



**UCA**

**Facultad de Ciencias Agrarias**

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA ARGENTINA**

**Facultad de Ciencias Agrarias**

**Ingeniería Agronómica**

**Efecto de la aplicación de bioplaguicidas sobre el predador  
*Orius insidiosus* (Hemiptera: Antocoridae)**

**Trabajo final de graduación para optar por el título de:  
Ingeniero Agropecuario**

Autor: Agustín Pace

Tutor: Andrea Verónica Andorno

Fecha: 09-03-2020

## **Agradecimientos**

A mi familia, por el apoyo incondicional durante toda la carrera.

Gracias también al excelente equipo de trabajo del Instituto de Microbiología y Zoología Agrícola (IMYZA) del CICVyA, INTA Castelar, principalmente Andrea Andorno, por su excelente cargo como tutora y compañera de trabajo.

A todos los docentes de la carrera.

## Resumen

*Orius insidiosus* (Say) es un predador generalista utilizado para el control de plagas en cultivos hortícolas. Además del control biológico de plagas, otra herramienta utilizada en producciones con enfoques agroecológicos es el empleo de bioplaguicidas con propiedades repelentes o insecticidas. Sin embargo, surgen limitantes en torno a estas alternativas sanitarias, ya que no existen suficientes estudios que integren ambas herramientas de control para ser utilizados en programas de manejo integrado de plagas. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la aplicación de dos bioplaguicidas (tintura de ajo y ají picante) en adultos, ninfas y huevos del predador *O. insidiosus*.

Para evaluar la supervivencia de ninfas y adultos, se registró la mortalidad a las 2 y 24h, colocando 10 individuos (5♀/5♂) por tratamiento, en dispositivos de vidrio pulverizados con una película del bioplaguicida. En todos los casos se utilizó agua como tratamiento control. Las hembras sobrevivientes del ensayo anterior fueron retiradas y colocadas en recipientes con trozos de chauchas como sustratos de postura y huevos de *S. cerealella* (1 pulg<sup>2</sup>) como fuente de alimento. Se registró el número huevos colocados durante los 4 días posteriores consecutivos, evaluando la fecundidad como el número de huevos/♀/4 días. Por otro lado, los huevos de 24 h de edad insertados por las hembras en trozos de chauchas fueron sumergidos en las soluciones de cada tratamiento. Se registró el número de huevos eclosionados a los 5 y 10 días luego de ser sumergida cada chaucha.

Se observaron diferencias significativas en la supervivencia sobre el estado adulto luego de las 2 h ( $F_{(2,29)} = 5,59$   $p=0,0095$ ) y 24 h ( $H_{(2,30)} = 8,65$   $p= 0,0132$ ) al contacto con el residuo seco de cada tratamiento. Por otro lado, no se hallaron diferencias significativas entre los tratamientos para la variable fecundidad ( $F_{(2,26)} = 2,28$   $p= 0,12$ ). Con la intención de integrar las variables estudiadas y según los criterios propuestos por la Organización Internacional de Control Biológico, la tintura de ají picante resultó ser poco perjudicial y la tintura de ajo fue inofensivo. La utilización de bioplaguicidas integrada con el empleo del predador *O. insidiosus* resulta factible de ser empleada como herramientas de control de plagas en sistemas hortícolas agroecológicos.

Palabras clave: *Orius insidiosus*, bioplaguicidas, agroecología, horticultura.

# Índice

Resumen.....	3
1. Introducción .....	6
<b>El cultivo de pimiento .....</b>	<b>6</b>
<b>La agroecología y el uso de bioplaguicidas .....</b>	<b>6</b>
<b>El predador <i>Orius insidiosus</i> .....</b>	<b>8</b>
<b>Pruebas de compatibilidad de enemigos naturales y bioplaguicidas .....</b>	<b>11</b>
2. Materiales y métodos .....	12
<b>Toxicidad directa sobre huevos.....</b>	<b>13</b>
<b>Toxicidad directa sobre el estado adulto.....</b>	<b>13</b>
Efecto sobre la supervivencia.....	13
Efecto sobre la fecundidad.....	14
<b>Toxicidad directa sobre el estado de ninfa.....</b>	<b>15</b>
Efecto sobre la supervivencia.....	15
Efecto sobre la fecundidad.....	15
3. Resultados .....	16
<b>Toxicidad directa sobre huevos de <i>O. insidiosus</i> .....</b>	<b>16</b>
<b>Toxicidad directa sobre el estado adulto.....</b>	<b>17</b>
Efecto sobre la supervivencia.....	17
Efecto sobre la fecundidad.....	17
<b>Toxicidad directa sobre el estado de ninfa.....</b>	<b>19</b>
Efecto sobre la supervivencia.....	19
Efecto sobre la fecundidad.....	19
4. Discusión.....	20
5. Conclusión .....	24
6. Bibliografía .....	22

## Índice de Figuras

Figura 1. Estadios de desarrollo de <i>Orius insidiosus</i> .....	8
Figura 2. Huevo de <i>Orius insidiosus</i> depositado sobre tejido vegetal tierno .....	9
Figura 3. Ninfa de <i>Orius insidiosus</i> con esbozos alares.....	9
Figura 4. Adulto de <i>Orius insidiosus</i> . .....	10
Figura 5. Procedimiento en cascada propuesto por la IOBC .....	12
Figura 6. Dispositivo utilizado en las pruebas de toxicidad directa (adaptado de Bakker <i>et al.</i> , 2000). .....	14
Figura 7. Frascos de cría en la cámara bajo condiciones controladas. ....	14
Figura 8. Viabilidad de huevos de <i>O. insidiosus</i> .....	16
Figura 9. Porcentaje de adultos de <i>O. insidiosus</i> vivos luego de 24 h de exposición a los residuos secos de los bioplaguicidas. ....	19
Figura 10. Efecto sobre la fecundidad de adultos de <i>Orius insidiosus</i> .....	18
Figura 11. Supervivencia de ninfas de <i>O. insidiosus</i> .....	19
Figura 12. Efecto sobre la fecundidad.....	20

## 1. Introducción

### El cultivo de pimiento

El pimiento es originario de Perú y Bolivia, desde donde se expandió al resto de América. Pertenece a la familia Solanaceae y al género *Capsicum* que comprende varias especies entre las que se reconocen como cultivadas: *C. annuum*, *C. frutescens*, *C. baccatum*, *C. pubescens* y *C. chinense*. El pimiento (*C. annuum*) es la especie de mayor importancia económica (Goites, 2008).

En Argentina se cultivan alrededor de 9.000 ha, siendo el principal productor de América del Sur. Las provincias de Corrientes, Buenos Aires, Salta y Mendoza participan con casi el 80% de la oferta al Mercado Central de Bs. As. (Fernández Lozano y Liverotti, Sánchez, 1997). De clima templado-cálido es más exigente en temperatura que el tomate. La temperatura óptima para germinar es de 20-25° C. El desarrollo óptimo de la planta se da con temperaturas de 20-24° C durante el día y 16 - 18° C durante la noche. Por debajo de 15° C su crecimiento se ve afectado. Se adapta a muchos tipos de suelo, pero prefiere los bien drenados, buena fertilidad inicial, baja salinidad y levemente ácido (Goites, 2008).

Asimismo, es la segunda hortaliza cultivada en invernáculo en Argentina. Los cultivos protegidos representan la expresión más intensiva y moderna de la producción de pimiento primicia. Durante el invierno las condiciones agroclimáticas ideales se dan en las provincias del NOA (Salta, Jujuy, Tucumán). Por esta causa según la zona y la época difieren las estrategias de producción que deben ser aplicadas.

La producción de pimiento está limitada por una serie de factores abióticos como la temperatura, humedad, radiación y factores bióticos como invertebrados plaga, enfermedades y malezas. Los artrópodos plagas (insectos, ácaros) se encuentran entre las principales limitantes de la producción hortícola bajo cubierta (Botto *et al.*, 2000). El ambiente físico que se desarrolla en los invernáculos, así como la exclusión y/o interferencia de sus enemigos naturales, hace que las plagas y enfermedades encuentren allí condiciones muy favorables y las convierte en las principales adversidades limitantes de la producción.

Entre las principales plagas del cultivo de pimiento se destacan las moscas blancas (*Bemisia tabaci*), áfidos (*Myzus persicae* y *Aphis gossypii* principalmente) y trips, como *Frankliniella occidentalis*, principal vector de la peste negra (Molina *et al.*, 2004).

