



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

# **EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE DEPREDACIÓN DE LA ESPECIE DE *stratiolaelaps* sp. (Acari: Laelapidae) EN POBLACIONES DE *thrips palmi* karny (Thysanoptera: Thripidae)**

**Rodrigo López Bermúdez**

Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Ciencias Agropecuarias  
Palmira, Colombia

2014



# **EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE DEPREDACIÓN DE LA ESPECIE DE *stratiolaelaps* sp. (Acari: Laelapidae) EN POBLACIONES DE *thrips palmi* karny (Thysanoptera: Thripidae**

**Rodrigo López Bermúdez**

Trabajo de tesis presentada como requisito parcial para optar al título de:  
**Magíster en Ciencias Agrarias línea de investigación Protección de Cultivos**

Directora:

Ph.D., Nora Cristina Mesa Cobo

Codirector:

Ph.D., Mario Augusto García Dávila

Línea de Investigación:

Protección de Cultivos

Grupo de Investigación:

Acarología

Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Ciencias Agropecuarias  
Palmira, Colombia

2014



*“Somos la memoria que tenemos y la responsabilidad que asumimos. Sin memoria no existimos y sin responsabilidad quizá no merezcamos existir”*

*José Saramago*



## Agradecimientos

Agradezco a todas las personas que contribuyeron a la culminación de este trabajo, especialmente a:

A la Doctora Nora Cristina Mesa, porque sin su guía y apoyo no sería posible. Gracias totales.

A mi madre María Elena Bermúdez por su comprensión y apoyo, mi padre Rodrigo López A. que a pesar de estar fallecido siempre lo he sentido a mi lado, a mi hermana Daniela López por estar en los momentos difíciles de una u otra forma y Andrea Vallejo por esa ayuda y amor incondicional.

A Diego Felipe Vásquez, Karol Imbachi, Yuri Mercedes Mena, Yeimy García, Javier Salazar, Leonardo Álvarez, por esa amistad y ayuda incondicional en el desarrollo de este trabajo de investigación.

A Alfredo Rivera P. Por los momentos compartidos por su colaboración y sobre todo por estar en los momentos difíciles.

Al Grupo de Investigación en Acarología de la Universidad Nacional Sede Palmira, a cada uno de sus integrantes gracias por compartir su conocimiento.

A Norbey Marín por su asesoría en los análisis estadísticos de la información.

Agradezco a la universidad Nacional por la financiación del proyecto (DIPAL).

VIII EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE DEPREDACIÓN DE LA ESPECIE DE  
*stratiolaelaps* sp. (acari: laelapidae) En Poblaciones De *thrips palmi* karny  
(thysanoptera: thripidae)

---

A COLCIENCIAS y el Programa Jóvenes Investigadores e Innovadores “Virginia Gutiérrez de Pineda” por su apoyo financiero.

A la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira, por darme la oportunidad de adelantar mis estudios de pregrado y maestría.

## Resumen

El trips del melón *Thrips palmi* Karny, es una plaga cosmopolita y polífaga introducida al país desde 1997 y reportada afectando los cultivos de habichuela, melón y pimentón. El control químico es la herramienta más utilizada por los agricultores, sin embargo su eficacia se ve limitada por la resistencia a los insecticidas adquirida por el insecto. Ante esta problemática el control biológico puede ser una buena opción con base en ácaros Laelapidae, dado que son depredadores promisorios, las crías masivas podrían ser utilizadas como importantes agentes de manejo de plagas como Thrips, Sciariadae, Cecidomyiidae, y ácaros plaga del suelo. Con el presente estudio se pretende evaluar de la capacidad de depredación de la especie de *Stratiolaelaps* sp. (Acari: Laelapidae) en poblaciones de *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera: Thripidae). Conocedores de la diversidad de estos ácaros en ecosistemas del Valle del Cauca y con el fin de desarrollar un método de cría de *Stratiolaelaps* sp., se colectaron individuos de dicha especie de ácaros, en hojarasca y suelo en el corregimiento de Cisneros entre la superficie y 5,0 cm de profundidad, utilizando un cilindro de 5,0 cm de diámetro por 5,0 cm de altura; en un radio de 1 metro. Las muestras se transportaron en neveras de icopor con hielo al laboratorio de Entomología y Acarología de la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. En el laboratorio las muestras de suelo y hojarasca se colocaron en bandejas mantequilleras para su conservación y posteriormente se extrajeron los ácaros depredadores del género *Stratiolaelaps*, los cuales se traspasaron a porrones plásticos que contenían ácaros como presa alternativa en crías masivas de la especie *Tyrophagus putrescentiae* Shrank (Acari: Acaridae); estos se obtuvieron de cajas petri con agar en el laboratorio de Microbiología Vegetal de la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira. Como sustrato para mantener a *Tyrophagus putrescentiae* se utilizó alimento para perros. Se ofreció a los depredadores diferentes cantidades de alimento donde cada croqueta contenían 537 *T. putrescentiae* (4, 6, 8, 10, 12 y 14 croquetas) para establecer el número apropiado para iniciar una cría del Laelapidae se evaluaron (25, 50, 75 y 100 individuos). Se encontró que la cría se puede mantener en porrones

X EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE DEPREDACIÓN DE LA ESPECIE DE *stratiolaelaps* sp. (acari: laelapidae) En Poblaciones De thrips palmi karny (thysanoptera: thripidae)

---

plásticos, a temperatura de 25 + 5°C y humedad relativa de 70 + 5%, asperjando agua periódicamente en los porrones. Se observó 100 gramos de croquetas limpias y 4 croquetas con 2148 *T. putrescentiae*. A los dos días se adicionan 25 adultos de *Stratiolaelaps* sp., y al cabo de 10 días se adicionan nuevamente 100 gramos de croquetas limpias y 4 nuevas croquetas con *T. putrescentiae*. Para la prueba de depredación en *Thrips palmi* se colectaron individuos de brotes melón, los cuales se criaron bajo condiciones de invernadero en plantas de frijol, con el fin de evaluar cuál era el estado de desarrollo de la plaga preferido. se ofrecieron ninfas de I instar, II instar, prepupas y adultos de *T. palmi*, se ofrecieron 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 y 50 individuos de cada uno de los diferentes estados en forma separada. En las cajas Petri que contenía las densidades de la presa (*T. palmi*), se colocaron *Stratiolaelaps* sp. en números de 2, 4, 6, 8 y 10. Cada dos horas se evaluó el consumo de thrips ofrecidos y se observó una preferencia por las prepupas y pupas ya que son estados de poco movimiento, a diferencias de las ninfas y adultos que son muy móviles dificultando la captura. Los resultados obtenidos son importantes para el desarrollo exitoso de un plan de control biológico eficaz.

**Palabras clave:** Ácaros, Trips, Depredación, *Stratiolaelaps* y Laelapidae.

## Abstract

Melon *Thrips palmi* Karny is a cosmopolitan and polyphagous pest introduced to the country since 1997 and reported affecting beans, melons and paprika crops. Chemical control is the most used tool by farmers, however, its effectiveness is limited by the resistance to insecticides acquired by the insect. Faced with this problem, biological control may be a good choice based on Laelapidae mites, due to they are promising, massive offspring could be used as important agents of pest management as Thrips, Sciariadae, Cecidomyiidae, and soil pest mites. This research aims to evaluate the predatory ability of the species *Stratiolaelaps* sp. (Acari: Laelapidae) in populations of *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera: Thripidae). People aware of the diversity of these mites in the Valle del Cauca ecosystems, with the objective to develop a method of raising *Stratiolaelaps* sp., collected individuals of the mites' species, these were found in the location of Cisneros, ubicated into the litter and soil between the surface and 5.0 cm deep, using a cylinder of 5.0 cm diameter by 5.0 cm height; and 1 m. of radius. The samples were transported to the Entomology and Acarology Laboratory of the National University of Colombia at Palmira in styrofoam coolers with ice. In the laboratory the soil and litter samples were placed in butter trays for conservation and after were extracted predatory mites of the genus *Stratiolaelaps*, those were transferred in plastic jugs containing mites as alternative prey in massive pups of the species *Tyrophagus putrescentiae* Shrank (Acari: Acaridae); these were obtained from agar petri dishes in the laboratory of Plant Microbiology at the National University of Colombia at Palmira. In order to keep *Tyrophagus putrescentiae* the substrate used was dog food. There was offered to predators different amounts of food where every kibble contained 537 *T. putrescentiae* (4, 6, 8, 10, 12 and 14 kibbles) to establish the appropriate number to start a breeding of Laelapidae were evaluated 25, 50, 75 and 100 individuals. It was found that the breeding can be kept in plastic jugs, providing a temperature of  $25 \pm 5$  ° C and relative humidity of  $70 \pm 5\%$ , sprinkling water periodically in the jugs. It was observed 100 gr. of clean kibbles and 4 kibbles with 2148 *T. putrescentiae*. After two days were added 25 adults of the species *Stratiolaelaps* sp., and after 10 days were added again 100 gr. of clean kibbles and 4 new kibbles with *T. putrescentiae*. For the predation test in *Thrips palmi* there were collected melon's bud individuals, which were raised under greenhouse

XII EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE DEPREDACIÓN DE LA ESPECIE DE *stratiolaelaps* sp. (acari: laelapidae) En Poblaciones De thrips palmi karny (thysanoptera: thripidae)

---

conditions in bean plants, in order to evaluate which was the state of development of the preferred pest. There were offered nymphs of instar I and II, prepupae and adults of *T. palmi*, also, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 and 50 individuals from each of the different states separately. There were placed *Stratiolaelaps* sp. in numbers of 2, 4, 6, 8 and 10 in Petri dishes containing prey densities (*T. palmi*). Every two hours was evaluated thrips consumption and a preference was observed for prepupae and pupae because those are states of little movement, unlike to nymphs and adults that are very movable difficulting the capture. The results are important for the successful development of a plan of effective biological control.

**Keywords:** Mite, Trips, Predation, *Stratiolaelaps* y *Laelapidae*.

# Contenido

	Pág.
<b>Resumen</b> .....	<b>IX</b>
<b>Lista de figuras</b> .....	<b>XV</b>
<b>Lista de tablas</b> .....	<b>XVII</b>
<b>Introducción</b> .....	<b>1</b>
<b>1. Objetivos</b> .....	<b>5</b>
1.1 Objetivo general.....	5
1.2 Objetivos específicos .....	5
<b>2. Marco Teórico</b> .....	<b>7</b>
2.1 Características biológicas y reproductivas de thrips palmi .....	7
2.2 Plantas hospederos y daños ocasionados por <i>T. palmi</i> .....	8
2.3 Métodos de control de Thrips palmi.....	11
2.3.1 Control químico de Thrips palmi .....	11
2.3.2 Control biológico de Thrips palmi .....	12
2.3.2.1 Ácaros depredadores de Thrips.....	14
2.3.2.2 Uso de ácaros Laelapidae en control biológico .....	15
2.4 Cría y multiplicación de ácaros .....	16
<b>3. Materiales y Metodos</b> .....	<b>23</b>
3.1 Ubicación del estudio.....	23
3.2 Establecimiento de la cría masiva de <i>T. putrescentiae</i> en condiciones de laboratorio.....	23
3.2.1 Cuantificación de ácaros <i>T. putrescentiae</i> producidos por porrón y por croqueta de alimento .....	25
3.2.2 Diseño experimental y análisis estadístico .....	26
3.3 Desarrollo de una cría masiva de <i>Stratiolaelaps</i> sp. (Acari: Laelapidae) en condiciones de laboratorio.....	26
3.3.1 Colecta de <i>Stratiolaelaps</i> sp. en campo.....	27
3.3.2 Colecta de <i>Stratiolaelaps</i> sp. en laboratorio. ....	28
3.3.3 Cuantificación de ácaros <i>Stratiolaelaps</i> sp. producidos por porrón .....	30
3.3.4 Diseño experimental y análisis estadístico .....	31
3.4 Evaluación en laboratorio de la capacidad de consumo de <i>stratiolaelaps</i> sp. en diferentes estados de desarrollo de <i>T. palmi</i> .....	32
3.4.1 Cría de <i>Thrips palmi</i> Karny en condiciones de casa de malla. ....	32
3.4.2 Capacidad de consumo a diferentes densidades de <i>T. palmi</i> (Presa) y diferentes densidades de <i>Stratiolaelaps</i> sp. (Depredador) .....	33

XIV EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE DEPREDACIÓN DE LA ESPECIE DE  
*stratiolaelaps* sp. (acari: laelapidae) En Poblaciones De thrips palmi karny  
(thysanoptera: thripidae)

---

3.4.3	Diseño experimental y análisis estadístico .....	34
<b>4.</b>	<b>Resultados y Discusión .....</b>	<b>35</b>
4.1	Establecimiento de la cría masiva de <i>T. putrescentie</i> en condiciones de laboratorio. ....	35
4.2	Cuantificación de ácaros <i>T. putrescentiae</i> producidos por porrón y por croqueta de alimento.....	36
4.3	Desarrollo de una cría masiva de <i>Stratiolaelaps</i> sp. (Acari: Laelapidae) en condiciones de laboratorio. ....	38
4.4	Cuantificación de ácaros <i>Stratiolaelaps</i> sp. producidos por porrón.....	39
4.5	Evaluación en laboratorio de la capacidad de consumo de <i>Stratiolaelaps</i> sp. en diferentes estados de desarrollo de <i>T. palmi</i> . ....	46
<b>5.</b>	<b>Conclusiones .....</b>	<b>53</b>
	<b>Bibliografía .....</b>	<b>55</b>

## Lista de figuras

	Pág.
<b>Figura 3-1:</b> Especímenes del Acaro <i>Tyrophagus putrescentiae</i> montado en medio Hoyer. Foto por. López R.....	24
<b>Figura 3-2:</b> A. Cabina con porrones. B. Aspersión de agua en porrones. Foto por. López R. 25	25
<b>Figura 3-3:</b> Porrones en los que se estableció el experimento. Foto por. López R. ....	26
<b>Figura 3-4:</b> Colecta de <i>Stratiolaelaps</i> sp. en campo. A. vegetación de la zona de estudio. B. Recolección hojarasca. C. Cilindro de 5.0 por 5.0cm a ras del suelo D. Extracción de cilindro. E. rotulado de muestra. F. conservación muestra en nevera de icopor. Fotos por. López R.....	28
<b>Figura 3-5:</b> Espécimen de <i>Stratiolaelaps</i> sp. montado para su identificación. Foto por. López R. 30	30
<b>Figura 3-6:</b> Experimento de crecimiento de la población de <i>Stratiolaelaps</i> sp. a diferentes densidades iniciales. Foto por. López R. ....	31
<b>Figura 3-7:</b> Cría de <i>T. palmi</i> bajo condiciones de Invernadero. A. Cultivo de melón. B. Brote infestado con Thrips. C. Invernadero. D. Plantas de frijol infestadas con Thrips. Foto por. López R. ....	33
<b>Figura 3-8:</b> A. caja Petri con disco de hoja de frijol. B. distribución del bioensayo. ....	34
<b>Figura 4-1:</b> Incremento de ácaros <i>T. putrescentiae</i> infestados artificialmente a diferentes densidades, en cien gramos de croquetas de alimento para perros bajo condiciones de laboratorio (25 + 5°C, 70 + 5% de HR). ....	38
<b>Figura 4-2:</b> Evolución del crecimiento de la población de <i>Stratiolaelaps</i> sp. a diferentes densidades iniciales y a diferentes cantidades de <i>T. putrescentiae</i> , en cien gramos de croquetas de alimento para perros a los 10 días, bajo condiciones de laboratorio (25 + 5°C, 70 + 5% de HR) Universidad Nacional de Colombia sede Palmira. ....	41
<b>Figura 4-3:</b> Evolución del crecimiento de la población de <i>Stratiolaelaps</i> sp. a diferentes densidades iniciales y a diferentes cantidades de <i>T. putrescentiae</i> , en cien gramos de croquetas de alimento para perros a los 20 días, bajo condiciones de laboratorio (25 + 5°C, 70 + 5% de HR) Universidad Nacional de Colombia sede Palmira. ....	42
<b>Figura 4-4:</b> Evolución del crecimiento de la población de <i>Stratiolaelaps</i> sp. a diferentes densidades iniciales y a diferentes cantidades de <i>T. putrescentiae</i> , en cien gramos de croquetas de alimento para perros a los 30 días, bajo condiciones de laboratorio (25 + 5°C, 70 + 5% de HR) Universidad Nacional de Colombia sede Palmira. ....	43
<b>Figura 4-5:</b> Evolución del crecimiento de la población de <i>Stratiolaelaps</i> sp. a diferentes densidades iniciales y a diferentes cantidades de <i>T. putrescentiae</i> , en cien gramos de	

