados. De esta forma se puede decir que, los datos obtenidos en este trabajo son preliminares y deberán tomarse en cuenta como referencia para futuros estudios.

6. CONCLUSIONES

Los resultados del presente trabajo arrojan las siguientes conclusiones:

1. Se acepta la hipótesis planteada ya que al menos uno de los insecticidas no convencionales es efectivo en el control de *Pa. cockerelli*.
2. El aceite vegetal de soya fue el producto utilizado que tuvo mayor efecto en la mortalidad de ninfas de *Pa. cockerelli*, por esto puede ser considerado como la mejor alternativa en un plan de control de esta plaga en condiciones de campo abierto.
3. El extracto de neem y el insecticida compuesto por el hongo *B. bassiana* fueron los productos que provocaron una mortalidad inferior respecto a los demás productos evaluados para el control de inmaduros de *Pa. cockerelli*.
4. Los plaguicidas no convencionales pueden considerarse una alternativa de control efectiva después de ser evaluados sobre las diferentes plagas sobre las que se pretende aplicar.

7. LITERATURA CITADA

- Almeyda L. I. H., J. A. Sánchez S., J. A. Garzón T. 2008. Vectores Causantes de Punta Morada de la Papa en Coahuila y Nuevo León México. En línea. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0568-25172008000200001&lang=es. [Fecha de consulta 05/09/11].
- Avilés G., M. C., A. Garzon. T., A. Marín. J. yCaro M. 2003. El psilido del Tomate *Paratrioza cockerelli* Sulc: Biología, Ecología y su control. Memoria. Campos experimentales Bajío y norte de Guanajuato. Pp. 21-35 http://www.inifap.gob.mx/Pagina_web/Campos/500/bajío/archpub/pubtc_32.htm.
- Becerra A. F. 1989. Biología de *Paratrioza cockerelli* (Sulc) y su relación con la enfermedad "Permanente del Tomate" en el Bajío. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Querétaro Ciencias., Químicas.
- Bujanos, M., R.; J. A. Garzón.T.; A. Marin.J. 2005 Manejo Integrado del Pulgón Saltador *B.(= Paratrioza) cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae) en los Cultivos de Solanaceas en Mexico. Segunda Convención Mundial de Chile 2005.
- Burckhardt, D. and P. Louterer. 1997. A Taxonomic reassess mont of the trioqid genus B. (Hemiptera: psylloidae). Journal of Natural History.U.K. 31(1): 99-153.
- Cárdenas C., I. E. 1981. Algunas técnicas experimentales con Tomate de Cascara (*Physalis ixocarpa* Brot). Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Centro de Genética. Montecillo, México.
- Cloyd, R. A. 2003. Soasps and Detergents: shold they be used in interior plants-capes?, Departament of Natural Kesources and environmetal sciences, University of Illinois.
- Corpeño B. 2004. Manual del cultivo de tomate. En línea.http://www.fintrac.com/docs/elsalvador/Manual_del_Cutivo_de_Tomate_WEB.pdf. [05/09/11].
- Del Busto C. A., Y. Santana B., R. Cruz L., L. E. León S., R. Hernández G. y L. Palomino M. 2011. Efecto de la aplicación del hidróxido de calcio sobre enfermedades fungosas de *Solanum lycopersicon* L. (Tomate) en condiciones semicontroladas. En Línea. <http://www.monografias.com/trabajos-pdf3/Efecto-hidroxido-calcio-enfermedades-fungosas.pdf>. [Fecha de consulta 29/08/11].
- Delgado C. J. C., Hernández A., M. H. Soto y H. Vallecillos 2007. *Evaluación y validación de la efectividad biológica de ocho insecticidas químicos contra el pulgón saltador (Paratrioza cockerelli Sulc.) en el Sauz, Penjamo, Guanajuato, México.* En

línea. <http://www.cesaveg.org.mx/htm//informes/informefinalEEBParatrioza.doc> [fecha de consulta 10/10/07].

- Garzón T. J. A., A. F. Becerra, A. J. Marín, A. Mejía y K. F. Byerly M. 1992. Manejo integrado de la enfermedad permanente del tomate, *Lycopersicon Lycopersicum* (L) Karst, en el Bajío. En Urías-M., C., Rodríguez-M., R. y Alejandre-A., T. (de). Afidos como vectores de virus en México, Contribución a la Enología y Control de afidos en México. Volumen y Centro de Fitopatología, C.p. 116 – 129.
- Garzón, T., J. A. 2003. El Pulgón Saltador o la paratrioza, Una amenaza para la horticultura de Sinaloa. En taller de *Paratrioza cockerelli*, Ixtapa, Zihuatanejo, Guerrero. Pp. 79 – 82.
- Garzón, T., J. A. Garzón. C.; S. Velarde. F.; A. Maqrín. J. Y G. Cardenas. O. 2005. Ensayos de transmisión del Fitoplasma Asociado al “Permanente del Tomate” por el Psilido *P. cockerelli* Sulc. En Mexico. En Entomologia Mexicana. Vol. 4. Tapachula Chiapas, México. Pp. 672 – 675.
- Garzón, T., J.A.; R. Bujanos. M., S. Velarde. F.; A. Marín. J.; V. Parga.; M.C. Aviles. G.; H. Almeida. L.; A. Sanchez.; J. L. Martinez. C. y J.A. Garzón. C. 2004. (*Paratrioza cockerelli* Sulc, Vector de Fitoplasmas en Mexico. En Memorias del Simposio Punta Morada de la papa. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narra, Buenavista, Saltillo, Coahuila. Pp. 64 – 79.
- Hernández V. V. M. y A. M. BerlangaP. 1999. *Paecilomyces spp* enemigo natural de mosquitas blancas. Fichas Técnicas de agentes de control Biológico DGSV Centro de referencia del control Biológico Tecoman, Colima. p. C-B 6.
- Iannaoco O. J. y M. Reyes U. 2001. Efecto de la retenona y neem sobre *bemisia tabaci* gennadius (homoptera: aleyrodidae) y *liriomyza huidobrensis* blanchard (diptera: agromyzidae) plagas del tomate en el Perú. En línea. http://sian.inia.gob.pe/repositorio/revistas_ci/Agronomia%20Tropical/at5101/art/iannacone_j.htm. [Fecha de consulta 14/09/2011].
- Iannaoco O., J. y L. Gerardo 2002. Efecto de dos extractos botánicos y un insecticida convencional sobre el depredador *Chrysoperla externa*. En línea. <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A2033E/A2033E.PDF>. [Fecha de consulta 14/09/2011].
- Jones, S.B. 1986. Plant systematics. Secon Edition. Ed. Mc. Graw-Hill, Inc.
- Jonhson, N. F. y Triplehorn, C. H. 2005. An introduction to the study of insects. 7th ed. 5 aunders College Publishing. USA p. 341.
- Leos M. J. R. y S. Salazar 1992. Introducción y desiminacion del árbol insecticida Neem (*Azadirachta indica*) A Juss en México. Memoria. VII semana del parasitólogo. UAAAN Pp 34 – 40.