### La agroecología y el uso de bioplaguicidas

El manejo agroecológico de plagas se explica por medio de las bases teóricas que sustentan la agricultura, la economía, la ecología y el enfoque de sistemas en el estudio y entendimiento de la complejidad de la agricultura, bajo los principios y herramientas que ofrece la agroecología. Esto quiere decir que el manejo agroecológico de plagas no se concentra en la plaga o el campo cultivado, sino que incluye el sistema de producción, ya que trata de influir sobre las causas por las cuáles los organismos nocivos arriban a los cultivos y se incrementan (Altieri, 1994).

Estos principios favorecen procesos naturales e interacciones biológicas que optimizan procesos de modo tal que el sistema sea capaz de subsidiarse por sí mismo. Por ejemplo, la acumulación de materia orgánica, fertilidad del suelo, mecanismos de regulación biótica de plagas y la productividad de los cultivos (Gliessman, 1998). Logrando integración de diferentes alternativas productivas con respecto de manejos tradicionales.

Puede considerarse que los enfoques tradicionales para controlar plagas o proteger cultivos, se sustenta en monitoreos para decisiones y la integración de componentes, pero mantiene el enfoque de manejar la plaga a nivel de los campos cultivados, se convierten en experiencias provechosas, de las cuales el manejo agroecológico de plagas extrae (Vázquez, 2004).

Una de las herramientas promovidas desde la agroecología para el control de plagas y enfermedades es el empleo de bioplaguicidas. Los bioplaguicidas son productos de origen vegetal que se clasifican según su función en biorepelentes, bioinsecticidas, biofungicidas, etc. (FAO, 2010).

La ventaja de utilizar bioinsecticidas y biorrepelentes se apoya en que, por lo general, poseen un bajo riesgo para la salud humana, son de bajo costo, se degradan fácilmente, potencialmente no genera grandes daños a la fauna benéfica (insectos y otros organismos que naturalmente actúan controlando a plagas y enfermedades) y desarrollan resistencia más lentamente que en el caso de los insecticidas y fungicidas químicos (IPES / FAO 2010). Como desventaja, su uso necesita mayor conocimiento de las propiedades de las plantas, suelen poseer principios repelentes, y no tanto para la eliminación de las plagas. Esto hace que sean más efectivos como preventivos que cuando deben actuar combatiendo niveles importantes de infestación. Su efecto dura pocos días y es necesario repetir su aplicación. Todo esto hace que sea necesario incorporar la elaboración de los bioplaguicidas con mucho tiempo en la planificación del agricultor. Si bien los preparados naturales suelen poseer más de una de las acciones mencionadas (repelente /insecticida, etc.), a cada uno se le puede reconocer o identificar por la predominante.

El uso de estos productos para el control de plagas se ha registrado desde la antigüedad en diversas culturas (Celis, *et al.*, 2008). A lo largo de la historia, los bioplaguicidas se han desarrollado y evaluado a partir de observaciones empíricas de sus efectos sobre plagas, cultivos y malezas. Este conocimiento empírico ha llevado a que en muchos casos no se conozca al autor de un determinado preparado, su lugar de origen, así como su efecto sobre el organismo blanco. Sin embargo, en los últimos años, el uso de estos preparados por parte de los agricultores ha comenzado a interesar a los investigadores, empresas e instituciones gubernamentales que han planteado su uso extensivo y comercial para la agricultura de pequeña y gran escala (IPES/FAO, 2010). Concretamente, en las últimas dos décadas se ha profundizado el estudio de las características químicas de los extractos de origen vegetal que les confieren su poder repelente/insecticida. Estos extractos se caracterizan por presentar metabolitos que forman parte de las estrategias defensivas de las plantas y que pueden ser agrupados en compuestos nitrogenados, fenólicos y terpenoides (Celis *et al.*, 2008).

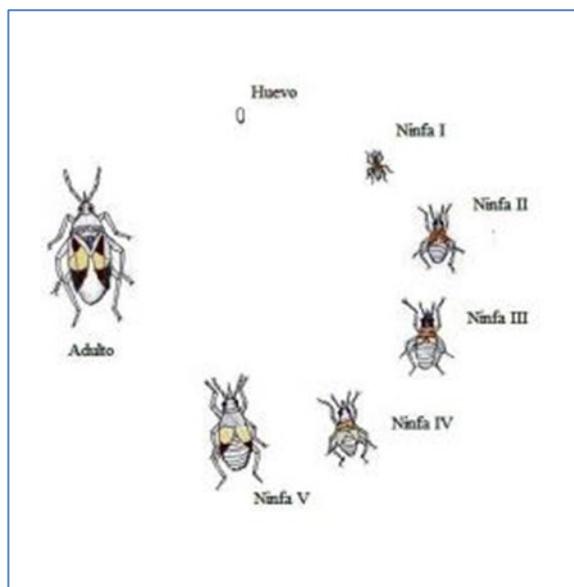
Cabe destacar que pese al interés creciente en el uso de bioplaguicidas y su efecto sobre diversos insectos plaga (Peterson y Coats, 2001; Schüder *et al.*, 2003; Valladares *et al.*, 2003; Senthil Natan y Sehoom, 2006; Caramillo *et al.*, 2009; Chen y Dai, 2017), la información acerca de su impacto sobre la fauna benéfica (enemigos naturales parasitoides/predadores, polinizadores, etc.) es escasa (Smith y Krischik, 2000; Iannacone y Lamas, 2002). El conocimiento de dicho impacto es fundamental para promover el uso de estos bioplaguicidas sin perjudicar el control ejercido por los enemigos naturales, ya sea naturalmente o a través de programas de control biológico aplicado.

### El predador *Orius insidiosus*

*Orius insidiosus* (Say), pertenece a la Clase Insecta, Orden Hemiptera, Suborden: Heteroptera, Familia Anthocoridae.

Son chinches pequeñas, las hembras miden unos 3 mm y los machos son de menor tamaño, fácilmente reconocibles por su cuerpo fusiforme y aplanado dorsoventralmente, y por su color marrón oscuro a negro. Poseen un aparato bucal picador-chupador (rostrum) (Cervantes y Saini, 2000).

El género *Orius* presenta como ciclo de vida metamorfosis incompleta o heterometabolía, atravesando los estados de huevo, 5 estadios ninfales y adulto (Fig. 1). El tiempo de desarrollo de *O. insidiosus* a 24°C es de 20 a 25 días, acortándose a 12 días a 32°C, y tardando 34 días en completar su ciclo a 20°C (Cervantes y Saini, 2000).



**Figura 1.** Estadios de desarrollo de *Orius insidiosus*

Un huevo recién puesto es alargado, con el opérculo plano o cóncavo e hialino, volviéndose blanco con el transcurso del tiempo. Los huevos son incrustados por las hembras en los tejidos tiernos (tallos, pecíolos y limbos carnosos y consistentes) quedando sólo el opérculo por encima del nivel del tejido, y siendo muy difícil de ver en

forma perpendicular a la superficie. Asimismo, los huevos eclosionan al cabo de 3-4 días, dependiendo de la temperatura (Fig. 2)



**Figura 2.** Huevo de *Orius insidiosus* depositado sobre tejido vegetal.

Las ninfas recién nacidas son brillantes e incoloras y pasadas unas horas se tornan amarillas. En el segundo y tercer estadio ninfal tienen color naranja amarillento o marrón (Fig. 3), pudiendo confundirse con las larvas de trips, mientras que en los estadios cuarto y quinto son más oscuras, pareciéndose gradualmente cada vez más al adulto. En todos los estadios son claramente visibles los ojos rojos, las alas empiezan a desarrollarse desde el segundo estadio, pero sólo en el quinto puede apreciarse claramente su formación (Navarro Viedma *et al.*, 2006; Massó *et al.*, 2004).



**Figura 3.** Ninfa de *Orius insidiosus* con esbozos alares.



**Figura 4.** Adulto de *Orius insidiosus*.

*Orius insidiosus* presenta una gran movilidad a la que hay que sumar la capacidad de vuelo de los adultos, de modo que pueden desplazarse fácilmente de un lugar a otro y así localizar nuevas presas.