XVI EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE DEPREDACIÓN DE LA ESPECIE DE stratiolaelaps sp. (acari: laelapidae) En Poblaciones De thrips palmi karny (thysanoptera: thripidae)

---

croquetas de alimento para perros a los 40 días, bajo condiciones de laboratorio (25 + 5°C, 70 + 5% de HR) Universidad Nacional de Colombia sede Palmira. .... 44

**Figura 4-6:** Relación entre parámetros de depredación y mortalidad de los diferentes estados de desarrollo del trips obtenidos con el modelo de regresión establecido con el paquete estadístico MATLAB (2013A), A. (%) de mortalidad para Ninfa I. B. (%) de mortalidad para Ninfa II. C. (%) de mortalidad para Prepupa. D. (%) de mortalidad para Pupa y E. (%) de mortalidad para Adulto. Las zonas de color rojo indican el (%) de mortalidad para cada estado del trips, las azules disminuciones. Los valores negativos no se deben tener en cuenta ya que surgen a partir del modelo y se deben considerar como cero, al igual que los valores iguales o superiores a cien hacen referencia al cien por porciento. .... 50

## Lista de tablas

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 4-1:</b> Población de <i>T. putrescentiae</i> producidos en porrones plásticos de cinco kilos con croquetas de alimento para perros con diferentes niveles de infestación iniciales bajo condiciones de laboratorio (25 + 5°C, 70 + 5% de HR). .....	37
<b>Tabla 4-2:</b> Consumo de <i>Stratiolaelaps</i> sp. sobre diferentes densidades de los estados de desarrollo de <i>T. palmi</i> en condiciones de laboratorio (25 + 5°C, 70 + 5% de HR).....	47
<b>Tabla 4-3:</b> Modelos obtenidos a partir de la regresión múltiple (MATLAB 2013A) entre las variables número de ácaros, número de trips y el tiempo. ....	48



# Introducción

El trips del melón *Thrips palmi* Karny, es una plaga cosmopolita y polífaga introducida al país desde 1997 y reportada por primera vez en el Valle del Cauca, en los municipios de Cerrito y La Unión, afectando los cultivos de habichuela, melón y pimentón (Duran, 1999). En el Valle del Cauca, municipio de Pradera, Rendón et al., (2001) reportaron que las pérdidas en cultivos de habichuela llegaron hasta un 35%. Posteriormente se registró en los departamentos de Antioquia y Santander; Vergara, 1999). En el departamento de Antioquia su impacto económico ha sido considerable, en la zona del Oriente Antioqueño la presencia de la plaga y su inadecuado control, han causado graves pérdidas a los cultivos de papa (*Solanum tuberosum*), frijol (*Phaseolus vulgaris*), habichuela (*Phaseolus* sp.) y pimentón (*Capsicum annuum*) (Guarín, 2003). En esta región del país, se le atribuyeron pérdidas superiores a los 6.000 millones de pesos durante 1997, periodo que coincidió con el fenómeno del Pacífico en cultivos de frijol, habichuela, papa y hortalizas (Guarín 2001).

En Venezuela Cerneli y Montagne (1993), señalaron que *T. palmi* afecto cultivos de papa, berenjena, pimentón, melón, sandía, pepino, calabacín, caraotas y vainitas. Tsay et al, (1995), reportaron pérdidas económicas hasta del 50% y 90% en cultivos de Cucurbitáceas en Puerto Rico, Guadalupe y Trinidad y Tobago. Según Seal et al. (1993), ocasiono perdidas económicas estimadas en un 77% en cultivos de pimiento en los Estados Unidos. Según Elizondo (2003), en Cuba se detectó en 1996, y en corto tiempo se distribuyó por el occidente del país. Sus daños han sido reportados en pepino, melón, papa, pimienta, ají, berenjena, frijol y otros cultivos de importancia económica, ocasionando daños directos severos en plantaciones de papa, frijol, pimienta y pepino.

La importancia económica de este insecto radica además del daño directo, principalmente en la posibilidad de transmisión de virus especialmente toposvirus (TSWV). Los daños de *T. palmi*, son más severos durante las épocas secas

(Sastrosiswojo, 1991; Chang, 1991; Tsay et al, 1995). Debido a la diversidad de hospedantes que ataca, su alta tasa de reproducción, la baja calidad de las aplicaciones de los plaguicidas y la capacidad de adquirir resistencia a los insecticidas, el control de *T. palmi*, ha sido muy difícil, principalmente durante los primeros años inmediatos a su detección Vásquez (2003). Según Guarín (2003), en Colombia, *T. palmi* ha mostrado una gran habilidad de escape al control químico, y ha manifestado resistencia a fosforados y carbamatos. Los insecticidas utilizados para el control son de diferente categoría toxicológica, los cuales están constituidos por moléculas de diferentes modos de acción, residualidad y degradación en el medio; la dependencia que tienen los productores de este método de control representa riesgos contra el medio ambiente y la salud de los agricultores y consumidores.

El uso de productos químicos para el manejo y control de *T. palmi* no ha sido exitoso y eficiente, lo que ha motivado evaluar diferentes métodos de control de la plaga como es el uso del control biológico. Diferentes estudios realizados en varios países, han demostrado que la diversidad de enemigos naturales de las poblaciones de *T. palmi* constituyen un potencial para la lucha biológica, especialmente los artrópodos depredadores (Badii y Abreu, 2006; Trujillo et al 2003). En Colombia, Guarín (2003), evaluaron mediante liberaciones el control efectuado por *Chrysoperla externa*, concluyendo que se puede incluir dentro de un paquete de Manejo Integrado del *T. palmi* en el oriente antioqueño, ya que presenta un ciclo de vida corto que le permite cumplir varias generaciones por año. Guarín y Vasco (2003), evaluaron aislamientos del hongo *B. bassiana* con un buen efecto patogénico sobre adultos de *T. palmi*, por su rapidez de acción y potencial de causar infección, con buena esporulación, sobre las poblaciones de esta plaga.

Rodríguez et al. (2007), en trabajos realizados en Cuba, identificaron 24 especies de ácaros depredadores, pertenecientes a las familias Phytoseiidae, Blattisociidae, Ascidae y Laelapidae. La familia mejor representada fue la Phytoseiidae con 20 especies, la mayoría de las cuales poseen hábitos generalistas. Del total de cultivos evaluados, en 14 de ellos (60.8%) se detectó la presencia de ácaros depredadores asociados a especies del orden Thysanoptera, principalmente a *T. palmi*. Además de los ácaros de la familia Phytoseiidae. Los autores resaltan el hallazgo de depredadores pertenecientes a las familias Ascidae: *Lasioseius subterraneus* Chant y Laelapidae *Hypoaspis* (*Geolaelaps*)

*aculeifer* (Canestrini) y *Stratiolaelaps miles* (Berlese) (Acari:Laelapidae) habitantes preferentemente en el suelo los cuales son idóneos para controlar el estado de pupa.

Estudios conducidos en diferentes países han mostrado el potencial de los ácaros Laelapidae como *Stratiolaelaps* (=Hypoaspis) *miles* (Berlese) en el control de las especies *Bradysia* sp.y *Lycoriella* sp. (Diptera: Sciaridae) plagas del suelo en cultivos de hongos comestibles como champiñones y otros cultivos (Chambers et al. 1993; Enkegaard et al. 1997; Wright and Chambers 1994; Ali y Brennan, 1997; Ali et al., 1999). Este acaro depredador es usado comercialmente para el control de plagas en champiñones y cultivos hortícolas en Europa (Gillespie y Quiring 1990). *Stratiolaelaps scimitus* ha sido comercializada para control de Sciaridae en Norte América y Europa (Walter y Campbell 2003; Cabrera et al. 2005). Wiethoff et al. (2004), evaluaron el impacto de liberaciones (500 individuos por metro cuadrado) del acaro Laelapidae *Hypoaspis aculeifer* y el Phytoseiidae *Amblyseius cucumeris* sobre la poblaciones de *Frankliniella occidentalis* (Pergande) en plantas de pepino, encontrando que cuatro semanas después de liberados *H. aculeifer* se estableció exitosamente en el suelo.

Especies de ácaros Laelapidae son encontradas comúnmente en el suelo. En Brasil, Mineiro y Moraes, 2001; Freire et al. 2007, reportan varias especies del suelo y en Colombia Mesa y Valencia (2011) encontraron alta diversidad de especies de esta familia en suelos de la Reserva de Yotoco y en Atucenla-Dagua en el departamento del Valle del Cauca.

El desarrollo de metodologías para la cría masiva de ácaros predadores se ha enfocado especialmente para la familia Phytoseiidae, sin embargo ante el potencial de otras familias como Laelapidae, que representan un componente básico dentro de un programa de control biológico de plagas del suelo se conocen pocos estudios. Lesna et al (1995), reportan a los acaros *Hypoaspis aculeifer* (Canestrini), *Lasioseius bispinosus* Evans and *Parasitus fimetorum* (Berlese) como agentes de control biologico del acaro del bulbo de las Liliaceas *Rhizoglyphus robini* Claparede (Acari: Astigmata) en Holanda, Taiwan y Japon. Los autores encontraron que los depredadores se alimentan y reproducen exclusivamente sobre *R. robini*. Freire et al. (2007), mantuvieron colonias de *Stratiolaelaps scimitus* (Womersley) en recipientes plásticos de 500 ml. y como presa ofrecieron *Tyrophagus putrescentiae* (Shrank) (Acari: Acaridae), el cual fue criado en

alimento para perros, de acuerdo al método de cría propuesto por Steiner et al. (1999). También se han evaluado intensamente como agentes de control biológico de *T. palmi* los hongos entomopatógenos como *Neozygites parvispora*, *Verticillium lecanii*, *Paecilomyces fumosoroseus* y *Beauveria bassiana* (Castineiras et al. 1996 a, 1996b; Seal, 1998).

La utilización del control biológico para regular las poblaciones de *T. palmi* en Colombia, se ha dirigido especialmente a liberaciones de *Chrysoperla externa* y aplicación de hongos entomopatógenos, el uso de ácaros depredadores no Phytoseiidae todavía es incipiente. Se han desarrollado y adaptado métodos de cría para ácaros Phytoseiidae pero no se han realizado trabajos que traten de implementar metodologías para ácaros Laelapidae, a pesar de que es uno de los grupos de Mesostigmata más abundantes en el suelo (Mesa y Valencia, 2011). La falta de metodologías y la escases uno de los principales obstáculos para usarlos como controladores biológicos de algunas plagas agrícolas del suelo Por lo anterior, en este trabajo se consideró el desarrollo de la cría masiva de *Stratiolaelaps* sp. con fines de liberación para el control de *T. palmi*.

# 1. Objetivos

## 1.1 Objetivo general

Desarrollo de la cría masiva de *Stratiolaelaps* sp. (Acari: Laelapidae) y evaluación de la capacidad de depredación de *Stratiolaelaps* sp. sobre *Thrips palmi*. (Thysanoptera: Thripidae).

## 1.2 Objetivos específicos

Establecer una cría masiva de *Tyrophagus putrescentie* en condiciones de laboratorio

Desarrollo de una cría masiva de *Stratiolaelaps* sp. (Acari: Laelapidae) en condiciones de laboratorio.

Evaluar en laboratorio la capacidad de consumo de *Stratiolaelaps* sp. en diferentes estados de desarrollo de *T. palmi*.



## 2. Marco Teórico

### 2.1 Características biológicas y reproductivas de thrips palmi

Los adultos del thrips del melón como es conocido *Thrips palmi*, son de color amarillo pálido, miden alrededor de un mm de longitud, tiene hileras continuas de setas por todo el cuerpo (Layland et al, 1994), la cabeza es relativamente pequeña y más ancha que larga; la antena posee 7 segmentos, el tercero mide de 42-45m de longitud y es cerca de dos veces más ancho que largo; el abdomen posee nueve segmentos bien definidos, las alas presentan bordes flecosos, las alas en posición de reposo dan el insecto la apariencia de tener una línea negra en el dorso (Nakahara, 1994). Esta especie tiene habito gregario, se presenta en el envés de las hojas, aunque también se puede hallar en las flores (Chang, 1991), su crecimiento poblacional es favorecido por las altas temperaturas, y humedad relativa es baja (Vos et al., 1991).

*T. palmi* presenta metamorfosis intermedia con dos estados ninfales los cuales son activas, seguidas por dos instares en los que disminuye su movimiento y no se alimenta, denominados pupa I y pupa II o prepupa y pupa, respectivamente; los huevos son pequeños 0.2 - 0.5mm de largo por 0.1 - 0.25mm de ancho, de forma oval a reniformes (Nakahara, 1994). El estadio con mayor duración fue la ninfa de segundo instar con 6.2 días. Chang (1991) en estudios realizados en Taiwán, sobre cucurbitáceas, encontró que *T. palmi* requiere, para completar el ciclo de vida de 15 a 24 días. Duran et al. (1999), realizaron el ciclo de vida de *T. palmi* en condiciones de laboratorio, sobre pimentón, pepino, berenjena y zapallo y encontraron un tiempo de duración del desarrollo de huevo a adulto, fue de 11 a 14 días en los diferentes hospedantes. La mayor fecundidad se expresó en

zapallo con 37.4 huevos por hembra y la menor en pimentón 12.2 huevos por hembra. La tasa neta de crecimiento ( $R_0$ ) fue de 8.7 a 10.7 y la tasa intrínseca de crecimiento ( $r_m$ ) fue de 25 a 35%. Bueno y Cardona (2001), encontraron un tiempo de desarrollo de 17 días cuando la especie fue alimentada sobre frijol, y Guarín (2003), obtuvo una duración del ciclo de vida de 20.5 días en condiciones del oriente Antioqueño, ofreciendo como alimento frijol.

## **2.2 Plantas hospederas y daños ocasionados por *T. palmi***

Elizondo et al., (2004), indican que en Cuba son más de 30 plantas de importancia económica en las cuales se registró la mayor incidencia de *T. palmi*; sin embargo, los hospedantes preferenciales por la intensidad de la infestación y por los daños lo constituyeron los cultivos de papa, frijol, pepino, calabaza, melón y pimiento, los cuales se mantuvieron de forma continua bajo los efectos de la plaga y donde se tomaron las medidas más enérgicas para lograr su recuperación.

Cermeli y Montagne (1993) en Venezuela, reportaron 47 plantas hospederas pertenecientes a 16 familias botánicas. Vázquez y Rodríguez (1999) indicaron que en los cultivos de pepino, melón, calabaza, frijol, pimiento, berenjena y papa, *T. palmi* desarrolla su ciclo biológico y realiza lesiones ostensibles en los tejidos de los órganos donde habita. Estos autores también consideran además otras plantas donde el insecto puede desarrollar el ciclo o una fase de este, y no causa lesiones.