- Leyva Z., R. 2005. El valuación de origen botánico sobre *Bacericeracockerelli* (Sulc.) en tomate (*lycopersiconesculentum* Mill). Tesis de licenciatura. UAAAN Saltillo Coahuila. 44p.
- Lorus, M., and M. Marguery. 1980. Field guide to North American Insects and Spiders. Nacional Audubon Society. Alfred A. Knopf, New Cork. P. 499.
- Marín, J., A. 2004. Características morfológicas y aspectos biológicos de psílido del tomate *B. cockerelli* (Sulc) (*Paratrioza cockerelli*). In taller de paratrioza cockerelli. Bayer CropScience. Ixtapa, Zihuatanejo, Guerrero. Pp. 47 – 55.
- Medina, H., A. C. 2000. Efecto de Kamarot. *Bauveria bassiana* y Neem (*Azadirachta indica*) sobre mosquita blanca (*Hemisia tabaco*) en melon (*Cucumis melo*). Tesis Licenciatura UAAAN Saltillo Coahuila. 63 p.
- Millar, G., L.; D. R. Millar, and R. W. Carlson. 2000. Psylloidea. En línea. <http://www.Sel.barc.usda.gov/psyllid/psyllidframe.htm/>. [Fecha de consulta 03/03/08].
- Nava, C., U. 2005. Herramientas y tácticas para el MIP en Hortalizas. CIRNOC_INIFAP: Campo Experimental La Laguna. Torreón, Matamoros, Coahuila. 17 p. p.
- Peña L., A. y F. Márquez S. 1992. Mejoramiento Genético de Tomate de Cascara (*Physalis ixocarpa* Brot). Revista Chapingo. 71 – 72: 84 – 88.
- Pettersson, J. 1989. Funktionell anatomi and fysiologi hos insekter, Utkast till compendium för kurserna i växtpatologi, SLV, Uppsala.
- Rämert B., Nehlin G., 1989. Alternativa be- Kämpningsmetoder i smaskalig odling, växts-kyddsnotiser, kasulentaud./Växtskydd SLV, Uppsala.
- Regnault – R. C, Bernard J. R. P. y Vicent Ch. 2004. Bio Pesticidas de Origen Vegetal. México, DF. Edit. Mund-Presa. Pág. 8-12.
- SAGARPA, 2002. Avances de siembra y cosechas. Servicios de informacion y estadísticas agroalimentaria pesquera (Sian), Con información de las delegaciones de la sagarpa en los estados. (siacap). www.siap.sagarpa.gob.mx
- Saray, M. C. R. y R. J. Loya. 1978. El Cultivo de tomate de cascara en el Edo. De Morelos. Revista Campo. México.
- SARH. 1978. El Cultivo de Tomate de Cascara en el estado de Hidalgo. Editorial Instituto de Investigaciones Agrícolas. Circular CIAMEC. No. 109. México.
- Saxena, R.C. and Z. R. Khan. 1985. Effect of neem oil on survival of *Nilaparvata lugens* (Homoptera: Delphacide) and en Grassy stunt and ragged stunt virus trabsmission. J. Econ. Entomol. 48: 647 – 691.

- Sieburth, P.J., Schroeder W. J. Mayer R. T. 1998. Effects of oil an oil-surfactant combinations on silverleaf whitefly nymphs (Homoptera: Aleyroididae) on collards, J. Florida Entomologist, 81 (3): 446 ff.
- Silva G. A., R. Hepp G., M. Tapia V., P. Casals B., G. Bustos F. y F. Osses R. 2011. Evaluación de boldo (*Peumus boldus molina*) y cal para el control de *Sitophilus zeamais* Motschulsky. En línea. <http://www.colpos.mx/agrocien/Bimestral/2006/mar-abr/art-7.pdf>. [Fecha de consulta 29/08/11].
- Special Nutrients, Inc. (SN). 1999. Garlic Barrier, Nutrisoap. Folleto Inforativo. Miami, Florida, United States. p. 15.
- UKEntomology (UKE). 2008. Alternative Control Measures for pests of shade trees and woody ornamentals in the home landscape. En línea. <http://.uky.edu/Agriculture/Entomology/entfacts>. [Fecha de consulta 05/04/08]
- Vincent, Ch., Hallman, G., B. Panneton y F.FleuratF. 2003. Mnagement of agricultural insects with physical control methods, Annual Rev. Entomology. (48): 261 – 281.