Los adultos (Fig. 4) y ninfas se alimentan de huevos y formas móviles de ácaros, trips, larvas de lepidópteros y otros pequeños insectos. Principalmente *O. insidiosus*, preda *B. tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae), *F. occidentalis*, (Thysanoptera: Thripidae), *M.persicae* (Hemiptera: Aphididae) (Bruner *et al.*, 1975). Es por ello que, *O. insidiosus* es utilizado como controlador biológico en diferentes planteos agrícolas.

El control biológico es un método de control de plagas, enfermedades y malezas que consiste en utilizar organismos vivos con objeto de controlar las poblaciones de otro organismo perjudicial para un determinado cultivo. El mismo se puede realizar en tres formas o estrategias, expuestas por De Bach (1964): a través de la introducción de enemigos naturales específicos desde las áreas de origen de las plagas (Control Biológico Clásico), mediante la reproducción masiva de especies eficientes para aplicar o liberar en los campos (Control Biológico Aumentativo) y por medio de la conservación de los enemigos naturales que habitan en los agroecosistemas (Control Biológico por Conservación).

Las importaciones de enemigos naturales o control biológico clásico ha sido una de las prácticas más documentadas y particularmente en América Latina datan desde el comienzo del siglo veinte (Altieri *et al.*, 1989; Vázquez *et al.*, 2005c); la multiplicación masiva y aplicación, también conocida como aumento de controladores biológicos, se puede afirmar que ha sido una estrategia bien representada en algunos países latinoamericanos (Cave, 1995; Cruz y Segarra, 1992; Frederic, 1992; Klein, 1989; Rodríguez *et al.*, 1993; Vázquez, 2004b); sin embargo, la conservación es la estrategia de control biológico que menos atención recibe por parte de los agricultores, a pesar de que a veces es practicada inconscientemente, como sucede en los sistemas de agricultura tradicional de América Latina, donde hay más biodiversidad y muchas de las prácticas son tradicionales y sostenibles (Trujillo, 1992).

Los depredadores del género *Orius* se producen en masa y se liberan principalmente para controlar la plaga *Frankliniella occidentalis* (Pergande) en diversos cultivos hortícolas en Europa y América del Norte (Bosco *et al.*, 2008; Weintraub *et al.*, 2011). *O. insidiosus* es criado en masa y utilizado en el control biológico comercial en América del Norte desde 1985 (van Lenteren, 2012). La comercialización de agentes de control biológico está aumentando en América Latina durante las últimas décadas. Un ejemplo es la crianza masiva de *O. insidiosus*, una actividad potencial y viable en Brasil (Bueno *et al.*, 2014). Hoy en día, *O. insidiosus* también se comercializa en Argentina para el control de trips en pimientos de invernadero y se debe utilizar con programas de pesticidas, debido a otras plagas como, pulgones, ácaros y enfermedades fúngicas (Cáceres *et al.*, 2018).

El Control Biológico por medio de la importación, incremento y/o conservación de *O. insidiosus*, puede conllevar a una regulación de especies de plagas a largo plazo, asumiendo que se dé un apropiado manejo cultural de los invernaderos (descartando prácticas agrícolas destructivas e incrementando la diversificación de los sistemas de cultivo), para así garantizar un ambiente apropiado e incrementar la abundancia y la eficiencia del predador.

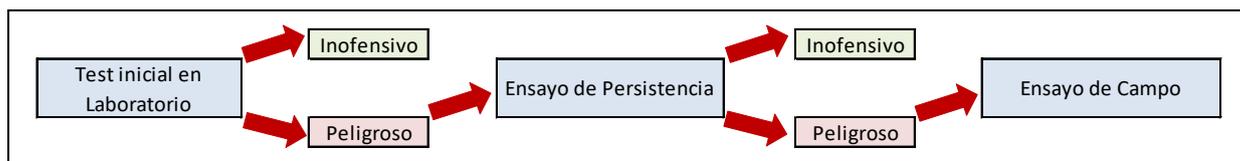
### **Pruebas de compatibilidad de enemigos naturales y bioplaguicidas**

Desde el punto de vista económico, un enemigo natural efectivo es aquel capaz de regular la densidad de población de una plaga y mantenerla en niveles debajo del umbral económico establecido para un determinado cultivo. En general, los enemigos naturales más efectivos comparten características como adaptabilidad a los cambios físicos del medio ambiente, especificidad de hésped/planta y alta capacidad de búsqueda, entre otros. El enemigo natural ideal debe poseer una buena combinación de todos los atributos posibles (Guédez *et al.*, 2008).

Asimismo, el uso de bioplaguicidas con el empleo de enemigos naturales para el control de plagas podría ser una alternativa viable en cultivos bajo cubierta. Esto se debe a que los insecticidas vegetales presentan la ventaja de ser compatibles con otras opciones de bajo riesgo aceptables en el control de insectos, como feromonas, aceites, jabones, hongos entomopatógenos, depredadores y parasitoides, lo que aumenta enormemente sus posibilidades de integración a un programa de Manejo Integrado de Plagas (Molina, 2001).

En este contexto, la Organización Internacional de Control Biológico (abreviatura en inglés: IOBC) ha delineado pruebas a nivel de laboratorio y campo que permiten seleccionar los insecticidas según su efecto sobre los enemigos naturales a través de un procedimiento en cascada (Fig. 5) (Hassan *et al.*, 1985; Hassan, 1994).

La prueba inicial en laboratorio consiste en pruebas de toxicidad directa sobre los diferentes estados de desarrollo de los enemigos naturales. Las pruebas de toxicidad directa permiten determinar los productos que no causan efectos negativos sobre los enemigos naturales, mientras que aquellos que presentan signos de toxicidad deben ser además estudiados en ensayos de persistencia, y en semicampo y/o campo.



**Figura 5.** Procedimiento en cascada propuesto por la IOBC

En el marco de lo mencionado anteriormente, el **objetivo** del trabajo fue evaluar el efecto de bioplaguicidas (tinturas de ajo y ají picante) sobre las principales variables biológicas (supervivencia y fecundidad) de *O. insidiosus* y de este modo facilitar su uso integrado.

La **hipótesis** propuesta sostiene que los parámetros biológicos del predador *O. insidiosus* no se ven afectados tras la utilización de bioplaguicidas a base de tinturas de ajo y ají picante.

## 2. Materiales y métodos

Los ensayos fueron realizados en el Insectario de Investigaciones para Lucha Biológica (IILB), Instituto de Microbiología y Zoología Agrícola (IMYZA) del CICVyA, INTA Castelar. Las aplicaciones de los bioplaguicidas fueron realizadas en el Instituto de Ingeniera Rural – INTA Castelar utilizando un equipo pulverizador con una boquilla de cono hueco 8001, marca Teejet a 200 kPa de presión y una altura del objetivo de 0,40 m. Se evaluó la toxicidad directa de la aplicación de tintura de ajo y ají picante sobre el predador *O. insidiosus*.

Los individuos de *O. insidiosus* utilizados en el presente estudio procedieron de la cría mantenida en el IILB (condiciones controladas de la cría: 25±1° C, 70±10 % HR y fotoperiodo 16:8 L: O). Para obtener la cantidad necesaria de individuos para la realización de los ensayos, se colocaron adultos de *O. insidiosus* con trozos de chauchas (*Phaseolus vulgaris*) como sustratos de postura y huevos de *Sitotroga cerealella* (Lepidoptera: Gelechiidae) como fuente de alimento en jaulas de exposición. Se realizaron tres exposiciones cada dos días.

Los bioplaguicidas empleados para los ensayos de toxicidad directa sobre huevos, ninfas y adultos fueron elaborados en el laboratorio, a partir de los principios básicos para la elaboración brindados por la cartilla de biopreparados INTA (UCT SURAMBA):

- Tintura de ajo. 1 cabeza de ajo se pica y se deja macerar en 1 litro de agua corriente y un litro de alcohol. Dejar reposar de 5 a 10 días en heladera.
- Tintura de ají picante. Decocción: para una rápida preparación se hierven durante 10 minutos 100g de ají fresco en 1 litro de agua corriente, se enfría, se filtra y se mantiene en heladera hasta su uso.

Se almacenaron los preparados en frío durante 5 días en una heladera a 4° C para potenciar los principios activos y evitar la degradación del preparado por la temperatura ambiente. Se utilizó una dilución 1:10 tintura/agua corriente.