Cermeli et al. (2002) plantean que cuando *T. palmi* o piojito amarillo de la caraota fue introducido en Venezuela en 1991 con la apertura de la importación de hortalizas frescas, se redujo en 50% la producción de papa en el país, al limitar la siembra en los estados de Aragua y Carabobo. Entre los principales daños de *T. palmi* se encuentran los causados tanto a las hojas como a las flores y frutos en

las diferentes especies. En pimiento se caracterizó por la presencia de colonias en el envés de las hojas, las cuales se observaron de color bronceado por el envés, con amarillamiento en los sitios de mayores poblaciones de larvas. Su presencia en las flores pudo ocasionar su caída y la afectación en la calidad de los frutos. En papa fundamentalmente se encuentra en el envés de las hojas, las que se tornan plateadas hasta pardo oscuro; la lámina foliar se lesiona severamente. A medida que transcurre el tiempo se aprecia necrosis del tejido en el nivel inferior de la planta hasta la sequedad. En frijol las lesiones son similares a la papa, pero cuando las poblaciones son altas, los síntomas son más evidentes entre las nerviaciones de las hojas, que finalmente se secan y se detiene el desarrollo independientemente de la edad de la planta. En las cucurbitáceas estos daños son más severos en el pepino que en la calabaza o el melón. Las hojas se tornan inicialmente plateadas por el envés, después se necrosan y finalmente se secan. Las plantas en estas condiciones se defolian y finalmente mueren sin producir frutos.

Denoyes et al. (1986), en Martinica, describieron daños semejantes sobre las hojas en cucurbitáceas y berenjena. Salas y Cermeli (1995) indicaron que el daño causado por el envés de las hojas aparece como una mancha plateada, que a medida que avanza se torna color bronceado y posteriormente toma una coloración marrón, apareciendo el tejido necrosado, las venas se engrosan, la planta se retrasa en su crecimiento y se seca. Nakahara (1994), en Japón, describió amarillamiento de las hojas, raspaduras y malformación en los frutos, pobre fructificación y muerte cuando ocurren altas poblaciones. La papa y el frijol en la fase fenológica de desarrollo del tubérculo o de las vainas, respectivamente, lograron producir, aunque con cierta reducción en su productividad. En otros cultivos como el pimiento, la berenjena y el pepino, cuando la infestación fue muy grande, se desarrollaron frutos deformados o de presencia desagradable producto de los daños ocurridos en su corteza. Estos resultados coinciden con los descritos por Pantoja et al. (1988) sobre plantaciones comerciales de cucurbitáceas y solanáceas en Puerto Rico.

En habichuela, los adultos de *T. palmi* se encuentran usualmente en las hojas jóvenes y tejidos tiernos de la planta. Las larvas prefieren hojas más viejas que por lo menos tengan cinco a siete días de diferencia con las hojas más jóvenes. En algunos casos cuando las poblaciones son muy altas los adultos y larvas se encuentran en las vainas. Las larvas de este insecto se alimentan principalmente en el envés de la hoja, succionando sabia del tejido del parénquima, lo cual da lugar a que aparezca un broceado brillante. El adulto se alimenta principalmente por el haz de la hoja y a lo largo de las nervaduras, comenzando en la mayoría de los casos por la nervadura central. En los dos estados pero principalmente en el de larva, pueden moverse a las vainas y deteriorar su apariencia para el agricultor Bueno y Cardona (2001).

Elizondo et al., (2004), indicaron que en el aspecto económico el impacto inicial en Cuba, resultó considerable, ya que la diseminación ocurrió muy rápida en la región afectada, y no se disponía de los medios adecuados para su combate. La magnitud de estas afectaciones se reflejó en las pérdidas de los rendimientos en los cultivos afectados, en la introducción de nuevas tecnologías, como son la aplicación en el suelo en el momento de la siembra.

Reportes de diferentes autores indican que las siguientes especies de plantas le sirven a *T. palmi* como hospederas: Morera (*Morus latifolia*), Clavel (*Dianthus caryophyllus*), Papa (*Solanum tuberosum*), Espinaca (*Spinacia oleracea*), Tabaco (*Nicotiana tabacum*), Pimienta (*Piper nigrum*), Ajonjolí (*Sesamum indicum*), Arveja (*Pisum sativum*), Dalia (*Dahlia pinnata*), Té (*Camellia sinensis*), Lechuga (*Lactuca sativa*), Rábano (*Raphanus sativus*), Girasol (*Helianthus annuus*), Melocotón (*Amygdalus pérsica*), Caupí (*Vigna unguiculata*), Manzana (*Malus sylvestris*), Pimentón (*Capsicum annum*), Ciruela (*Prunus salicina*), Sandía (*Citrullus vulgaris*), Soja (*Glycine max*), Crisantemo (*Chrysanthemum morifolium*), Frijol (*Phaseolus vulgaris*), Pepino (*Cucumis sativus*), Haba (*Vicia faba*), Melón

(*Cucumis melo*), Cítricos (*Citrus sp.*), Zanahoria (*Daucus carota*), Uvas (*Vitis sp.*), Patata dulce (*Ipomoea batatas*), Algodón (*Gossypium hirsutum*), Tomate de Árbol (*Cyphomandra betacea*), Oca (*Hibiscus esculentus*), Cilantro (*Coriandrum sativum*), Lulo (*Solanum quitoense*), Granadilla (*Passiflora ligularis*), Zanahoria (*Daucus carota*), Calabacín (*Cucurbita pepo*), Papa Criolla (*Solanum peruvianum*), Brevo (*Ficus carica*) (Talekar, 1991; Rosenheim et al, 1990; Guarín, 2002; Guarín, 2003).

Jones (2005) indica que el género *Thrips* es conocido por ser vector de Tosspovirus que causan la clorosis en *Capsicum sp.* (CaCV) que se caracteriza por que las hojas jóvenes de la planta muestran clorosis en los bordes y en las nervaduras y se curvan y en las hojas viejas se observan anillos. Los frutos no se desarrollan, tienen forma distorsionada y presentan lesiones necróticas. La transmisión de estos virus ocurre por alimentación.

## **2.3 Métodos de control de Thrips palmi**

### **2.3.1 Control químico de Thrips palmi**

El control químico de *T. palmi*, ha sido muy complicado y muchos estudios sugieren que emplear solamente este método de control no es efectivo. Se ha comprobado la resistencia a muchos insecticidas organofosforados, carbamatos y piretroides. Las principales limitaciones encontradas están asociadas a una genuina resistencia de la especie y a que las aplicaciones no llegan a una gran proporción de la población por sus hábitos alimenticios en lugares muy protegidos de la planta y etapa de pupa en el suelo (Canon et al. 2007). Métodos de control cultural como coberturas plateadas o negras disminuyen las poblaciones de *T. palmi* en pimentón (Kawai, 1990 Salas, 2004). Trampas adhesivas de colores en cultivos de pimentón y frijol en Venezuela también han sido implementadas por pequeños productores con buenos resultados (Salas, 2004).

### 2.3.2 Control biológico de *Thrips palmi*

Cerca de 40 especies de enemigos naturales de *T. palmi* han sido registradas a través del mundo, siendo los más sobresalientes Diptera: Cecidomyiidae, Coleoptera: Coccinellidae, Hemiptera: Miridae, Neuroptera: Chrysopidae, Hemiptera: Lygaeidae, Hemiptera: Anthocoridae, Hemiptera: Berytidae, Thysanoptera: Aeolothripidae, Phlaeothripidae, y Thripidae y acaros Phytoseiidae. También han sido reportadas arañas como depredadoras y parasitoides de huevos de la familia Trichogrammatidae y de larvas como Eulophidae y nematodos como Steinernematidae. Entre los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* (Bals.) y *Verticillium lecanii* (Zimm.) son los más conocidos (Cox et al., 2006).

Especies del genero *Orius* (Hemiptera: Anthocoridae), son considerados muy importantes en Japón y Corea. *Orius sauteri* fue evaluado y registrado como agente regulador de *T. palmi* en Japón sobre pimentón, ya que reduce las poblaciones de la plaga. Sin embargo, *Orius strigicollis* es preferido para la comercialización dado que es más fácil su multiplicación y reproducción (Shimizu and Kawasaki, 2001; Yano, 2004). Kim et al., (2004) también evaluaron el control biológico ejercido por *Orius strigicollis* en un cultivo de pepino en invernadero en Corea y encontraron que liberaciones de 4.8 individuos de *O. strigicollis* por planta lograron controlar las poblaciones de *T. palmi* durante seis semanas.

A pesar de que algunos autores reportan que algunas especies de *Orius* puede disminuir poblaciones de *T. palmi*, otros investigadores cuestionan el uso de este controlador biológico, que aunque reconocen que los adultos de *Orius* localizan las plantas infestadas, uno de sus inconvenientes radica en que son depredadores generalista que usan alimentos complementarios como áfidos y ácaros fitófagos y depredadores como *Amblyseius cucumeris*, por lo cual no pueden ser liberados juntos y muy pocos insecticidas pueden ser usados cuando

se ha liberado *Orius*. Las especies más conocidas son *O. sauteri*, *O. majusculus*, *O. tricolor*, *O. insidiosus* y *O. laevigatus* (Cox et al. 2006).

Loomans (2003), indicó que los adultos y larvas de *Franklinothrips* spp. (Thysanoptera: Aeolothripidae) se alimentan de huevos, larvas, pupas y adultos de *T. palmi* en diferentes cultivos y condiciones climáticas. *Franklinothrips vespiformis* (Crawford) fue reportado por Yano (2004) como efectivo control de *T. palmi* en cultivos de berenjena y pepino en invernadero en Okinawa, Japon (Yano 2003),

Los hongos entomopatógenos también han sido evaluados para control de poblaciones de *T. palmi*. Saito (1992) reportó que *Lecanicillium muscarium* (Petch) fue altamente efectivo en el control de *T. palmi*. Smith et al. (2005) registraron mortalidad significativa sobre larvas y ninfas de *T. palmi* en *Chrysanthemum*. *Beauveria bassiana* también se ha reportado como muy efectivo bajo ciertas condiciones (James y Elzen, 2001). Otros estudios han registrado control mediante el uso de los hongos entomopatógenos como *Neozygites parvispora*, *Verticillium lecanii*, *Paecilomyces fumosoroseus* y *Beauveria bassiana* han sido evaluados para el control de *T. palmi* (Castineiras et al. 1996; Seal, 1998). Guarín (2003) en el Oriente Antioqueño, obtuvieron control de adultos de *T. palmi*, con aislamientos de *Beauveria bassiana* (CLS- 001) y *B. brongniartii* (CLS- 008).

Duran et al (1999) en estudios realizados en el Valle del Cauca, indicaron que Los enemigos naturales encontrados con mayor frecuencia fueron los siguientes depredadores: *Orius* spp. (Hemiptera: Anthocoridae); *Amblyseius* spp. (Acari: Phytoseiidae), diferentes especies de Coccinellidae (Coleoptera) y *Franklinotrips* sp. (Thysanoptera: Aeolothripidae). Guarín (2003), en Antioquia evaluaron la capacidad de predación de *Chrysoperla externa* sobre *T. palmi*, encontrando resultados promisorios. Londoño et al. (2003), en Antioquia evaluaron las especies *Orius* sp. y *Chrysoperla asoralis*, en un cultivo de frijol con alta

infestación de *T. palmi* y constataron que las dos especies de depredadores ejercieron una acción importante en los cambios en la población de *T. palmi*, en la parcela sin insecticidas. Rodríguez et al., (2007) en una búsqueda de enemigos naturales de *T. palmi* en 23 cultivos en Cuba identificaron 24 especies de ácaros depredadores, pertenecientes a las familias Phytoseiidae, Blattisociidae, Ascidae y Laelapidae. La familia mejor representada fue la Phytoseiidae con 20 especies, la mayoría de las cuales poseen hábitos generalistas.

### 2.3.2.1 Ácaros depredadores de Thrips

Entre los ácaros depredadores, los Phytoseiidae del genero *Amblyseius* son los más conocidos ya que pueden atacar pequeños artrópodos como ácaros y trips. Ellos perforan la cutícula con los quelíceros y succionan el contenido del cuerpo de la presa. Mituda y Calilung (1989) estudiaron la capacidad de predación de *Amblyseius* spp. sobre ninfas de *T. palmi*, encontrando que los adultos del acaro pueden consumir de dos a siete ninfas *T. palmi* por día. ChyiChen y WenHua (2001) comprobaron que las especies *A. maai* y *A. asetus* pueden consumir entre 80 y 90 larvas de *T. palmi* durante su vida. Kuroki et al., (1997) encontraron que realizando liberaciones de 100 adultos por planta tres veces a la semana de *Amblyseius cucumeris*, redujo las poblaciones de *T. palmi* entre tres y cinco veces la población.

Una de las desventajas que tiene las especies de *Amblyseius* es que son canibalistas a bajas densidades de presa y algunas especies son muy susceptibles a insecticidas. A mismo, algunas especies presentan preferencias como *A. degenerans* y *A. cucumeris* atacan altas poblaciones de *T. palmi* pero únicamente en pimentón. (Cox et al. 2006). Wiethoff et al., (2004) comprobaron que al realizar liberaciones de 46 individuos del acaro Phytoseiidae *Amblyseius cucumeris* (Oudemans) y 207 del acaro Laelapidae *Hypoaspis aculeifer* (Canestrini) en el control de *Frankliniella occidentalis* (Pergande) en pepino, obtuvieron control del trips, ya que el Phytoseiidae consumió larvas y ninfas sobre las hojas y el Laelapidae consumió las pupas en el suelo.

Jacobson et al., 2001 evaluaron el efecto del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* sobre poblaciones de *Frankliniella occidentalis* Pergande (Thysanoptera: Thripidae) en pepino y la compatibilidad con el Phytoseiidae *Amblyseius cucumeris*, encontrando que el hongo *B. bassiana* debe ser usado después de las liberaciones del Phytoseiidae *A. cucumeris*, el cual hace un porcentaje del control de la plaga y el restante lo haría el hongo.

### **2.3.2.2 Uso de ácaros Laelapidae en control biológico**

Especies de *Hypoaspis* spp. (Mesostigmata: Laelapidae) son conocidos depredadores de diversos organismos del suelo incluyendo pupas de Thrips. Según estudios de Linnamaki et al. (1998) *Hypoaspis miles* puede sobrevivir a bajas densidades de presa, es muy rápido y móvil, se dispersa amplia y uniformemente en el cultivo, generalmente se encuentra a un centímetro del suelo y tolera muchos insecticidas aplicados al follaje, por lo cual esta especie es considerada un buen candidato como controlador biológico de trips (Cox et al., 2006).

Los ácaros Laelapidae, han sido ampliamente usados en el control de larvas de Sciaridae en diferentes cultivos entre ellos hongos comestibles: En Europa estos ácaros se comercializan y las especies más comúnmente usadas son *Stratiolaelaps (Hypoaspis) miles*, *Geolaelaps (Hypoaspis) aculeifer* y *Stratiolaelaps scimitus* las cuales son usadas para el control de *Bradysia paupera* y *Lycoriella solani* (Freire et al. 2007). En Brasil Campos Castilho et al (2009), liberaron *S. scimitus* para el control de *Bradysia matogrossensis* en cultivos del hongo *Agaricus blazei* encontrando que se presentó una reducción significativa de la plaga. Wawrzynski et al. (2001), indican que *Stratiolaelaps miles* es ampliamente usado en Norte América como agente de control biológico de *Bradysia* spp. (Diptera: Sciaridae), en sistemas de producción de invernaderos porque es altamente exitoso en el control del Sciaridae.