Se evaluó el efecto de ambos bioplaguicidas sobre huevos, ninfas y adultos de *O. insidiosus* siguiendo el protocolo propuesto por la IOBC. En todos los casos se utilizó agua corriente como tratamiento control. Todos los ensayos fueron realizados en una cámara de cría bajo condiciones controladas de 24±1°C, 70±10 % HR y fotoperiodo de 16:8 L: O.

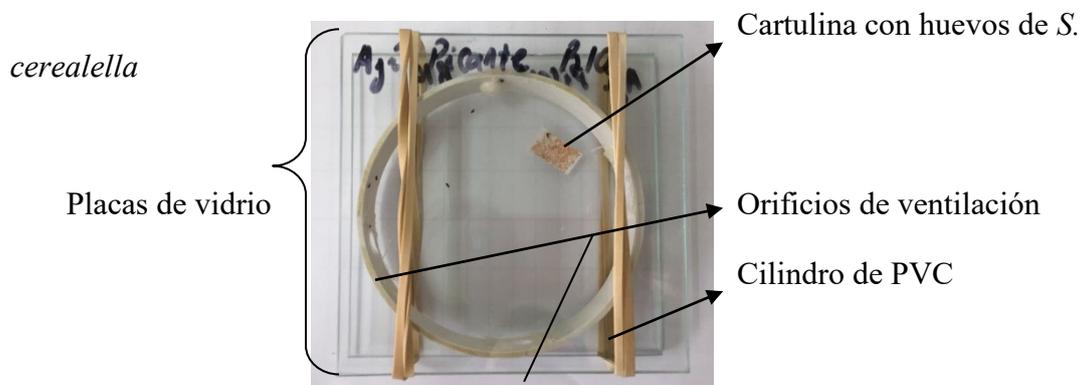
### **Toxicidad directa sobre huevos**

Trozos de chauchas (*Phaseolus vulgaris*) con huevos de 24 h de edad insertados por las hembras de *O. insidiosus* fueron sumergidos durante 5 segundos en las soluciones de tintura de ajo, ají picante y agua (control). Posteriormente se registró el número de huevos eclosionados a los 5 y 10 días luego de la sumersión. Los huevos que presentaron el opérculo cerrado el día 10 fueron considerados inviables. Posibles diferencias entre los tratamientos para la variable porcentaje de eclosión fue analizada mediante ANOVA de un factor (tratamientos) con  $\alpha=0,05$  (InfoStat, 2010). El porcentaje de huevos eclosionados fue medido como el cociente entre el número de huevos con apertura del opérculo sobre el número total de huevos colocados en la chaucha. Los supuestos de normalidad fueron comprobados por medio de la prueba de Shapiro-Wilks, y los supuestos de homocedasticidad por medio de la prueba de Bartlett.

### **Toxicidad directa sobre el estado adulto**

#### Efecto sobre la supervivencia

La metodología utilizada para evaluar el efecto de la toxicidad directa sobre adultos de *O. insidiosus* fue adaptada de Bakker *et al.* (2000). La unidad experimental consistió en un dispositivo conformado por dos placas de vidrio de 13 x 13 cm separadas por un cilindro de PVC de 2 cm de alto con 4 orificios, 3 de ellos recubiertos con tela de voile para la ventilación y el restante tapado con algodón removible para la provisión de agua-miel (Fig. 6). Las placas de vidrio se asperjaron en su cara interna con cada uno de los bioplaguicidas por separado. Una vez seca la superficie tratada en cada dispositivo se colocaron 10 individuos adultos de *O. insidiosus* (5 ♂ y 5 ♀). En cada unidad experimental se suministraron huevos de *S. cerealella* (1 pulg<sup>2</sup>) como fuente de alimento. Por cada tratamiento se realizaron 10 réplicas. Los dispositivos se mantuvieron en una cámara bajo condiciones controladas de 24±1°C, 70±10 % HR y fotoperiodo de 16:8 L: O (Fig. 7). Al cabo de 24 h de exposición a los residuos secos de los bioplaguicidas se contabilizó el número de individuos muertos sobre el total de individuos expuestos por cada unidad experimental y según el tratamiento.



**Figura 6.** Dispositivo utilizado en las pruebas de toxicidad directa (adaptado de Bakker *et al.*, 2000).



**Figura 7.** Frascos de cría en la cámara bajo condiciones controladas.

### Efecto sobre la fecundidad

Las hembras sobrevivientes del ensayo anterior fueron retiradas y colocadas en recipientes de 10 cm x 8,5 cm (Ø) con trozos de chauchas como sustratos de postura y huevos de *S. cerealella* (1 pulg<sup>2</sup>) como fuente de alimento. Se registró el número de huevos colocados durante los 4 días posteriores consecutivos, evaluando la fecundidad como el número de

huevos/♀/4 días. Todos los ensayos se realizaron bajo las mismas condiciones controladas descritas en el punto anterior.

#### Análisis de datos

La supervivencia de los adultos del predador luego de 2 y 24 h de exposición al residuo seco, fue evaluada mediante la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, por no cumplirse los supuestos del ANOVA. Posteriormente se compararon las medias por la prueba de Conover (InfoStat, 2010).

La variable fecundidad se sometió a las pruebas de Shapiro-Wilk y Bartlett ( $p > 0,05$ ) para confirmar la distribución normal y la homoscedasticidad, respectivamente. Aceptando los supuestos, los datos se sometieron a ANOVA; se realizaron comparaciones entre medias por la prueba de Tukey ( $p < 0,05$ ).

El efecto total (E) de cada tratamiento se determinó por el porcentaje de mortalidad observado en cada tratamiento en relación con la mortalidad observada en el control, se corrigió utilizando la fórmula de Abbott (Abbott, 1925). Para calcular E se utilizó la fórmula propuesta por Van de Veire *et al.* (1996).

$$E(\%) = 100 - (100 - Ma) \times ER$$

Ma es la mortalidad corregida final y ER es el efecto sobre la producción de huevos

$$ER = R_t / R_c$$

R<sub>t</sub> es la media de oviposición obtenida en el tratamiento con bioplaguicida y R<sub>c</sub> es la media de oviposición obtenida en el tratamiento control.

Los bioplaguicidas se agruparon en clases toxicológicas de acuerdo con los valores E obtenidos experimentalmente. Las clases de toxicidad fueron las siguientes: clase 1 = inofensivo ( $E < 30\%$ ), clase 2 = poco perjudicial ( $30\% \leq E \leq 79\%$ ), clase 3 = moderadamente perjudicial ( $80\% \leq E \leq 99\%$ ) y clase 4 = perjudicial ( $E > 99\%$ ), según las recomendaciones de la Organización Internacional de Control Biológico para estudios de laboratorio (Hassan, 1994).

#### **Toxicidad directa sobre el estado de ninfa**

Efecto sobre la supervivencia

Ninfas III - IV fueron expuestas al residuo seco de las tinturas de ajo y ají picante. Como unidad experimental se utilizó el mismo dispositivo explicado en la toxicidad directa sobre

el estado adulto (n=10/tratamiento). Una vez seca la superficie tratada en cada dispositivo se colocaron 10 ninfas de *O. insidiosus* y huevos de *S. cerealella* (1 pulg<sup>2</sup>) como fuente de alimento. Los dispositivos se mantuvieron en una cámara bajo condiciones controladas de 24±1°C, 70±10 % HR y fotoperiodo de 16:8 L: O. Se evaluó la proporción de individuos muertos a las 2 y 24 horas post tratamiento.

#### Efecto sobre la fecundidad

Las ninfas de *O. insidiosus* sobrevivientes al ensayo del efecto sobre la supervivencia fueron retiradas y colocadas en recipientes de 10 cm x 8,5 cm (∅) con trozos de chauchas y huevos de *S. cerealella* como fuente de alimento hasta alcanzar el estado adulto (9 días aproximadamente). Una vez obtenidos los adultos, se sexaron y las hembras obtenidas, previamente fecundadas, fueron colocadas en recipientes plásticos con un trozo de chaucha como sustrato de oviposición. Las chauchas fueron individualizadas y observadas bajo lupa para registrar la cantidad de huevos/♀.