Wua et al., (2014), liberaron 250 individuos/ m<sup>2</sup> de *Stratiolaelaos scimitus* Berlese (Acari: Laelapidae) y 250 individuos/m<sup>2</sup> de *Neoseiulus barkeri* Hughes (Acari: Phytoseiidae) para el control de *Frankliniella occidentalis* Pergande y *Thrips tabaci* Lindeman en un cultivo de pepino en invernaderos encontrando que las liberaciones separadas de los dos depredadores suprimen las poblaciones de las dos especies de Thrips significativamente.

Prischmann et al., (2010) evaluaron la capacidad de control de los depredadores *Gaeolaelaps* sp. (Laelapidae), *Macrocheles insignitus* Berlese (Macrochelidae), *Glyptolaspis* (= *Holostaspis*) *americana* (Berlese) (Macrochelidae), *Eviphis ostrinus* (Koch) (Eviphididae), *Gaeolaelaps (Hypoaspis) aculeifer* (Canestrini) y *Stratiolaelaps (Hypoaspis) miles* (Berlese) (Laelapidae) sobre huevos y larvas de *Diabrotica virgifera virgifera* (Coleoptera: Chrysomelidae) y encontraron que todas estas especies tienen un impacto muy importante en la supresión de poblaciones de huevos y larvas de *D. virgifera*, excepto *Eviphis ostrinus* que no consumo.

Cabrera et al., (2005) en estudios realizados en Norte América, compararon el desarrollo y reproducción de *Stratiolaelaps scimitus* ofreciendo como alimento presa *Sancassania* aff. *sphaerogaster* (Zachvatkin) (Acari: Acaridae), la lombriz Enchytraeidae (Annelida: Oligochaeta) y larvas de *Bradysia* aff. *coprophila* (Lintner). Los investigadores comprobaron que el acaro *Sancassania* aff. *sphaerogaster*, no es un alimento adecuado para el depredador, y la lombriz Enchytraeidae, que puede depredar *Bradysia* aff. *coprophila* y la lombriz Enchytraeidae los cuales se constituyen en alimentos alternos.

## 2.4 Cría y multiplicación de ácaros

Las posibilidades de usar ácaros depredadores en el control de plagas del suelo como agentes de control biológico demanda un continuo desarrollo y perfeccionamiento de los métodos de cría, de manera tal que se garanticen altas producciones a bajo costo y con la calidad requerida (Kostiainen y Hoy 1994). La

evaluación de métodos de cría de ácaros predadores de la familia Laelapidae constituye un componente básico dentro de un programa de control biológico de ácaros e insectos. La meta de un plan de producción masiva es obtener, con un mínimo de trabajo y espacio, un número máximo de hembras fértiles y de buena calidad, dentro de un período de tiempo corto (Mesa et al. 1993).

Los métodos por utilizar dependen fundamentalmente de las características de la especie que se desea criar y de la disponibilidad de espacio y recursos. El desarrollo de metodologías de cría y multiplicación de ácaros depredadores involucra la exploración de un enemigo natural que sea el candidato ideal y la selección de la presa o fuente de alimento (Luck *et al.*, 1988). Baker (1968) encontró que los ácaros Astigmata *Glycyphagus domesticus*, *Aeroglyphus robustus* (*Glycyphagidae*), *Acarus siro* (L.) y *Tyrophagus putrescentiae* (Schrank), (*Acaridae*) y las larvas de *Tribolium confusum* (Duval) (*Coleoptera: Tenebrionidae*), son consumidas por los ácaros depredadores *Androlaelaps casalis* (Berlese) (*Laelapidae*) y *Blattisocius keegani* (Fox) (*Ascidae*), permitiendo su desarrollo y reproducción en condiciones controladas.

Lesna et al., (1995) exploraron los ácaros depredadores Mesostigmata que están asociados al acaro de los bulbos *Rhizoglyphus robini* Clapartde (*Acari: Astigmata*), los cuales son importantes plagas de bulbos de Liliaceae en Holanda y en otros países. Según los autores la co-ocurrencia del depredador y la presa no necesariamente implican una asociación depredador-presa, por lo cual es necesario hacer pruebas de alimentación y ovoposición de los depredadores. La especie de depredador seleccionada fue el Laelapidae *Hypoaspis aculeifer*, porque fue la más abundante y fue llevada al laboratorio y confinadas en una cría de *R. robini* and *Tyrophagus putrescentiae* (Schrank) (*Acari: Astigmata*). Las pruebas de alimentación mostraron que *H. aculeifer* fue el candidato más promisorio para el control biológico de *R. robini* en bulbos de Liliaceae, bajo condiciones de propagación de los bulbos. También encontraron que los estados

juveniles de los depredadores tienen bajos requerimientos de presa dando una ventaja para el incremento de *R. robini*.

Steiner et al., (1999), desarrollaron un método de cría masiva del acaro depredador *Stratiolaelaps miles* (Berlese), utilizando como presa el acaro *Tyrophagus putrescentiae* (Schrank), obteniendo un incremento de la población de *S. miles* de 35 veces mayor a la población inicial después de 21 días.

Ydergaard et al. (1997) indicaron que la cría y multiplicación del acaro Laelapidae *Stratiolaelaps miles* ha sido realizada exitosamente ofreciendo diversos alimentos como: ácaros de los bulbos *Rhizoglyphus echinopus* Fumoze y Robin (Acari: Acaridae), el acaro de los productos almacenados *Tyrophagus putrescentiae* Shrank (Acari: Acaridae), el Collembola *Lebidocyrtinus incertus* Handsch (Collembola: Entomobryidae) (Schereef et al. 1980); las mosquitas *Lycoriella solani* (Diptera: Sciaridae) y *Heteropeza pygmaea* Winnertz (Diptera: Cecidomyiidae) (Ali and Brenann 1997); también ha sido criado sobre las mosquitas del suelo *Bradysia paupera* Tuomokoski and *B. tritici* Coquillet (Diptera: Sciaridae). De todos estos alimentos se conoce que el usado comercialmente es *T. putrescentiae*, estos estudios demuestran que *S. miles* es un depredador polífago, capaz de desarrollarse y reproducirse sobre una amplia variedad de presas.

Freire et al., (2007) indicaron que para realizar los experimentos con *Stratiolaelaps scimitus* en Brasil, mantuvieron las colonias del depredador en porrones de 500 ml que contenían *Tyrophagus putrescentiae* (Shrank) (Acari: Acaridae) como presa siguiendo la metodología descrita por Steiner et al. (1999).

En Colombia, son pocos los estudios para desarrollar crías de ácaros depredadores diferentes a Phytoseiidae y utilizando sustratos diferentes. Castro, (1996), evaluó en condiciones de laboratorio los siguientes sustratos: almidón de

yuca más trigo, Almidón de yuca, salvado de trigo con melaza, salvado de trigo con melaza más harina de trigo, para la cría un Acaridae que serviría de alimento al Phytoseiidae *Amblyseius cucumeris*. Los resultados indicaron que el mejor sustrato de cría del Acaridae fue salvado de trigo con melaza, sin embargo, se le presentaron problemas de contaminación de hongos y otros acaros. Imbachi *et al*, (2012) desarrollo la cría de *Lasioseius near meridionalis* (Mesostigmata: Ascidae), usando como sustrato croquetas de alimento para perros para la cría de *Tyrophagus putrescentiae*.

Diferentes investigadores encontraron que ácaros Astigmata representan una buena fuente de alimento, que permite a los depredadores de la familia Laelapidae, desarrollarse y reproducirse. Varias familias del suborden Astigmata son consideradas de importancia en salud humana por las reacciones alérgicas causadas a los seres humanos e infestar alimentos secos almacenados como la harina o los cereales y los alimentos secos para perros. Los ácaros de los alimentos en ocasiones parecen tener cierta predilección por un tipo determinado de alimento, pero en su conjunto son saprófagos, fungívoros, fitófagos y granívoros. Los Acaridae, y en especial el Género *Tyrophagus*, prefieren específicamente alimentos con un alto contenido en grasa y proteína. Estos ácaros son afectados por la deficiencia de humedad relativa. En trabajos realizados por Brazis *et al.*, (2004) encontraron que *Tyrophagus putrescentiae* sobrevive a 12°C y humedad relativa del 74% mientras que en humedades inferiores no se apreció la presencia de estos ácaros.

Bahrami, *et al.* (2007), en trabajos realizados en Teherán (Iran), estudiaron la biología y desarrollo de *T. putrescentiae* sobre el hongo *Fusarium graminearum* en condiciones de laboratorio y encontraron que el tiempo de huevo a adultod fue de 10.05 días, y la fecundidad de las hembras fue de 76.2 huevos por generación.

Kheradmand *et al.* (2007) en estudios realizados en estudios realizados también en Teherán (Iran) indican que *T. putrescentiae* es un acaro de distribución

cosmopolita que se encuentra en una diversidad de hábitats como productos almacenados, materia orgánica en descomposición, semillas de plantas, plantas medicinales y hongos comestibles. Generalmente se encuentra en productos con altos contenidos de grasa y proteína como huevos secos, semillas, quesos, jamones, banano seco, avena, harina, etc. Este acaro presenta un amplio rango de tolerancia a la temperatura y la humedad. Para estos autores *T. putrescentiae* es un grave problema en cultivos de hongos comestibles como *Agaricus bisporus* (Lange) y *Pleurotus ostreatus* (Kumm) ya infesta las camas de cultivo y empieza a consumir el micelio y esporoforos, haciendo heridas que son la puerta de entrada a bacterias o a hongos como *Aspergillus flavus*, *A. fumigatus*, *A. niger*, *Mucor racemosus* y *Nectria haematococca* que ocasionan daños económicos en cultivos de hongos comestibles. Estos autores estudiaron la biología de *T. putrescentiae* sobre *A. bisporus* y *P. ostreatus*, a varias temperaturas, indicando que a 25 y 30°C la duración del ciclo de vida de huevo a adulto se presenta entre 24.3 a 11.7 días respectivamente, y los parámetros poblacionales como la tasa de crecimiento  $r_m$  fue de 19.6%, la tasa reproductiva de 90.1 y la tasa de incremento semanal fue de 7.53%.

De Sousa et al., (2005), encontró en supermercados de la ciudad de Recife en Pernambuco Brasil una acaro fauna diversa asociada a granos de frijol, maíz y alimento para perros. Las familias encontradas con mayor frecuencia y abundancia fueron Acaridae, Ebertiidae, Glycyphagidae, Cheyletidae, Stigmaeidae, Pyemotidae, Tarsonemidae, Tydeidae, Cunaxidae, Ameroseiidae, Ascidae e Phytoseiidae.

Según Sánchez (2002), indica que hay muchos substratos sobre los cuales han sido hallados ácaros domésticos, como: azúcar, bulbos, carnes, chocolate, cuero, especias, frutas, frutos secos, granos, harinas, heno, hongos, madera húmeda, mercancías ricas en grasa y proteína (jamones, chorizos, salami, lomos, copra, quesos o leche en polvo), paja, polvo de las casas, pieles, plantas en

descomposición, polvos orgánicos, semillas, tabaco, té, vegetales secos, estiércol, cadáveres de artrópodos y vertebrados, nematodos, tubérculos podridos y en nidos de roedores, hormigas y aves, entre otros muchos.



## **3. Materiales y Metodos**

### **3.1 Ubicación del estudio**

La cría masiva de los ácaros *T. putrescentiae* y *Stratiolaelaps* sp., y los ensayos sobre preferencia alimenticia, se realizaron en los Laboratorios de Entomología, Acarología e invernaderos de la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira, ubicada en el municipio de Palmira a 1.001 m.s.n.m. con temperatura promedio de 23°C y coordenadas de 3° 30' 43" N 76° 18' 25" O.

### **3.2 Establecimiento de la cría masiva de *T. putrescentiae* en condiciones de laboratorio**

La cría se estableció siguiendo la metodología de Freire et al. (2007), en porrones plásticos de 5 kilogramos, la tapa de los porrones tenía un orificio de 4.0 cm de diámetro, el cual se tapó con un trozo de tela negra para permitir el intercambio de aire en el porrón. A cada porrón se le adiciono 100g de alimento para perros adultos Marca Purina Kanina®. Los individuos de *T. putrescentiae* con los cuales se inició la cría, fueron colectados de cultivos de hongos en cajas petri del laboratorio de Microbiología de la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira. Los Adultos y ninfas encontrados en estos medios se retiraron con ayuda de un pincel No. 00, y se colocaron en sobre el alimento para perros.

La identificación taxonómica fue realizada por la Profesora Nora Cristina Mesa Cobo, mediante el uso de claves taxonómicas de Evans Walter (2006) de La Colorado State University y University of Alberta en Canadá sobre ácaros Astigmatina (Astigmata, Acaridida) y que hace parte de la Clave taxonómica LUCID

Keys.

[http://itp.lucidcentral.org/id/mites/invasive\\_mite/Invasive\\_Mite\\_Identification/key/Major\\_Mite\\_taxa/Media/Html/Browse\\_MMT.htm](http://itp.lucidcentral.org/id/mites/invasive_mite/Invasive_Mite_Identification/key/Major_Mite_taxa/Media/Html/Browse_MMT.htm). En la figura 3-1 se presentan los medios de cultivo de los cuales se obtuvieron los ácaros, la colecta de los ácaros, y especímenes de *Tyrophagus putrescentiae*.



**Figura 3-1:** Especímenes del Acaro *Tyrophagus putrescentiae* montado en medio Hoyer. Foto por. López R.

Día de por medio se hacían aspersiones de agua dentro del porrón para mantener la humedad. Estas unidades de cría se colocaron en bandejas plásticas con agua para evitar el ingreso de las hormigas, y otros ácaros depredadores o contaminantes. Las crías se mantuvieron en una cabina climatizada a  $25 \pm 5^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 5\%$  de HR dentro del laboratorio de Entomología y Acarología de la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira Figura 3-2.



**Figura 3-2:** A. Cabina con porrones. B. Aspersión de agua en porrones. Foto por. López R.

### 3.2.1 Cuantificación de ácaros *T. putrescentiae* producidos por porrón y por croqueta de alimento

Para establecer el crecimiento de la población de *T. putrescentiae*, se utilizaron porrones plásticos de cinco kg. y en cada uno se colocó 100g de alimento para perros adultos (228 croquetas) y se hicieron aspersiones de agua cada día de por medio. Los tratamientos consistieron en un número inicial de ácaros *T. putrescentiae* y fueron los siguientes: T1. 400, T2. 600, T3. 800, T4. 1000, T5. 1200 y T6. 1400. Las evaluaciones de incremento de la población se realizaron cada diez días, registrando el número de individuos en 30 croquetas de alimento por porrón, hasta los 40 días. En la Figura 3-3 se presenta la forma como se estableció el experimento.



**Figura 3-3:** Porrones en los que se estableció el experimento. Foto por. López R.

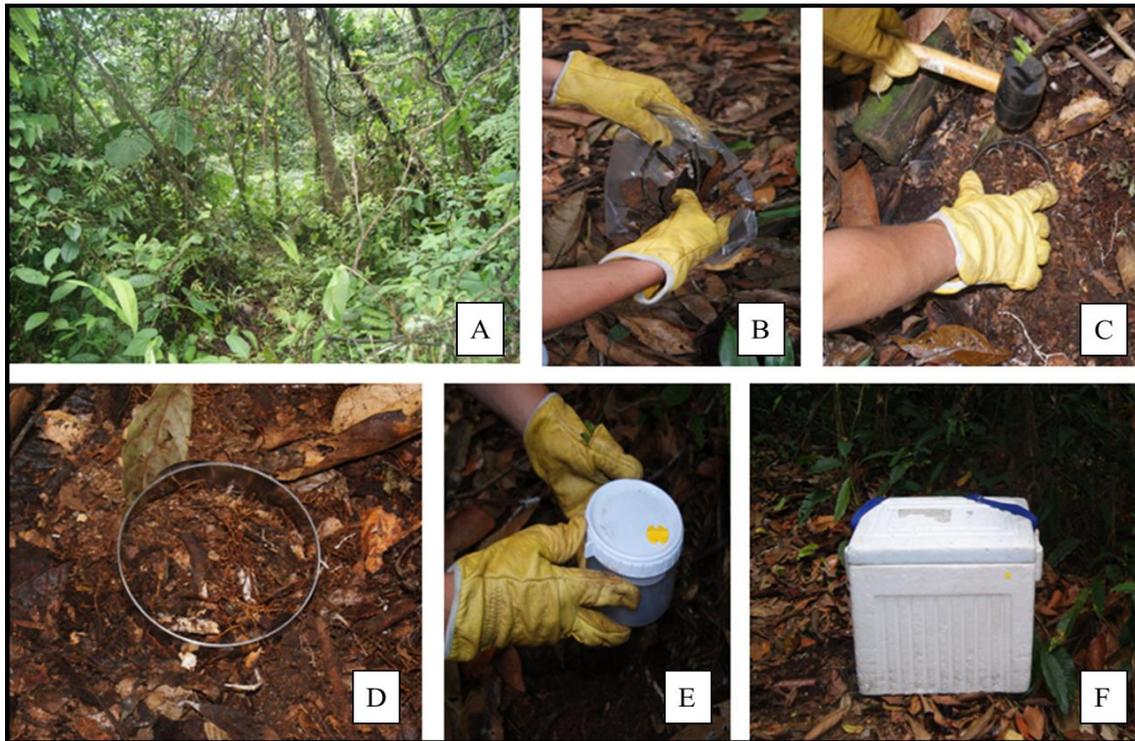
### 3.2.2 Diseño experimental y análisis estadístico

Se utilizó un diseño completamente al azar con 6 tratamientos. Los tratamientos fueron la densidad inicial de *T. putrescentiae* en los 100 gramos de alimento. El experimento fue conformado por 6 porrones de 5 kilos que contenían 228 croquetas de alimento para perros (100 g) y 30 repeticiones (30 croquetas cada 10 días), hasta completar 40 días. Para el análisis de la información los datos se sometieron a un Análisis de Varianza (ANOVA) y separación de medias por diferencia mínima significativa (DMS) al 5% de confiabilidad con el paquete estadístico (SAS 9.2, 2008).

### 3.3 Desarrollo de una cría masiva de *Stratiolaelaps* sp. (Acari: Laelapidae) en condiciones de laboratorio

### 3.3.1 Colecta de *Stratiolaelaps* sp. en campo

Como resultado de trabajos p del grupo de investigación en Acarología en la línea de investigación (Diversidad de Ácaros del Suelo), se estableció la presencia del acaro Laelapidae *Stratiolaelaps* sp. y otros Mesostigmata en el suelo del corregimiento de Cisneros Km 40, vía Cali, Buenaventura Figura 3-5, se realizaron viajes a esta zona para coleccionar muestras de suelo y hojarasca con el fin de iniciar una cría de *Stratiolaelaps* sp. Las muestras de suelo y hojarasca fueron coleccionadas en un radio de 1 metro en zonas escogidas al azar. En cada caso se tomaron tres muestras por localidad. Cada muestra de suelo se tomó entre la superficie y 5,0 cm de profundidad, con el uso de un barreno o cilindro de 5.0 cm de diámetro por 5.0 cm de altura con uno de sus extremos cortante como el sugerido por Oliveira et al. (2001). La hojarasca que se encontró en los sitios de muestreo se coleccionó antes de tomar la muestra de suelo y se depositó en bolsas plásticas, se procedió de la misma manera que el suelo mineralizado. Cada muestra de suelo se colocó dentro de una bolsa plástica con su información correspondiente y estas a su vez en una nevera de icopor para evitar la perturbación de la muestra por efecto de la luz y la temperatura Figura 3-4. Estas muestras se transportaron al laboratorio de Entomología y Acarología de la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. Se realizaron cuatro muestreos a lo largo del proyecto en la zona.



**Figura 3-4:** Colecta de *Stratiolaelaps* sp. en campo. A. vegetación de la zona de estudio. B. Recolección hojarasca. C. Cilindro de 5.0 por 5.0cm a ras del suelo D. Extracción de cilindro. E. rotulado de muestra. F. conservación muestra en nevera de icopor. Fotos por. López R.

### 3.3.2 Colecta de *Stratiolaelaps* sp. en laboratorio.

La extracción de los ácaros se hizo esparciendo la muestra de suelo sobre una tela negra, lo cual facilitó la captura de los ácaros Laelapidae ya que genera un contraste, pues los ácaros son de color crema claro, con ayuda de un pincel y en algunos casos se utilizaba un estereoscopio marca Nikon® modelo SMZ445 con aumento zoom de 0.8x a 3.5x. y con la ayuda de pincel No. 00 se retiraron los ácaros Laelapidae *Stratiolaelaps* sp. que eran los de mayor tamaño.

Estos ácaros se depositaron en porrones plásticos que contenían ácaros *T. putrescentiae* criados en alimento para perros. Las crías se mantuvieron en una cabina climatizada a  $25 \pm 5^{\circ}\text{C}$ ,  $70 \pm 5\%$  de HR del laboratorio de Entomología y Acarología de la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira y separadas de las crías de *T. putrescentiae*. Periódicamente se realizaron observaciones y evaluaciones sobre el incremento de la población de *Stratiolaelaps* sp.

Al cabo de una semana se tomaron muestras para verificar su identificación taxonómica y periódicamente se montaron ácaros en medio Hoyer y se verificó su identidad en el microscopio. Las identificaciones taxonómicas fueron realizadas la Profesora Nora Cristina Mesa Cobo, mediante el uso de claves taxonómicas de Evans Walter (2006) de La Colorado State University y University of Alberta en Canadá sobre ácaros Mesostigmata y que hace parte de la Clave taxonómica LUCID Keys.

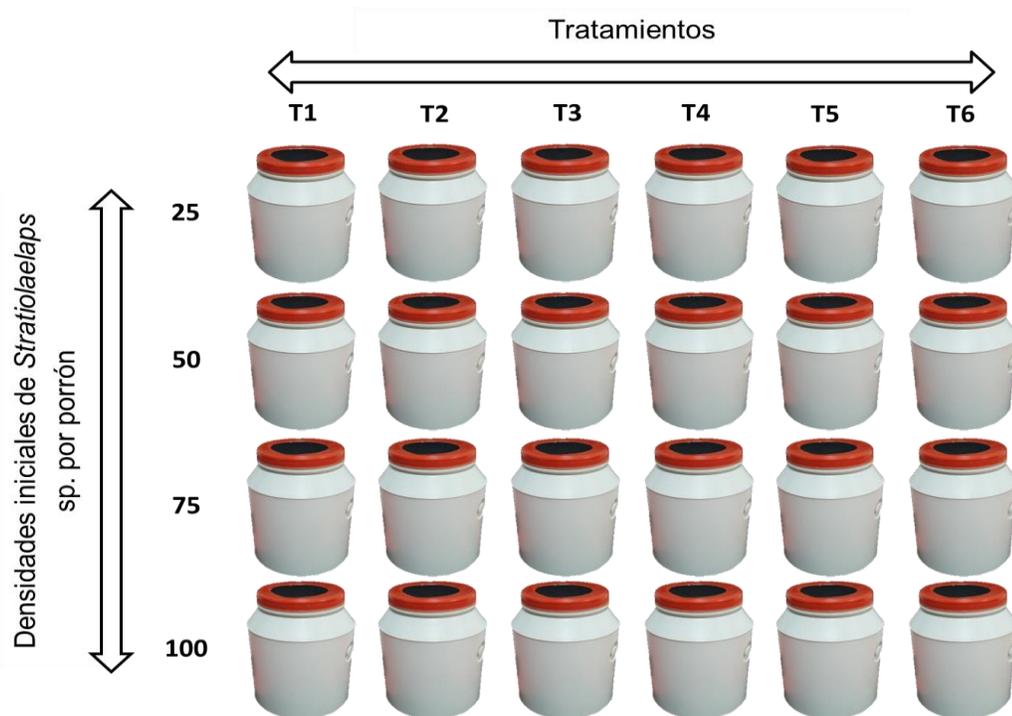
[http://itp.lucidcentral.org/id/mites/invasive\\_mite/Invasive\\_Mite\\_Identification/key/Mesostigmata/Media/Html/Browse\\_MesoinQ.htm](http://itp.lucidcentral.org/id/mites/invasive_mite/Invasive_Mite_Identification/key/Mesostigmata/Media/Html/Browse_MesoinQ.htm) para los diferentes grupos. En la Figura 3-5 se presenta la forma como se obtenían los especímenes de *Stratiolaelaps* sp. de las muestras de hojarasca y suelo, así como, un espécimen de *Stratiolaelaps* sp. montado para su identificación y un espécimen vivo de la cría de laboratorio



**Figura 3-5:** Espécimen de *Stratiolaelaps* sp. montado para su identificación.  
Foto por. López R.

### **3.3.3 Cuantificación de ácaros *Stratiolaelaps* sp. producidos por porrón**

Para evaluar cuál era el número de individuos necesarios para establecer una cría de *Stratiolaelaps* sp. y evaluar el incremento de la población se usaron porrones de 5 kg, dentro de los cuales se colocó 100g (228 croquetas) de alimento para perro y se evaluaron 6 densidades de población inicial de *T. putrescentiae* 2148, 3222, 4296, 5370, 6444 y 7518. Por cada densidad de *T. putrescentiae* se evaluaron las siguientes cuatro densidades de población de *Stratiolaelaps* sp. 25, 50, 75 y 100 individuos iniciales. Las evaluaciones se hicieron contando el número de ácaros en 30 croquetas de cada porrón cada 10 días hasta completar 40 días. En la Figura 3-6 se esquematiza en forma gráfica como se realizó el experimento de crecimiento de la población de *Stratiolaelaps* sp. a diferentes densidades iniciales.



**Figura 3-6:** Experimento de crecimiento de la población de *Stratiolaelaps* sp. a diferentes densidades iniciales. Foto por. López R.

### 3.3.4 Diseño experimental y análisis estadístico

Se utilizó un diseño completamente al azar con una estructura factorial con 24 tratamientos. Los tratamientos fueron la densidad inicial de *T. putrescentiae* y *Stratiolaelaps* sp. en los 100g de alimento. El experimento fue conformado por 24 porrones de 5 kilos que contenían 228 croquetas de alimento para perros (100 g) y 30 repeticiones (30 croquetas cada 10 días), hasta completar 40 días. Para el análisis de la información los datos se sometieron a un Análisis de Varianza (ANOVA) y separación de medias por diferencia mínima significativa (DMS) al 5% de confiabilidad con el paquete estadístico (SAS 9.2, 2008).

### 3.4 Evaluación en laboratorio de la capacidad de consumo de *stratiolaelaps* sp. en diferentes estados de desarrollo de *T. palmi*.

#### 3.4.1 Cría de *Thrips palmi* Karny en condiciones de casa de malla.

La cría de *T. palmi* se hizo bajo condiciones de Invernadero sobre plantas de frijol sembradas en materos. Cuando las plantas de frijol presentaron al menos dos trifolios se les depositaron brotes de melón que contenían todos los estados de *T. palmi*. Cada 10 días se infestaron nuevas plantas de frijol para el mantenimiento de la colonia de trips. En la Figura 3-7 se presentan la cría de *T. palmi* sobre plantas de frijol y la forma de infestación con los brotes de melón.



**Figura 3-7:** Cría de *T. palmi* bajo condiciones de Invernadero. A. Cultivo de melón. B. Brote infestado con Thrips. C. Invernadero. D. Plantas de frijol infestadas con Thrips. Foto por. López R.

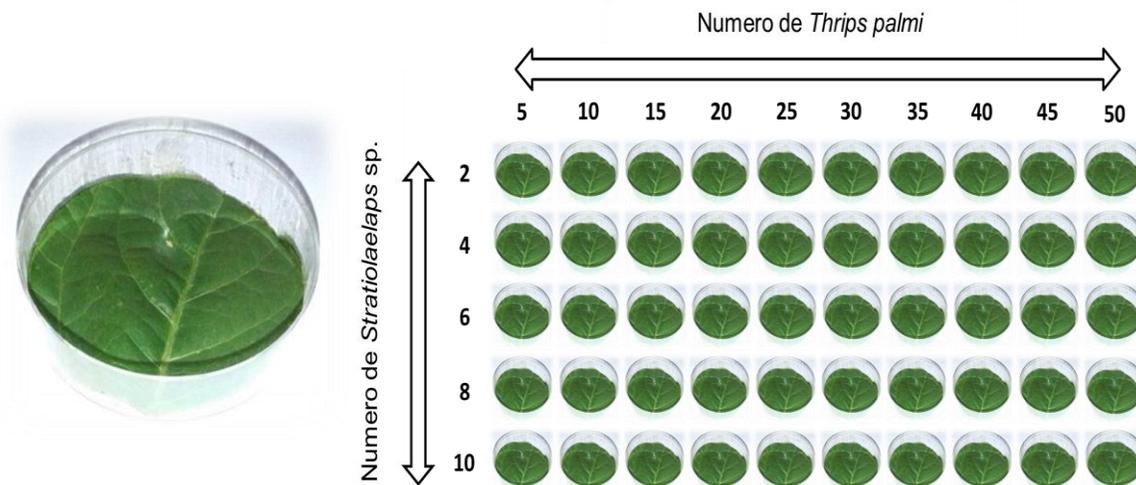
### **3.4.2 Capacidad de consumo a diferentes densidades de *T. palmi* (Presa) y diferentes densidades de *Stratiolaelaps* sp. (Depredador)**

Para evaluar la capacidad de consumo de *Stratiolaelaps* sp. se usó como unidad experimental cajas Petri de 2.5 cm de diámetro y 1 cm de altura, las cuales se taparon con Plastifilm® (plástico adhesivo de cocina). En el fondo de la caja se colocó un disco de papel toalla el cual se mantuvo humedecido y sobre este se colocó un disco de hoja de frijol. Con el fin de evaluar cuál era el estado de desarrollo preferido, se ofrecieron ninfas de I instar, II instar, prepupas, pupas y adultos de *T. palmi*. De cada estado de desarrollo del Thrips se ofrecieron densidades de 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 y 50 individuos. En cada caja Petri que contenía las diferentes densidades de la presa (los thrips), se colocaron *Stratiolaelaps* sp. en densidades de 2, 4, 6, 8 y 10 cada vez. De cada densidad de *T. palmi* y de *Stratiolaelaps* se hicieron 3 repeticiones. Cada dos horas, hasta las 10 horas se evaluó el consumo de thrips ofrecidos a los ácaros. Los tratamientos fueron T1. ninfa I de *T. palmi* (5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 y 50) y *Stratiolaelaps* sp. (2, 4, 6, 8 y 10) cada vez; T2. ninfa II de *T. palmi* (5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 y 50) y *Stratiolaelaps* sp. (2, 4, 6, 8 y 10) cada vez; T3. prepupa de *T. palmi* (5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 y 50) y *Stratiolaelaps* sp. (2, 4, 6, 8 y 10) cada vez; T4. pupa de *T. palmi* (5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 y 50) y *Stratiolaelaps* sp. (2, 4, 6, 8 y 10) cada vez y T5. adulto de *T. palmi* (5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 y 50) y *Stratiolaelaps* sp. (2, 4, 6, 8 y 10) cada vez. El tiempo de evaluación fue de 10 horas revisando la depredación cada 2 horas. El experimento fue conformado por 5 tratamientos y 250 unidades experimentales por tratamiento y 3 repetición, cada tratamiento se marcó

34 EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE DEPREDACIÓN DE LA ESPECIE DE *stratiolaelaps* sp. (acari: laelapidae) En Poblaciones De *thrips palmi* karny (thysanoptera: thripidae)

---

con los diferentes estados de desarrollo del thrips y la cantidad de acaro depredador que contenía. En la Figura 3-8 se presenta gráficamente la distribución de los tratamientos en el experimento.