#### Análisis de datos

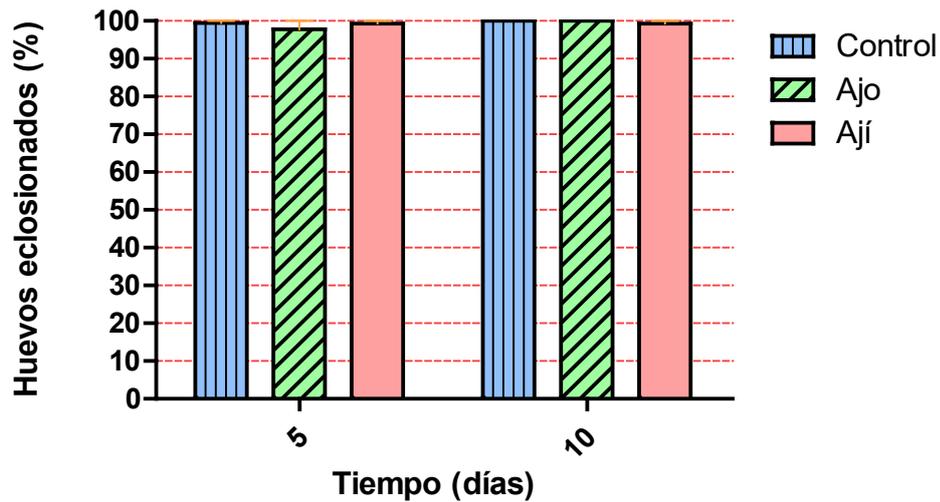
La supervivencia de las ninfas fue evaluada mediante la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, por no cumplirse los supuestos del ANOVA. Posteriormente se compararon las medias por la prueba de Conover (InfoStat, 2010).

Se registró el número de huevos durante los 4 días posteriores consecutivos, evaluando la fecundidad como el n° de huevos/♀/4 días. La variable fecundidad se sometió a las pruebas de Shapiro-Wilk y Bartlett ( $p > 0,05$ ) para confirmar la distribución normal y la homoscedasticidad, respectivamente. Aceptando los supuestos, los datos se sometieron a ANOVA; se realizaron comparaciones entre medias por la prueba de Tukey ( $p < 0,05$ ).

### 3. Resultados

#### Toxicidad directa sobre huevos de *O. insidiosus*

Tanto la tintura de ajo como la de ají picante no afectó la viabilidad de los huevos de *O. insidiosus*. Luego de 10 días de observación, el 100% de los huevos para todos los tratamientos fueron eclosionados (Fig. 8.).



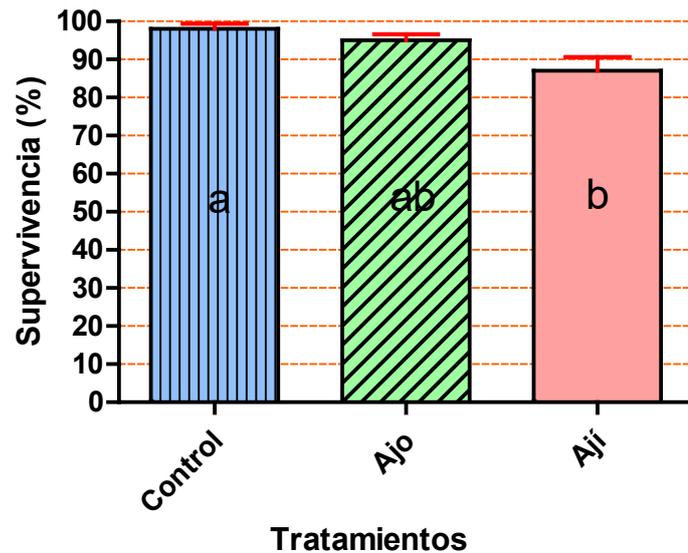
**Figura 8.** Viabilidad de huevos de *O. insidiosus*. Control (99.75±0.25 % huevos eclosionados), ajo (98.89±1.11 % huevos eclosionados) y ají picante (99.31±0.00 % huevos eclosionados)

### Toxicidad directa sobre el estado adulto

#### Efecto sobre la supervivencia

Luego de 2 horas de exposición de los adultos de *O. insidiosus* a los bioplaguicidas, se observaron valores similares entre el control y el ajo, pero se encontraron diferencias significativas con respecto al tratamiento de ají ( $F_{(2,29)} = 5,59$   $p = 0,0095$ ), siendo los valores medios para el control (100% de supervivencia), ajo (99 ±1% de individuos vivos) y ají picante (95±1% de individuos vivos).

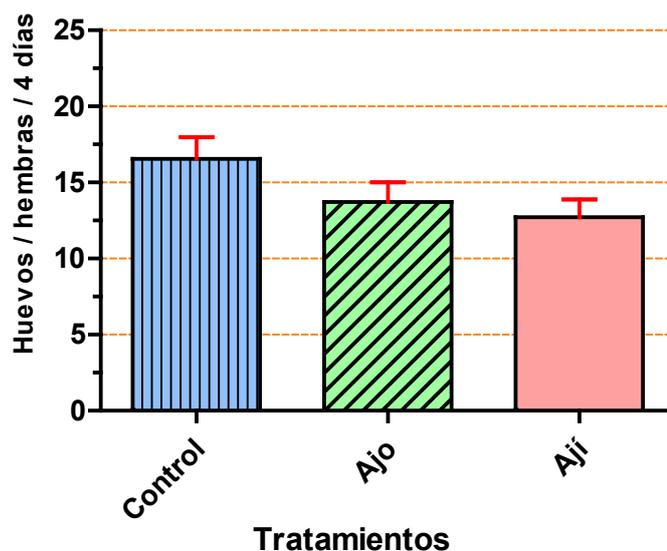
Luego de 24 horas de exposición, la tintura de ají picante mostró diferencias significativas con el testigo ( $H_{(2,30)} = 8,65$   $p = 0,0132$ ). El 99% de los individuos expuestos a los residuos secos de ají picante sobrevivió a las 24h de exposición (Fig. 9).



**Figura 9.** Porcentaje de adultos de *O. insidiosus* vivos luego de 24 h de exposición a los residuos secos de los bioplaguicidas. Letras distintas indican diferencias significativas entre los tratamientos. Control (98.0±1.33 % supervivencia), ajo (95.0±1.17 % supervivencia) y ají picante (87±3.67 % supervivencia)

#### Efecto sobre la fecundidad

No se hallaron diferencias significativas entre los tratamientos para la variable fecundidad ( $F_{(2,26)} = 2,28$   $p = 0,12$ ), siendo los valores medios para el tratamiento control (16,54±1,43 huevos/♀/4 d), tintura de ajo (13,73±1,28 huevos/♀/4 d) y tintura de ají picante (11,33±1,17 huevos/♀/4 d) (Fig. 10).



**Figura 10.** Efecto sobre la fecundidad de adultos de *Orius insidiosus*. Control (16,54±1.43 huevos/♀/4 d), ajo (13.73±1.28 huevos/♀/4 d) y ají picante (12.72±1.7 huevos/♀/4 d)

Al integrar las dos variables estudiadas sobre los adultos de *O. insidiosus* los bioplaguicidas fueron clasificados según los criterios propuestos por la IOBC. De este modo la tintura de ajo resultó ser inofensiva clasificándose como clase 1, mientras que la tintura de ají picante resultó ser poco perjudicial clasificándose como clase 2 (Tabla I).

**Tabla I. Clasificación de los bioplaguicidas sobre su efecto en adultos de *O. insidiosus*.**

Tratamiento	Mc (%) <sup>a</sup>	Fecundidad (huevos/♀/4 d)	ER <sup>b</sup>	E (%) <sup>c</sup>	Clase <sup>d</sup>
Control	-	16,54±1,43	-	-	-
Ajo	3,06	13,73±1,28	0,83	19,58	1
Ají	7,14	11,33±1,17	0,69	36,39	2

<sup>a</sup> Mortalidad corregida por la fórmula de Abbott (Abbott. 1925)

<sup>b</sup> Fecundidad proporcional (fecundidad biopreparado/fecundidad control)

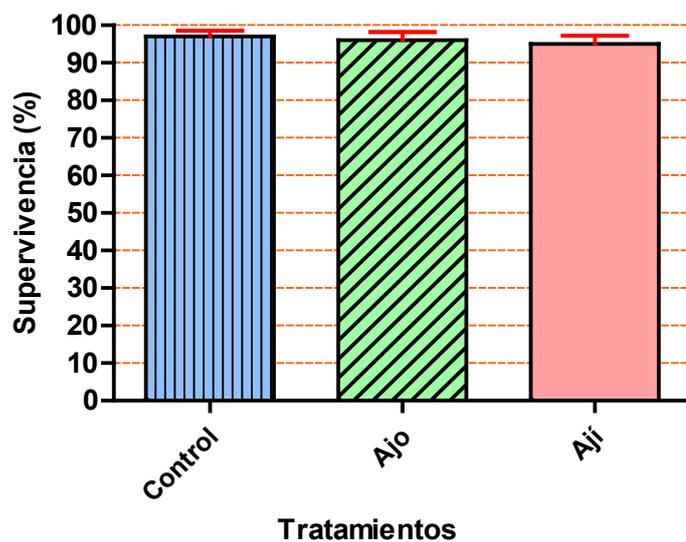
<sup>c</sup> Efecto total del biopreparado sobre el predador ( $E = 100 - (100 - Mc) \times ER$ )

<sup>d</sup> Clase toxicológica propuesta por la IOBC/WPRS (Hassan 1994), 1 = inofensivo ( $E < 30\%$ ); 2 = poco perjudicial ( $30 \leq E < 79\%$ ); 3 = moderadamente perjudicial ( $80 \leq E < 99\%$ ); y perjudicial ( $E \geq 99\%$ ).