**Figura 3-8:** A. caja Petri con disco de hoja de frijol. B. distribución del bioensayo.

### 3.4.3 Diseño experimental y análisis estadístico

Se utilizó un diseño completamente al azar con una estructura factorial con 5 tratamientos y 3 repeticiones. Para el análisis de la información los datos se sometieron a un Análisis de Varianza (ANOVA) y separación de medias por diferencia mínima significativa (DMS) al 5% de confiabilidad con el paquete estadístico (SAS 9.2, 2008).

## 4. Resultados y Discusión

### 4.1 Establecimiento de la cría masiva de *T. putrescentiae* en condiciones de laboratorio.

Se pudo constatar que bajo condiciones de laboratorio ( $25 \pm 5^{\circ}\text{C}$ ,  $70 \pm 5\%$  de HR), se estableció una cría masiva de *T. putrescentiae* en porrones plásticos y ofreciendo como sustrato croquetas de alimento para perros. A cada porrón es necesario asperjarle día de por medio agua para mantener la humedad relativa dentro del porrón y mover suavemente los porrones, para airear y evitar fermentación. Cada porrón se debe colocar sobre un recipiente con agua, para evitar la entrada de otros ácaros depredadores, hormigas o contaminantes a la cría. En este trabajo los porrones se mantuvieron dentro de una cabina dentro del laboratorio.

Una cría de *T. putrescentiae*, se puede establecer con 100 g de croquetas de alimento para perros y al menos 100 individuos de todos los estados de desarrollo del acaro, colectados de medios de cultivo. Cada 10 días se debe agregar 100 g de croquetas limpias, al porrón para que los acaros tengan alimento disponible. Al observar individuos caminando fuera del porrón se debe agregar más alimento o formar una nueva colonia. Se pudo establecer que en una croqueta puede tener hasta 100 individuos de *T. putrescentiae*, lo que implica que en un porrón que tiene capacidad para 228 croquetas se producen 122.436 individuos del Acaridae.

El rápido desarrollo e incremento observado confirma lo encontrado por Steiner et al. (1999) en Estados Unidos y Freire et al., (2007) en Brasil.

## **4.2 Cuantificación de ácaros *T. putrescentiae* producidos por porrón y por croqueta de alimento**

El crecimiento de la población de *T. putrescentiae*, en las diferentes infestaciones de 4 (400 ácaros), 6 (600 ácaros), 8 (800 ácaros), 10 (1000 ácaros), 12 (1200 ácaros) y 14(1400 ácaros) cada una sobre 100 g de alimento, estuvo relacionada con el número inicial de ácaros. El análisis de varianza (ANOVA) mostro diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, por lo que se procedió a la comparación de medias de los mismos, mediante la prueba de Tukey (al 5% de significancia). El tratamiento con 400 *T. putrescentiae* iniciales, presento el menor incremento de la población en el transcurso de los cuarenta días, mientras que el tratamiento con 1400 *T. putrescentiae* iniciales presento el mayor crecimiento desde los primeros 10 días hasta los 40 días. Sin embargo no se observó diferencia significativa a los 40 días entre los tratamientos de 400 y 600 *T. putrescentiae* iniciales. Estos resultados concuerdan con la tasa de incremento poblacional encontrada por Bahrami, et al. (2007) y Kheradmand et al. (2007) en Teheran (Iran). En la Tabla 4-1 se presenta Poblacion de *T. putrescentiae* producidos en porrones plásticos de cinco kilos con croquetas de alimento para perros con diferentes niveles de infestación iniciales bajo condiciones de laboratorio ( $25 \pm 5^{\circ}\text{C}$ ,  $70 \pm 5\%$  de HR)

Dado que estos resultados son de gran utilidad para quien necesite multiplicar a nivel comercial *T. putrescentiae* como alimento de ácaros depredadores, se puede decir, que con cuatro croquetas de alimento para perros infestadas cada una con 100 individuos de *T. putrescentiae*, al cabo de 10 días ya podrá disponer

de una población suficiente para alimentar los depredadores y en caso de requerir grandes cantidades de *T. putrescentiae*, deberá partir de infestaciones mayores de a 1000 ácaros *T. putrescentiae*, partiendo de lo encontrado en este trabajo de que en cada croqueta en promedio se encuentran 100 ácaros.

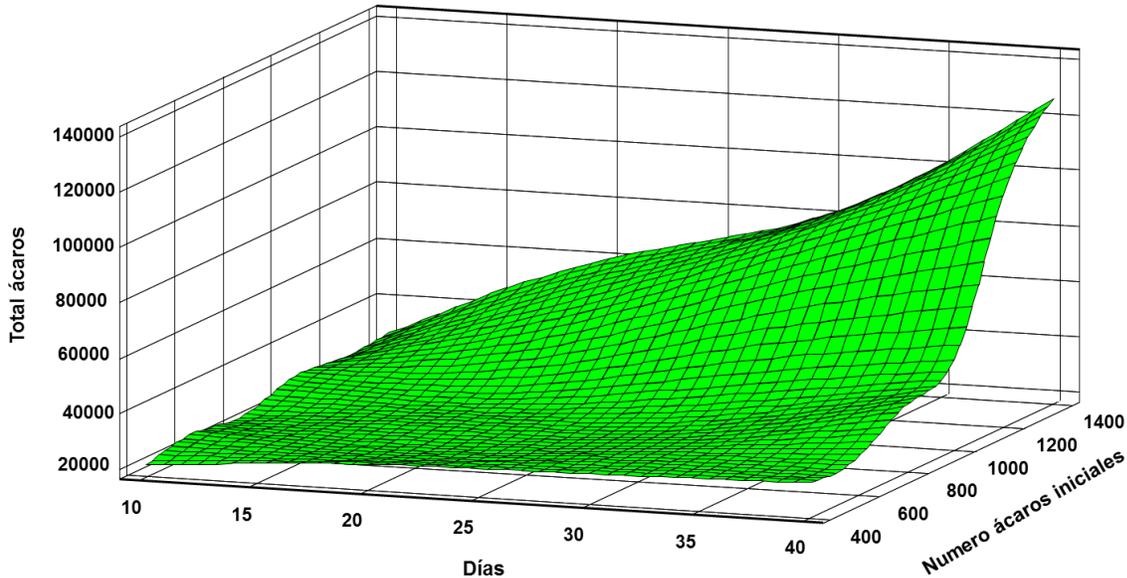
**Tabla 4-1:** Población de *T. putrescentiae* producidos en porrones plásticos de cinco kilos con croquetas de alimento para perros con diferentes niveles de infestación iniciales bajo condiciones de laboratorio ( $25 \pm 5^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 5\%$  de HR).

<b>TRATAMIENTOS (N°. <i>T. putrescentiae</i>)</b>	<b>10 DÍAS</b>	<b>20 DÍAS</b>	<b>30 DÍAS</b>	<b>40 DÍAS</b>
<b>400</b>	2136,36 a*	4575,96 a	7097,64 a	10305,6 a
<b>600</b>	3632,04 b	5077,56 b	7318,8 a	11308,8 a
<b>800</b>	4430,04 b	7394,04 b	11491,2 b	20025,24 b
<b>1000</b>	5729,64 c	11051,16 c	26060,4 c	36381,96 c
<b>1200</b>	6618,84 c	36486,84 d	62273,64 d	93313,56 d
<b>1400</b>	7683,6 d	40629,6 e	65237,64 d	122429,16 e

\*Las medias dentro de una columna seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes al nivel del 5% (Pruebas de DMS).

El crecimiento de la especie *T. putrescentiae* mostro un incremento exponencial en todos sus tratamientos con el paso del tiempo. La relación fue directamente proporcional a mayor número de ácaros mayor incremento en el tiempo. Para dar inicio a una se puede partir con 400 *T. putrescentiae* iniciales en 100g de alimento, sin embargo si el nivel de infestación es mayor (mayor a 1000) a los mismos 10 días, el incremento será mayor Figura 4-1.

### **CRÍA DE *T. putrescentiae***



**Figura 4-1:** Incremento de ácaros *T. putrescentiae* infestados artificialmente a diferentes densidades, en cien gramos de croquetas de alimento para perros bajo condiciones de laboratorio ( $25 \pm 5^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 5\%$  de HR).

### **4.3 Desarrollo de una cría masiva de *Stratiolaelaps* sp. (Acari: Laelapidae) en condiciones de laboratorio.**

Bajo condiciones de laboratorio ( $25 \pm 5^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 5\%$  de HR), se pudo establecer una cría masiva de *Stratiolaelaps* sp. en porrones plásticos y ofreciendo como sustrato croquetas de alimento para perros con *T. putrescentiae*. A cada porrón fue necesario asperjarle día de por medio agua para mantener la humedad relativa dentro del porrón y mover suavemente los porrones. Cada porrón se debe colocar sobre un recipiente con agua, para evitar la entrada de otros ácaros o contaminantes a la cría. En este trabajo los porrones se mantuvieron dentro de

una cabina dentro del laboratorio. La cría de *Stratiolaelaps* sp. en este trabajo se estableció con 25 individuos iniciales los cuales se colocaron en porrones que contenían 100g de croquetas de alimento para perros y al menos 10305,6 individuos del acaro *T. putrescentiae*. Cuando se observó que los *Stratiolaelaps* sp. empezaron a caminar por los bordes del porrón y de la tapa, y los *T. putrescentiae* estaban escasos, se adiciono aproximadamente 100g de croquetas más con 10305,6 individuos *T. putrescentiae*. En caso de no adicionar más presa los predadores empiezan a escapar.

#### **4.4 Cuantificación de ácaros *Stratiolaelaps* sp. producidos por porrón**

El análisis de varianza (ANOVA) mostro diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, al igual que la prueba de comparación de medias mediante la prueba de Tukey (5% de significancia).

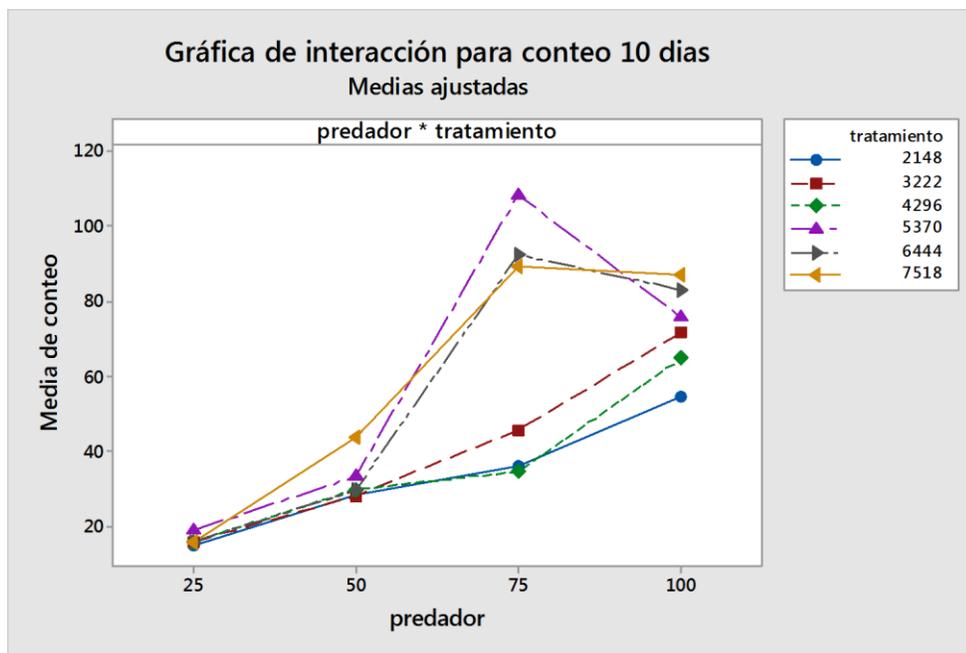
A los diez días, los tratamientos T1 (2148 *T. putrescentiae*); T2 (3222 *T. putrescentiae*) y T3 (4296 *T. putrescentiae*), presentaron un comportamiento de crecimiento regular a diferencia de los tratamientos T4 (5370 *T. putrescentiae*); T5 (6444 *T. putrescentiae*) y T6 (7518 *T. putrescentiae*), mostraron un crecimiento irregular lo que demuestro que los tratamientos no soportan más de 75 ácaros depredadores. El crecimiento con 25 *Stratiolaelaps* iniciales presento un incremento promedio de (16.06); con 50 *Stratiolaelaps* presento un incremento promedio de (32.07); con 75 *Stratiolaelaps* presento un incremento promedio de (67.55) y con 100 *Stratiolaelaps* presento un incremento promedio de (72.67), lo que evidencia un aumento con los diferentes tratamientos en los primeros 10 días  
Figura 4-2.

A los veinte días los tratamientos T1 (2148 *T. putrescentiae*) y T2 (3222 *T. putrescentiae*) fueron los tratamientos que presentaron un crecimiento continuo, mientras que T3 (4296 *T. putrescentiae*); T4 (5370 *T. putrescentiae*); T5 (6444 *T. putrescentiae*) y T6 (7518 *T. putrescentiae*), con 75 ácaros *Stratiolaelaps* sp. mostraron que la población decae, igual a lo observado a los 10 días. El crecimiento de la población con 25 *Stratiolaelaps* sp. iniciales presentó un incremento promedio de (42.23); con 50 *Stratiolaelaps* sp. presentó un incremento promedio de (53.07); con 75 *Stratiolaelaps* sp. presentó un incremento promedio de (107.92) y con 100 *Stratiolaelaps* sp. presentó un incremento promedio de (90.96), lo que demuestra un aumento con los diferentes tratamientos y decae con 100 *Stratiolaelaps* Figura 4-3.

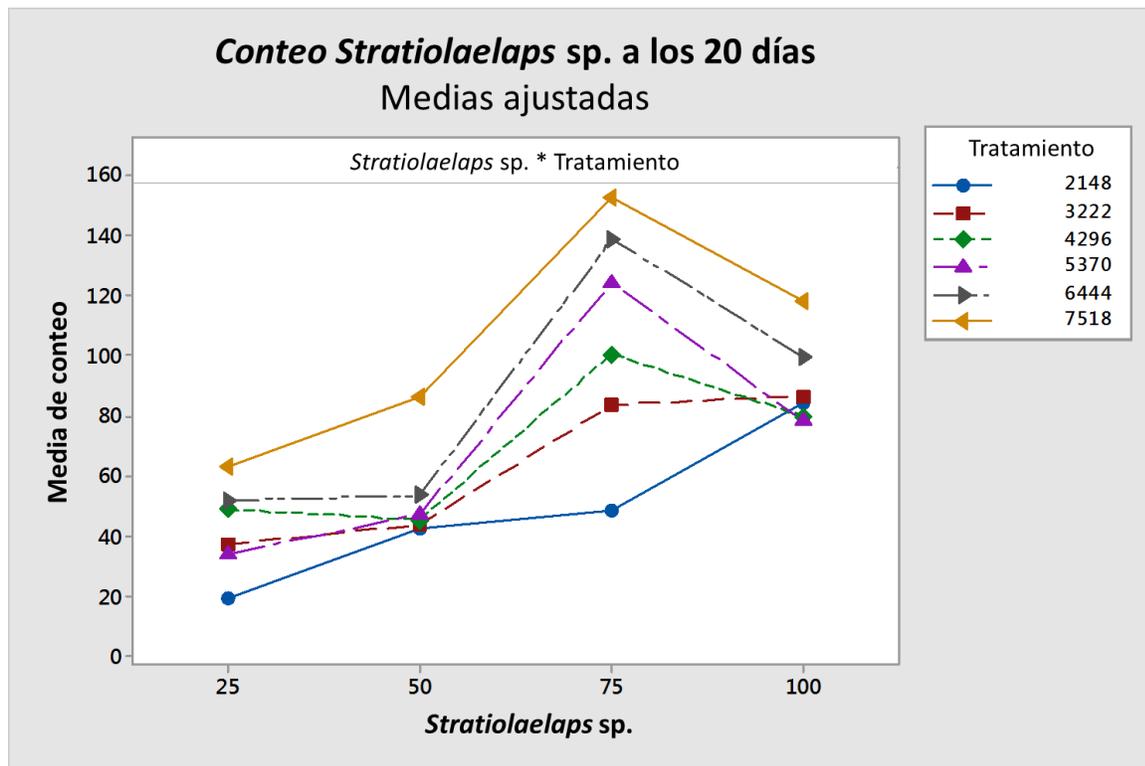
A los treinta días, los tratamientos T1 (2148 *T. putrescentiae*) y T3 (4296 *T. putrescentiae*), son los que presentan un incremento hasta los 75 *Stratiolaelaps* y luego decae como se observó a los 10 y 20 días, los tratamientos T2 (3222 *T. putrescentiae*); T4 (5370 *T. putrescentiae*); T5 (6444 *T. putrescentiae*) y T6 (7518 *T. putrescentiae*), mostraron un crecimiento irregular lo que demuestra que los tratamientos solo pueden sostener hasta 50 ácaros depredadores. El crecimiento de la población 25 *Stratiolaelaps* sp. presentó un incremento promedio de (69.17); con 50 *Stratiolaelaps* sp. presentó un incremento promedio de (141.59); con 75 *Stratiolaelaps* sp. presentó un incremento promedio de (116.76) y con 100 *Stratiolaelaps* sp. presentó un incremento promedio de (99.91), lo que evidencia un aumento con los diferentes tratamientos y decae con 75 y 100 *Stratiolaelaps* sp. Figura 4-4.

A los cuarenta días del ciclo de evaluación, se encontró que los tratamientos T1 (2148 *T. putrescentiae*); T2 (3222 *T. putrescentiae*) y T3 (4296 *T. putrescentiae*), fueron tratamientos que decaen después de 50 *Stratiolaelaps*, los tratamientos T4 (5370 *T. putrescentiae*); T5 (6444 *T. putrescentiae*) y T6 (7518 *T. putrescentiae*),

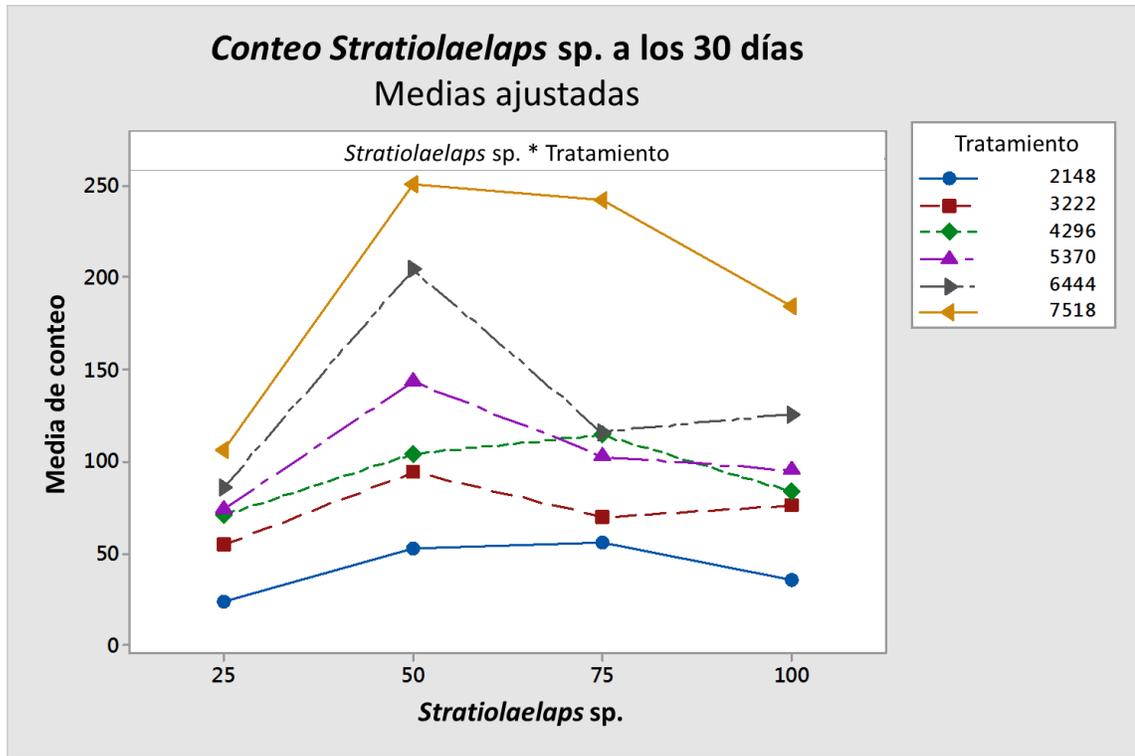
los cuales al llegar a 50 *Stratiolaelaps* sp. decayó la población y a diferencia de los días 10, 20 y 30, después de 75 *Stratiolaelaps* sp. presentan nuevamente un incremento en la población. El incremento con 25 *Stratiolaelaps* sp. presento un incremento promedio de (90.86); con 50 *Stratiolaelaps* sp. presento un incremento promedio de (207.88); con 75 *Stratiolaelaps* sp. presento un incremento promedio de (94.12) y con 100 *Stratiolaelaps* sp. presento un incremento promedio de (122.40), lo que demostró una capacidad de recuperación de los ácaros depredadores a los cuarenta días Figura 5-5.



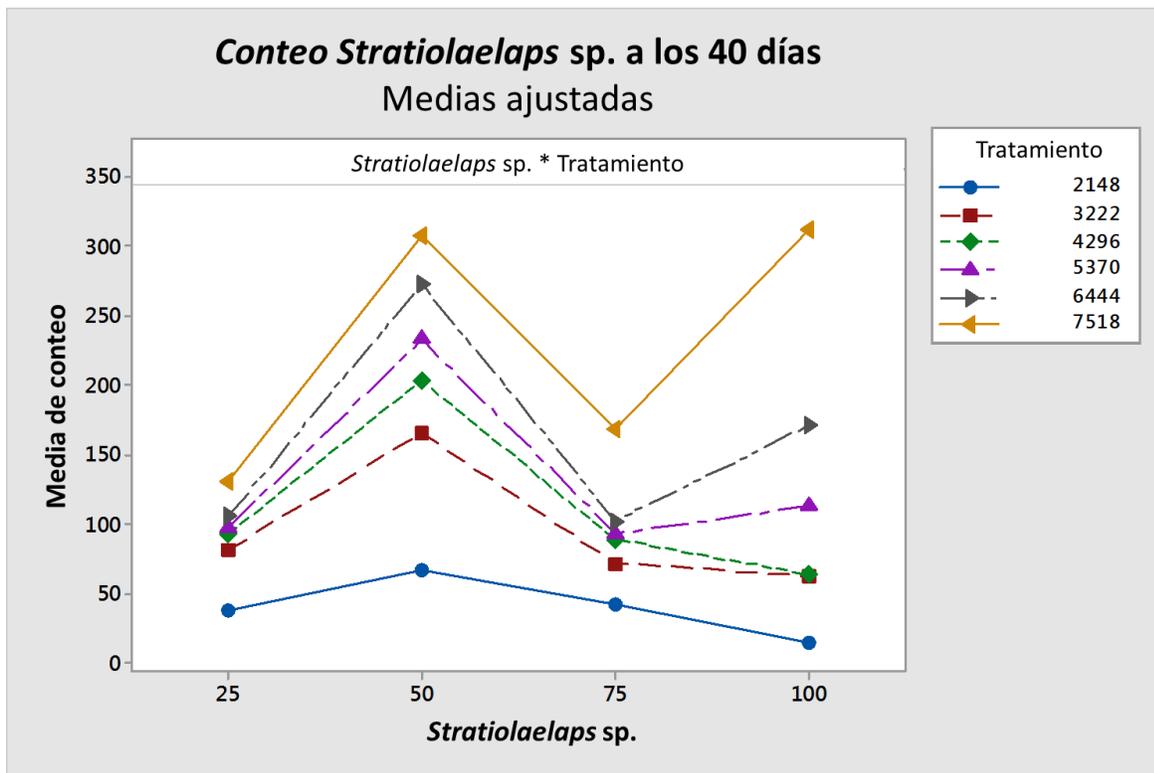
**Figura 4-2:** Evolución del crecimiento de la población de *Stratiolaelaps* sp. a diferentes densidades iniciales y a diferentes cantidades de *T. putrescentiae*, en cien gramos de croquetas de alimento para perros a los 10 días, bajo condiciones de laboratorio ( $25 \pm 5^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 5\%$  de HR) Universidad Nacional de Colombia sede Palmira.



**Figura 4-3:** Evolución del crecimiento de la población de *Stratiolaelaps* sp. a diferentes densidades iniciales y a diferentes cantidades de *T. putrescentiae*, en cien gramos de croquetas de alimento para perros a los 20 días, bajo condiciones de laboratorio ( $25 \pm 5^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 5\%$  de HR) Universidad Nacional de Colombia sede Palmira.



**Figura 4-4:** Evolución del crecimiento de la población de *Stratiolaelaps* sp. a diferentes densidades iniciales y a diferentes cantidades de *T. putrescentiae*, en cien gramos de croquetas de alimento para perros a los 30 días, bajo condiciones de laboratorio ( $25 \pm 5^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 5\%$  de HR) Universidad Nacional de Colombia sede Palmira.



**Figura 4-5:** Evolución del crecimiento de la población de *Stratiolaelaps* sp. a diferentes densidades iniciales y a diferentes cantidades de *T. putrescentiae*, en cien gramos de croquetas de alimento para perros a los 40 días, bajo condiciones de laboratorio ( $25 \pm 5^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 5\%$  de HR) Universidad Nacional de Colombia sede Palmira.

En términos de establecer una cría comercial de *Stratiolaelaps* sp. ofreciendo como presa *T. putrescentiae*, y de acuerdo a los resultados obtenidos en este trabajo, se puede decir, que se requieren 100 gramos de alimento para perro con 2148 *T. putrescentiae* y 25 individuos de *Stratiolaelaps* sp., para obtener 3.430 *Stratiolaelaps* sp., es decir la población se incrementó 137,2 veces a los 10 días. Se pudo constatar que el número inicial ideal de predadores no debe sobrepasar los 50 y la cosecha de estos ácaros predadores del porrón no puede pasar los 20 días, porque de lo contrario la población de predadores empieza a decrecer

drásticamente. En la revisión de literatura que se hizo no se encontró un trabajo de investigación en el cual evalúen el crecimiento poblacional de un *Tyrophagus putrescentiae* y del acaro predador *Stratiolaelaps* sp. Se supone que esta información es guardada con reserva por los productores comerciales.

Messelink y van Holstein-Saj (2004) evaluaron el crecimiento poblacional de los predadores *Macrocheles robustulus* (Berlese) (Macrochelidae) y *Hypoaspis aculeifer* (Canestrini) de los cuales liberaron 250 individuos de cada uno, para el control de 50 hembras de *Frankliniella occidentalis* (Pergande) en Chrysantemun durante dos semanas y encontraron que *M. robustulus* redujo la población en un 70% y *H. aculeifer* en un 50%. Además *M. robustulus* alcanzo una densidad de población de 2800 individuos por m<sup>2</sup> mientras que *H. miles* solo se incrementó en 340 individuos por m<sup>2</sup>.

Lesna et al. (2000), Evaluaron la capacidad de *Hypoaspis aculeifer*, de reducir las poblaciones y hacer control de los ácaros que atacan bulbos de Liliaceae en condiciones de invernadero y campo, y constataron que en ausencia de los ácaros predadores la población de la plaga de los bulbos el acaro *Rhizoglyphus robini*, se incrementa, mientras que al liberar los predadores la población de *R. robini* no aumenta, tanto ni en el invernadero ni en el campo. En todos los casos la población de los ácaros predadores se incrementó, mientras tuvo disponible cierto nivel de población de *R. robini* para su consumo. Sin embargo, durante la primera semanas después de la liberación las poblaciones del predador declinaron entre un 10-40% del número original liberado. Los experimentos en invernadero en cajas de mostraron que cuando las poblaciones están en una relación de 1 predador por 2 a 5 *R. robini*, el predador *Hypoaspis aculeifer*, suprime las poblaciones de *R. robini* en 6 semanas. Cuando la relación de población fue de 3 predador a 1 *R. robini* se observó eliminación total. En condiciones de campo la relación 1 predador por 1 a 2 *R. robini* el predador *H. aculeifer*, no causa ningún efecto negativo sobre el crecimiento de *R. robini*.

#### **4.5 Evaluación en laboratorio de la capacidad de consumo de *Stratiolaelaps* sp. en diferentes estados de desarrollo de *T. palmi*.**

Se constató que el estado de prepupa y pupa son los estados preferidos por el predador. El análisis de varianza (ANOVA) no mostro diferencias significativas claras entre los tratamientos, ni la comparación de medias de los mismos, mediante la prueba de Tukey (al 5%) Cuando la densidad de predadores fue de 2, 4, 6 y 8 no se observó diferencia significativa en el consumo de prepupas o de pupas. Berndt et al. 2004, en estudios con las especies de Laelapidae *Stratiolaelaps miles* (Berlese) y *Hypoaspis (Geolaelaps)aculifer* (Canestrini), ofreciendo como presa a *Frankliniella occidentalis* (Pergande), encontraron que los predadores pueden consumir todos los estados del trips, sin embargo una baja capacidad de predación.

Los resultados obtenidos en este trabajo, con los cuales se comprueba que *Stratiolaelaps* sp. es capaz de consumir todos los estados de *T. palmi*, se sugiere continuar con estudios a nivel de campo o casa de malla donde se hagan liberaciones y se evalué la capacidad de control de la población de Thrips.

**Tabla 4-2:** Consumo de *Stratiolaelaps* sp. sobre diferentes densidades de los estados de desarrollo de *T. palmi* en condiciones de laboratorio ( $25 \pm 5^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 5\%$  de HR).

TRATAMIENTOS (N° DE ÁCAROS)	NINFA 1	NINFA 2	PREPUPA	PUPA	ADULTO
2	36.197a*	30.486 a	53.530 a	57.256 a	18.999 ab
4	35.215 a	33.995 a	61.498 b	60.684 ab	17.462 b
6	48.469 b	49.213 b	61.616 b	64.794 bc	16.753 b
8	54.409 c	52.627 b	65.542 b	67.221 cd	17.179 b
10	56.933 c	64.551 c	65.846 b	71.829 d	22.573 a
<b>Testigo</b>	0.000 d	0.000 d	0.000 c	0.000 e	0.000 c

\*Las medias dentro de una columna seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes al nivel del 5% (Pruebas de DMS).