### Toxicidad directa sobre el estado de ninfa

## Efecto sobre la supervivencia

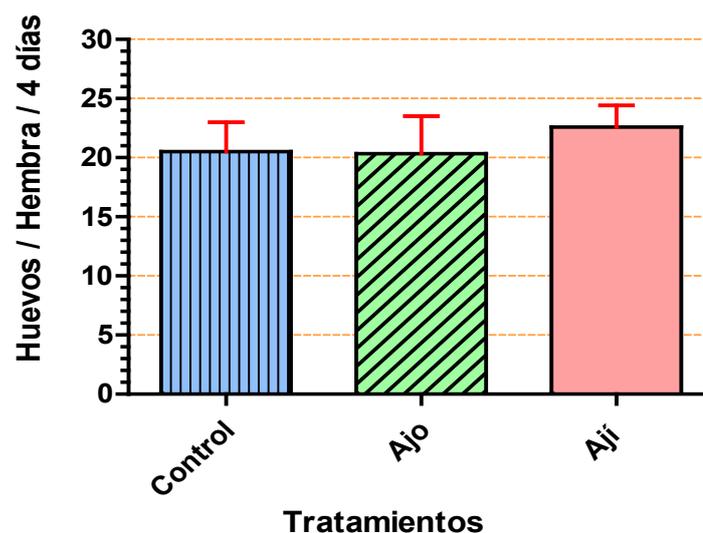
Luego de 24 horas de exposición de las ninfas de *O. insidiosus* a los residuos secos de los bioplaguicidas no se observaron diferencias significativas en los porcentajes de supervivencia entre los tratamientos ( $H_{(2,30)} = 0,25$ ;  $p = 0,83$ ) (Fig. 11). El 96% de los individuos expuestos a los bioplaguicidas permanecieron vivos al cabo de 24 h de exposición.



**Figura 11.** Supervivencia de ninfas de *O. insidiosus*. Control (97.0±1.53 % supervivencia), ajo (96.00±2.21 % supervivencia) y ají picante (95±2.24 % supervivencia).

## Efecto sobre la fecundidad

No se hallaron diferencias significativas entre los tratamientos para la variable fecundidad ( $F_{(2,28)} = 0,26$ ;  $p = 0,76$ ), siendo los valores medios para el control (20,53±2,38 huevos/♀/4 d), ajo (20,33±2,66 huevos/♀/4 d) y ají picante (22,59±2,38 huevos/♀/4 d) (Fig. 12).



**Figura 12.** Efecto sobre la fecundidad. Control (20,53±2,38 huevos/♀/4 d), ajo (20,33±2,66 huevos/♀/4 d) y ají picante (22,59±2,38 huevos/♀/4 d)

Al integrar las dos variables estudiadas sobre las ninfas de *O. insidiosus*, ambas tinturas se clasificaron como inofensivas (clase 1). Estos resultados se muestran en la Tabla II.

**Tabla II. Clasificación de los bioplaguicidas en ninfas de *Orius insidiosus*.**

Tratamiento	Mc (%) <sup>a</sup>	Fecundidad (huevos/♀/4 d)	ER <sup>b</sup>	E(%) <sup>c</sup>	Clase <sup>d</sup>
Control	-	20,53±2,38	-	-	-
Ajo	1,02	20,33±2,66	0,99	1,94	1
Ají	3,06	22,59±2,38	1	3,06	1

<sup>a</sup> Mortalidad corregida por la fórmula de Abbott (Abbott. 1925)

<sup>b</sup> Fecundidad proporcional (fecundidad biopreparado/fecundidad control)

<sup>c</sup> Efecto total del bioplaguicida sobre el predador ( $E = 100 - (100 - Mc) \times ER$ )

<sup>d</sup> Clase toxicológica propuesta por la IOBC/WPRS (Hassan 1994), 1 = inofensivo ( $E < 30\%$ ); 2 = poco perjudicial ( $30 \leq E < 79\%$ ); 3 = moderadamente perjudicial ( $80 \leq E < 99\%$ ); y perjudicial ( $E \geq 99\%$ ).

#### 4. Discusión

Los bioplaguicidas utilizados en las pruebas de compatibilidad en base a las tinturas de ají picante y ajo, son empleados en forma tradicional por productores hortícolas para el control de enfermedades o insectos en cultivos de importancia, como el tomate y pimiento tanto en producciones bajo cubierta como a campo (García *et al.*, 2011).

Al analizar estadísticamente los resultados de las pruebas de toxicidad directa sobre huevos no se encontraron diferencias significativas en todos los tratamientos. La oviposición de *O.*

*insidiosus* fue similar en todos los tratamientos. Esto puede darse ya que presentan un sistema de oviposición que favorece la protección de los huevos al ser insertados en los tejidos vegetales. La oviposición dentro de los tejidos de la planta huésped los protege de sus enemigos naturales, así como de condiciones ambientales adversas como la desecación (Felipe, 1980; Shapiro y Ferkovich, 2002), generando una barrera física que imposibilita el contacto con los bioplaguicidas, entre los huevos incrustados por las hembras en los tejidos tiernos y el opérculo por encima de los tejidos.

Por otro lado, Moscardini *et al.* (2013) obtuvo una disminución en la viabilidad de los huevos de *O. insidiosus* irrumpiendo la barrera física provista por los tejidos. Los productos de síntesis utilizados por Moscardini *et al.* (2013) en los ensayos confieren una mayor lipofilia y facilitan la penetración de una mayor cantidad del producto a través del corion y su translocación a su sitio de acción. No obstante, los resultados de viabilidad de las tinturas de ajo y ají utilizadas no coinciden con lo obtenido por estos autores. Contrariamente, los resultados obtenidos por Angeli *et al.* (2005) demostraron que el estado más susceptible fueron las ninfas del 4º estadio y no los adultos. En todos los experimentos de estos autores, la mortalidad varió de 7.6 a 12% y los efectos de los pesticidas en las ninfas del cuarto estadio de *O. laevigatus* diferían significativamente entre tratamientos.

La tintura de ají picante resultó poco perjudicial en su efecto sobre la supervivencia de adultos de *O. insidiosus*. Estos resultados son similares a los valores obtenidos por Bostanian *et al.* (2015). A partir de bioplaguicidas compuestos de Chenopodiaceae obtuvieron resultados tóxicos en los adultos y no presentaron valores significativos en las ninfas de *O. insidiosus*. Los valores de mortalidad expresados en porcentaje fueron de 4% a las 24 h de la aplicación del biopesticida y de 7% a las 48 h. Asimismo, como en los bioensayos analizados, no existieron valores adversos significativos en la fecundidad de *O. insidiosus*.

En los últimos años ha aumentado el interés en la investigación de las propiedades de este compuesto y su empleo como tratamiento en diferentes cultivos (García *et al.*, 2011). La tintura de ají se elabora de forma casera macerando en etanol una cantidad conocida de ají cortado a cuchillo. Este procedimiento permite la extracción del principio activo responsable del efecto insecticida o disuasorio presente en el vegetal: la capsaicina. Las especies del género *Capsicum* sintetizan capsaicinoides, de los cuales, la capsaicina y la dihidrocapsaicina son responsables hasta del 90 % de la pungencia en los ajíes (López, 2003; Cázares *et al.*, 2005). Se ha demostrado que los capsaicinoides presentan actividad biológica contra insectos, como el efecto tóxico sobre *Myzus persicae* (Sulzer) (Edelson *et al.*, 2002). Actualmente, en los Estados Unidos, existen patentes de insecticidas y agentes de control que contienen capsaicinoides (Eich, 2008). Además, se han introducido como repelentes para el manejo de plagas en la agricultura y se utilizan como sinergistas con insecticidas sintéticos, (Liu y Lin, 2003). En los ensayos de laboratorio y de campo mostraron que la capsaicina tenía una excelente toxicidad y efecto de control mezclada con los insecticidas de síntesis abamectina y triazofos.

En la revisión de Castillo *et al.* (2010), se presentan los compuestos y la actividad biológica de varias especies de plantas pertenecientes a las familias Annonaceae, Solanaceae y Meliaceae. En especial, en la familia Solanaceae se han obtenido extractos (polvos, acuosos y pastas) que poseen efecto insecticida y repelente sobre diversas especies de insectos (Pascual-Villalobos, 1998; Mareggiani, 2001). Las Solanaceae poseen varias especies que producen alcaloides responsables de combatir patógenos y especies fitófagas, generando diferentes acciones biológicas sobre las plagas. Por ejemplo, acción de repelencia en *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae), inhibición en el crecimiento en *Earias insulana* (Lepidoptera: Nolinae) e insecticida en *Schizaphis graminum* (Hemiptera: Aphididae).

La aliína es el compuesto sulfurado más abundante en el ajo fresco, es inodora y estable. La aliína es estable en soluciones acuosas y a temperaturas elevadas (Stoll *et al.*, 1951). Cuando las células se rompen, la aliína reacciona, y en aproximadamente diez segundos toda la aliína expuesta se convierte en tosulfatos, por medio de la acción de la enzima alinasa (Lawson y Wang, 2005). La alinasa comprende del 10 al 12 % del material proteico soluble en los dientes de ajo. Se encuentra en las vacuolas de la célula separada físicamente de su substrato natural, la aliína, que se encuentra en el citoplasma de las células del ajo (Kuettnet *et al.*, 2002). Es por lo que, la acción de la aliína y alinasa generan alicina. Ramos *et al.* (2012) postula que la alicina es el responsable de efectos insecticida y repelencia sobre *Zabrotes subfasciatus* (Coleoptero: Chrysomelidae). Por el contrario, los resultados obtenidos en este trabajo mostraron que la tintura de ajo no presenta efectos secundarios ni letales sobre el predador *O. insidiosus*.

Asimismo, según los resultados de Koleva *et al.* (2003), al evaluar la eficacia en control de *Myzus persicae* con bioplaguicidas a base de ají picante, demostraron que los tratamientos lograron generar una reducción del 50% de la población. Estos autores remarcan la gran eficiencia del bioplaguicida debido a los altos porcentajes de mortalidad obtenidos. No obstante, en el presente trabajo la tintura de ají picante fue clasificada como inofensivo para ninfas y poco perjudicial para adultos de *O. insidiosus*. Por lo tanto, los bioplaguicidas a base de ajo y ají picante pueden ser una gran opción para ser utilizadas junto con enemigos naturales como *O. insidiosus* y controlar plagas que puedan resultar susceptibles.

## **5. Conclusión**

En el presente estudio se evaluó el efecto de bioplaguicidas a base de ajo y ají picante sobre las principales variables biológicas (viabilidad de huevos, supervivencia y fecundidad) de *O. insidiosus* en sus diferentes estados de desarrollo.

Se registraron diferencias significativas en la variable supervivencia en adultos entre los tratamientos. Los valores fueron similares entre el control y la tintura de ajo, pero se

encontraron diferencias significativas con respecto a la tintura de ají picante. No se observaron diferencias significativas en la variable fecundidad (medida como el número de huevos colocados por hembra durante 4 días). Sin embargo, según la clasificación propuesta por la Organización Internacional de Control Biológico, la tintura de ají picante resultó moderadamente perjudicial (Clase 2), mientras que la tintura de ajo resultó inofensivo (Clase 1).

Asimismo, no se encontraron diferencias significativas en los efectos letales y subletales en las ninfas del predador, clasificándose ambos bioplaguicidas como inofensivos (Clase 1).

Por último, ningún tratamiento afectó la viabilidad de los huevos de *O. insidiosus*.

Generar registros sobre estas alternativas de producción son de gran utilidad para los productores que emplean estos tipos de tratamientos puedan tener respaldos estadísticos e información que brinde soporte a los manejos en la producción. Es así como este tipo de pruebas logran aportar información empírica en los sistemas agroecológicos, concientizando acerca de su compatibilidad y productividad de estos sistemas en establecimientos de diferentes escalas bajo un enfoque agroecológico. En este sentido, es de crucial importancia estudiar en profundidad la compatibilidad de los plaguicidas con los enemigos naturales, con el objetivo de lograr el control de las poblaciones de las plagas a través de la acción conjunta biológica y química, buscando las sinergias entre ambos tipos de control y no su acción por separado.

## 6. Bibliografía

- Abbott WS. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J Econ Entomol* 18:265-267.
- Altieri, M. A. 1984. Patterns of insect diversity in monocultures and polycultures of brussel sprouts. *Protection Ecology* 6: 227-232.
- Altieri, M.A., J. Trujillo; L. Campos; C. Klein- Kuch; C.S. Gold y J.R. Quesada. 1989. El control biológico clásico en América Latina en su contexto histórico. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)*. No. 12 pp. 82-102.
- Altieri. 1994. *Biodiversity and pest management in agroecosystems*. Haworth Press, New York. 185 pp.
- Antonious, G. F., Meyer, J. E., & Snyder, J. C. 2006. Toxicity and repellency of hot pepper. Extracts to spider mite, *Tetranychus urticae* Koch. *Journal of Environmental Science and Health Part B*, 41(8), 1383-1391.
- Auger, J.; Arnault, I.; Diwo-Allain, S.; Ravier, M.; Molia F.; Pettiti, M. 2004. Insecticidal And fungicidal potential of *Allium* Substances as biofumigants. *Agroindustria* 3(3):5-8.
- BIELZA, P., J. CONTRERAS, M. M. GUERRERO, J. IZQUIERDO, A. LACASA, V. MANSANET. 2001. Effects of Confidor 20 LS and Nemacur CS on bumblebees pollinating greenhouse tomatoes. *IOBC/wprs Bulletin* 24:83-88.
- BIELZA, P. 2007. Compatibilidad activa de plaguicidas y fauna auxiliar. <http://www.horticom.com/pd/imagenes/67/099/67099.pdf> Revisado el 27/04/11.
- Bosco, L., Giacometto, E., Tavella, L., 2008. Colonization and predation of thrips (Thysanoptera: Thripidae) by *Orius* spp. (Heteroptera: Anthocoridae) in sweet pepper greenhouses in Northwest Italy. *Biol. Control* 44, 331–340.
- Botto E., Ceriani S., López S., Saini E., Cedola C., Segade G. & M. Viscarret. 2000. Control biológico de plagas hortícolas en ambientes protegidos. La experiencia Argentina hasta el presente. *Revista de Investigaciones Agropecuarias (RIA)*, 29 (1): 83-98.
- Bruner, S. C., L. C. Scaramuzza y A. R. otero. 1975. Catálogo de los insectos que atacan a las plantas económicas de Cuba. Segunda edición revisada y aumentada. Instituto

- Cave, R. D. 1995. Centro para el control biológico en Centro América. *Biocontrol* 1(2):25-34.
- Cázares, Sánchez E, P Ramírez-Vallejo, F Castillo-González, M SotoHernández, T Rodríguez-González, J L Chávez-Servia. 2005. Capsaicinoides y preferencia de uso en diferentes morfotipos de chile (*Capsicum annum* L.) del centro-oriente de Yucatán. *Agrociencia* 39:627-638.
- Celis, A.; Cardona, J.; Cuca, L.; Delgado, W.; Mendoza, C. y Pachón, M. 2008. Extractos vegetales utilizados como biocontroladores. *Agronomía Colombiana* 26 (1): 97-106
- Cervantes, V. y E. Saini. 2000. Efecto de la temperatura, la dieta y el hacinamiento, sobre la fecundidad, fertilidad y longevidad de *Orius insidiosus* (Say) (Heteroptera: Anthocoridae) predador del trips en cultivos hortícolas. Tesis de grado. Fac. Agron., UBA. 72 p.
- Cruz, C. and A. Segarra. 1992. Potential for biological control of crop pests in the Caribbean. *Florida entomologist* 75 (4):400-408.
- De Bach, P. 1964. *Biological Control of Insects Pests and Weeds*. Chapman and Hall, London. 844 p.
- Felipe M. J.. 1980. Biología, comportamiento y capacidad depredadora de *Orius tricolor* y *Orius thyes* y su efecto sobre el acaro del cacahuate *Tetranychus urticae* Koch. Tesis de maestría en entomología. cp. Montecillos.
- Fernández Lozano, J.; Liverotti, O.; Sánchez, G. 1997. Manejo Poscosecha de Pimiento. Control de Calidad. Inspección de frutas y hortalizas- Corporación del Mercado Central de Buenos Aires.
- Frederic, C. 1992. Subsídios ao histórico do controle biológico de artrópodes fitófagos no Brasil. En: Ciclo de palestras sobre controle biológico de pragas, Campinas, SP. Serie técnico-científica No. 178. Pp. 21-29.
- GARCÍA, M.; STRASSERA, M. E.; LUNA, M.G; POLACK, L.A.; MEZQUIRIZ, N. 2005. Monitoreo de Plagas. Análisis técnico-económico en una producción de tomate bajo invernáculo del Cinturón Hortícola Platense. *Boletín Hortícola* N° 31; 31-37 pp.
- García-Galindo H, J Ortega-Martínez, M García-Rosales, C Martínez, C Beristáin. 1995. La capsaicina, el principio pungente del chile; su naturaleza, absorción, metabolismo y efectos farmacológicos. *Ciencia* 46:84-102.

- Gliessman, S. R. 1998. Agroecology: ecological processes in Sustainable Agriculture. Ann Arbor Presss, Ann Arbor, MI.
- Goites A., 2008. "Manual de cultivos para la huerta orgánica familiar." Ediciones NTA 133pp. Klein, C. 1989. El control biológico de plagas en Ecuador. Sanidad vegetal (Ecuador) 4 (4): 5-20.
- Hassan S.A. 1994. Activities of the IOBC/WPRS working group Pesticides and beneficial organisms. IOBC/ wprs Bull. 17(10): 1-5.
- Hassan S.A., Bigler F., Blaisinger H. 1985. Standard methods to test the side-effects of pesticides on natural enemies of insects and mites. EPPO Bull. 15: 214-255.
- IPES / FAO. 2010. Biopreparados para el manejo sostenible de plagas y enfermedades en la agricultura urbana y periurbana. Lima, Perú. IPES-Promoción del Desarrollo Sostenible.
- Koleva, L.; Mitrev, S.; Maksimova, V. y Spasov, D. 2012. Content of capsaicin extracted from hot pepper (*Capsicum annuum* ssp. *microcarpum* L.) and its use as an ecopesticide. Faculty of Agricultural Sciences and Faculty of Medical Sciences, Goce Delcev University, Stip, Macedonia.
- Kuettner, E. B., Hilgenfel, R., y Weiss, M. 2002. Purification, characterization, and crystallization of alliinase from garlic. Archives of biochemistry and biophysics, volume 402, pp. 192-200.
- Lawson L. D. y Wang Z. J. 2005. Allicin and allicin -derived garlic compounds increase breath Acetone through Allyl Methyl Sulfide: Use in measuring Allicin bioavailability. Journal of agricultural and food chemistry, volume 53, pp. 1974-1983.
- Leicach, S. 2006. Alelopatía: Interacciones químicas en la comunicación y defensa de las plantas. EUDEBA, Buenos Aires. 202 pp.
- Massó, E.; D. López y O. Rodríguez. 2004. Ciclo de vida de *Orius insidiosus*, efectividad investigaciones sobre de trips y sensibilidad a bioplaguicidas. Instituto de Sanidad Vegetal. La Habana. Cuba.
- Molina, N. 2001. Uso de extractos botánicos en el control de plagas y enfermedades. Avances en el fomento de productos fitosanitarios no sintéticos. Manejo Intregado de Plagas. CATIE, San José, 59:56-59.
- MOSCARDINI V. F., GONTIJO P. C., CARVALHO G. A., OLIVEIRA R. L., MAIA J. B., SILVA F. F., 2013. Toxicity and sublethal effects of seven insecticides to eggs of the flower bug *Orius insidiosus* (Say) (Hemiptera: Anthocoridae). Chemosphere, 92: 490-496.

- Navarro Viedma, M.; M. Acebedo Vaz; M. Rodriguez; D. Alcazar Alba; J. E Belda Suarez. 2006. Organismos para el control biológico de plagas en cultivos de la provincia de Almería. 2º ed: Fund. Cajamar. 231 p
- Peterson, Chris & Coats, Joel. 2001. Insect repellents - Past, present and future. Pesticide Outlook. 12. 154-158. 10.1039/b106296b.
- Ramos, N E y Frankshecoly Santacruz Jiménez S. (2012). *EVALUACIÓN DE TRES DILUCIONES DE UN EXTRACTO DE Allium sativum (AJO) Y SU POSIBLE USO COMO INSECTICIDA NATURAL CONTRA EL Zabrotes subfasciatus (GORGOJO COMÚN DEL FRIJOL) EN GRANO ALMACENADO*. UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR, FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA. San Salvador, El Salvador.
- Reddy, B.S.; Rao, C.V.; Rivenson, A.; Kelloff, G. 1993. Chemoprevention of colon carcinogenesis by organosulfur compounds. Cancer Res. 53(15):3493-8.
- Rodríguez, C.; J. M. Hernández y E. Morales. 1993. La evolución del control biológico de insectos en los cultivos de Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) No. 28, pp. 43-56.
- Shapiro J. P. and S. M. Ferkovich. 2002. Yolk protein immunoassays to assess diet and reproductive quality of mass-reared *Orius insidiosus* (heteroptera: anthocoridae). J. Econ. Entomol. 95(5): 927-935.
- Stark J, Vargas R, Banks J. 2007. Incorporating ecologically relevant measures of pesticide effect for estimating the compatibility of pesticides and biocontrol agents. J Econ Entomol 100(4):1027–1032.
- Stark, J.D., Banks, J.E., 2003. Population-level effects of pesticides and other toxicants on arthropods. Ann. Rev. Entomol. 48, 505–519.
- Stoll A. y Seebeck E. 1951. Chemical investigations on alliin, the specific principle of garlic. Advances in Enzimology and Related Areas of Molecular Biology, Wiley Interscience, Ed. F. F. Nord, volume 11, pp. 377-400.
- Sutoh K, K Kobata, S Yazawa, T Watanabe 2006. Capsaicinoid is biosynthesized from phenylalanine and valine in a non-pungent pepper, nol. Biochem. 70:1513-1516.
- Trujillo, J. 1992. Control biológico por conservación: enfoque relegado. Perspectiva de su desarrollo en Latinoamérica. Memorias del IV Congreso Internacional de Manejo Integrado de Plagas. CEIBA (Honduras). 33 (1): 17-26.
- Van Lenteren J. C. 2012.- The state of commercial augmentative biological control: plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. BioControl, 57: 1-20.

- Vázquez, L. L. 2004. Experiencia de Cuba en la inserción del control biológico al Manejo Integrado de Plagas. En: Manejo Integrado de Plagas en una Agricultura Sostenible. Intercambio de experiencias entre Cuba y Perú. Eds.: A. Lizzarraga, M.C. Castellón y D. Mallqui. RAAA. Lima, Perú. pp. 167-187.
- Vázquez, L. L. 2005. Experiencia cubana en el manejo agroecológico de plagas en cafeto y avances en broca del café. En: Simposio sobre Situación Actual y Perspectivas de la Investigación y Manejo de la Broca del Café en Costa Rica, Cuba, Guatemala y México. J.F. Barrera (ed.). Sociedad Mexicana de Entomología y El Colegio de la Frontera Sur Tapachula Chiapas, México, p. 46-57. ISBN 970-9712-17-9.
- Weintraub, P.G., Pivonia, S., Steinberg, S. 2011. How many *Orius laevigatus* are needed for effective western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*, management in sweet pepper? *Crop Prot.* 30, 1443–1448.