Resultados similares fueron obtenidos por Vänninen y Koskula (2004) quienes evaluaron *Hypoaspis miles* Berlese y *H. aculeifer* Canestrini (Acari: Laelapidae) utilizando como presa *Scatella tenuicosta* Collin (Diptera: Ephydriidae) en densidades de 7, 14 y 36 ácaros en materos con plantas de menta (*Mentha piperita* L.) y encontraron que con 36 ácaros *H. aculeifer* por planta el consumo de *S. tenuicosta* fue de 84–100% y 92–97% (rango de cuatro repeticiones), Contrario a lo sucedido con el predador *H. miles* que no consumió ningún estado de desarrollo del díptero.

Cuando se hizo el análisis de regresión múltiple con el paquete estadístico MATLAB (2013A) entre las variables Número de ácaros y Número de trips, se establecieron las correlaciones; sin embargo, en las ecuaciones, los mayores valores de r se obtuvieron con los datos de Número de ácaros, Numero de trips vivos y tiempo en horas Tabla 4-3.

**Tabla 4-3:** Modelos obtenidos a partir de la regresión múltiple (MATLAB 2013A) entre las variables número de ácaros, número de trips y el tiempo.

ESTADO DE DESARROLLO	MODELO (P>0,05)	r <sup>2</sup>
Ninfa I	$-13,3+11,0*T^1+5,6*NA^2-0,6*NT^3+0,6T*NA-0,1*T*NT+0,01*NA*NT-0,6T^2-0,2*NA^2+0,02*NT^2$ (0,00) (0,00) (0,00) (0,00) (0,00) (0,00) (0,18) (0,00) (0,00) (0,00)	0,78
Ninfa II	$-11,8+9,1*T+5,4*NA-0,6*NT+0,7T*NA-0,1*T*NT+0,01*NA*NT-0,4T^2-0,3*NA^2+0,01*NT^2$ (0,00) (0,00) (0,00) (0,00) (0,00) (0,00) (0,06) (0,00) (0,00) (0,00)	0,86
Prepupa	$10,7+17,3*T+6,1*NA-1,9*NT+0,5T*NA-0,1*T*NT+0,07*NA*NT-1,2T^2-0,3*NA^2+0,02*NT^2$ (0,00) (0,00) (0,00) (0,00) (0,00) (0,00) (0,00) (0,00) (0,00) (0,00)	0,83
pupa	$16,6+16,4*T+6,2*NA-2,1*NT+0,5T*NA-0,1*T*NT+0,07*NA*NT-1,2T^2-0,4*NA^2+0,02*NT^2$ (0,00) (0,00) (0,00) (0,00) (0,00) (0,00) (0,00) (0,00) (0,00) (0,00)	0,80
Adulto	$-12,6+4,9*T+4,2*NA-0,1*NT+0,2T*NA-0,1*T*NT-0,01*NA*NT-0,3T^2-0,2*NA^2+0,00*NT^2$ (0,00) (0,00) (0,00) (0,29) (0,00) (0,00) (0,09) (0,00) (0,00) (0,36)	0,35

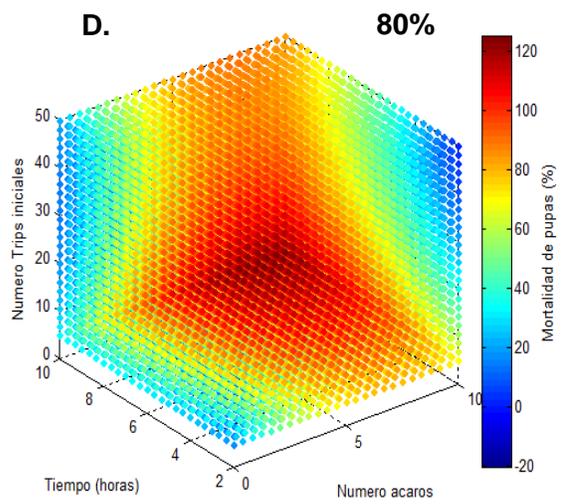
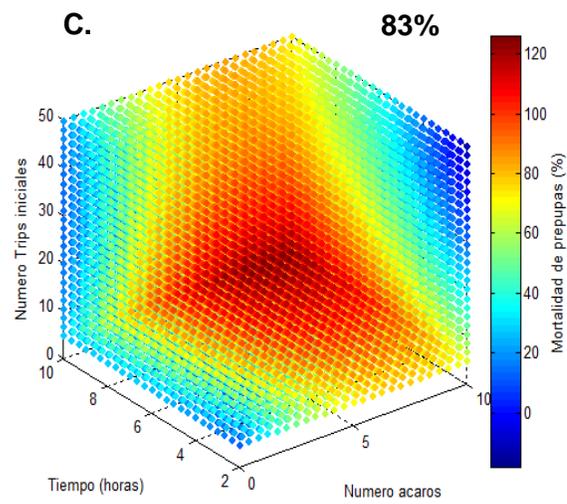
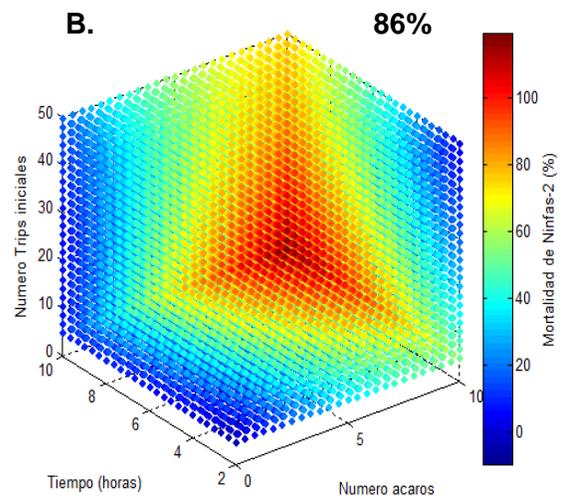
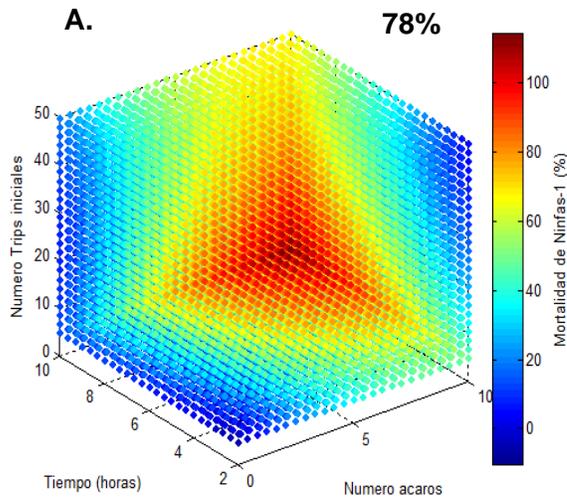
Donde:

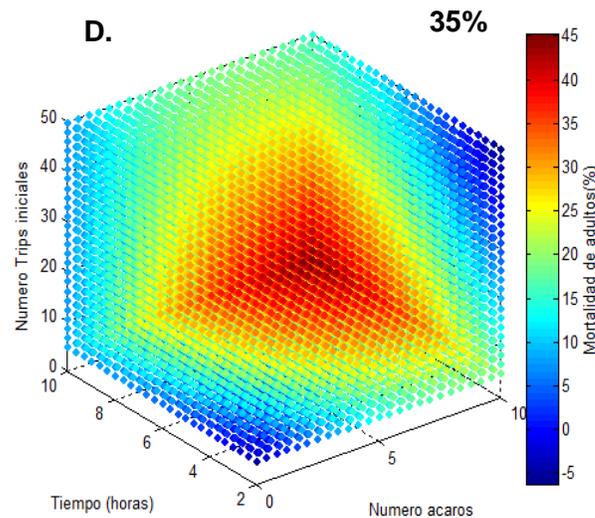
T<sup>1</sup>: Tiempo (Horas)

NA<sup>2</sup>: Numero Ácaros

NT<sup>3</sup>: Numero trips iniciales

En el tiempo que duro el ensayo se otorgaron las condiciones favorables para la depredación de trips a causa de los acaros *Stratiolaelaps* sp. Sin embargo, en el análisis de regresión multiple los valores de r<sup>2</sup> que se obtuvieron para los diferentes estados de desarrollo del trips (Ninfa I, Ninfa II, Prepupa, Pupa y Adulto) van desde el 35% hasta el 86% lo que demuestra que el porcentaje de mortalidad de los diferentes estados del trips están relacionados con el número de ácaros y el tiempo. No obstante, al graficar el modelo diseñado se encontró una tendencia en el comportamiento de depredación del acaro con respecto a las variables tiempo y estados del trips Figura 4-6.





**Figura 4-6:** Relación entre parámetros de depredación y mortalidad de los diferentes estados de desarrollo del trips obtenidos con el modelo de regresión establecido con el paquete estadístico MATLAB (2013A), A. (%) de mortalidad para Ninfa I. B. (%) de mortalidad para Ninfa II. C. (%) de mortalidad para Prepupa. D. (%) de mortalidad para Pupa y E. (%) de mortalidad para Adulto. Las zonas de color rojo indican el (%) de mortalidad para cada estado del trips, las azules disminuciones. Los valores negativos no se deben tener en cuenta ya que surgen a partir del modelo y se deben considerar como cero, al igual que los valores iguales o superiores a cien hacen referencia al cien por porciento.

Se encontró para el caso de las Ninfa I y II, que para alcanzar un porcentaje de mortalidad representativo toca introducir altas cantidades de ácaros entre 5 y 10 *Stratiolaelaps* sp. durante un periodo de 8 a 10 horas con un numero de ninfas de trips no superior a 10 individuos Figura 4-6 A-B. Esto se puede deber a la capacidad de movimiento que presentan los trips en estos estados.

A diferencia, los estados de prepupa y pupa, en los cuales el porcentaje de mortalidad se hace significativo al tener entre 5 y 8 ácaros *Stratiolaelaps* sp. y a partir de las dos horas se encontró una disminución casi total de los trips Figura

4-6 C-D. esto se logra ya que estos estados presentan poco o nulo movimiento lo que facilita la captura por parte de los ácaros.

Para el caso de los adultos, para evidenciar la capacidad de depredación de los *Stratiolaelaps* sp. se requiere de 10 o más ácaros en un tiempo superior a las 10 horas y con una cantidad de trips no superior a los 10 individuos para alcanzar el 45% de la mortalidad. Lo que demuestra la no preferencia o dificultad de captura para los ácaros.

Lesna et al. (1995), en estudios realizados en Holanda sobre bulbos de Liliaceae y bajo condiciones de 23°C and >90% RH compararon la capacidad de predación de las especies *Hypoaspis aculeifer* (Canestrini) (Laelapidae), *Lasioseius bispinosus* Evans (Ascidae) y *Parasitus fimetorum* (Berlese) (Parasitidae) sobre *Rhizoglyphus robini* Claparède (Acari: Astigmata) en densidades de 1 predador por 20 *R. robini* y encontraron que *Hypoaspis aculeifer* fue el más efectivo predador ya que consumió toda la población del Acaridae y todos los estados de desarrollo, *L. bispinosus* solo se alimentó de los estados juveniles de *R. robini* y *P. fimetorum* presento muchos problemas con la vermiculita usada como sustrato de las plantas.



## 5. Conclusiones

1. Se comprobó que es posible producir *Stratiolaelaps* sp. bajo condiciones de laboratorio ( $25 \pm 5$  °C y  $70 \pm 5\%$  HR), teniendo como sustrato alimento para perros, en porrones plásticos y dentro de una cabina con buenas condiciones de aseo.
2. Para establecer la cría del acaro depredador, se tomó 100 gramos de croquetas limpias y 4 croquetas con 2148 *T. putrescentiae*. A los dos días se adicionan 25 adultos de *Stratiolaelaps* sp., y al cabo de 10 días se adicionan nuevamente 100 gramos de croquetas limpias y 4 nuevas croquetas con *T. putrescentiae*.
3. En los tratamientos de 50, 75 y 100 se encontró que el crecimiento de la población de depredadores decrece.
4. Dentro de los porrones de cría se debe proporcionar humedad mediante aspersiones de agua día de por medio. Manteniendo control para evitar fermentación y descomposición.
5. *Stratiolaelaps* sp. Presento preferencia de consumo por las pupas y prepupas de *T. palmi*. ya que son estados de poco o nulo movimiento.
6. Este trabajo constituye como punto de partida para crías comerciales de ácaros de la familia Laelapidae en el Valle del Cauca, con miras a ser usados en el control biológico de diversas plagas a agrícolas.



## Bibliografía

ALI O, BRENNAN R. 1997. Development, feeding and reproduction of the predatory mite, *Hypoaspis miles* (Acari: Mesostigmata: Laelapidae) on different types of prey. *Syst Appl Acarol.* 2:81–88.

ALI O, DUNNE R, BRENNAN R. 1999. Effectiveness of the predatory mite *Hypoaspis miles* (Mesostigmata: Hypoaspidae) in conjunction with pesticides for control of the mushroom fly *Lycoriella solani* (Diptera: Sciaridae). *Exp Appl Acarol.* 23:65–77. 1999.

BADII, M.H. Y ABREU, J.L. 2006. Control biológico una forma sustentable de control de plagas. *Daena: Interna. J. Good Consciente.* 1(1): 82-89.

BAHRAMI, F.; KAMALI, F.; FATHIPOUR, Y. 2007. Life history and population growth parameters of *Tyrophagus putrescentiae* (Acari: Acaridae) on *Fusarium graminearum* in laboratory conditions *Journal of Entomological Society of Iran* 7 2007, 26(2), 7-18.

BARKER, P. S. 1968. Bionomics of *Androlaelaps casalis*(Berlese) (Acarina: Laelapidae) a predator of mite pests of stored cereals *Canadian Journal of Zoology*, 1968, 46(6): 1099-1102, 10.1139/z 68-157.

BERNDT, O.; POEHING, H.M.; MEYHÖFER, R. 2004. Predation capacity of two predatory laelapid mites on soil-dwelling thrips stages. *Entomologia Experimentalis et Applicata* Volume 112, Issue 2, pages 107–115, August 2004.

WUA, S.; GAOA, Y.; XUA, X.; WANGA, E.; WANGB, Y.; LEI, Z. 2014. Evaluation of *Stratiolaelaps scimitus* and *Neoseiulus barkeri* for biological control of thrips on greenhouse cucumbers. *Biocontrol Science and Technology*, 2014 Vol. 24, No. 10, 1110–1121, <http://dx.doi.org/10.1080/09583157.2014.924478>

BRAZÍS, P.; PÉREZ, E.; GARCÍA, O.; PUIGDEMONT, A. 2004. Presencia de ácaros de almacenamiento en dietas para perros. *Consulta de difusión veterinaria*, 2004 JUN; 12 (111) 87-89

BUENO, J.M.; CARDONA, C. 2001. Biología y hábitos de *Thrips palmi* (Thysanoptera: Thripidae) como plaga de fríjol y habichuela. *Revista Colombiana de Entomología* 27(1-2):49-54.

CABRERA, A.R.; CLOYD, R.A.; ZABORSKI, E.R. 2005. Development and reproduction of *Stratiolaelaps scimitus* (Acari: Laelapidae) with fungus gnat larvae (Diptera: Sciaridae), potworms (Oligochaeta: Enchytraeidae) or *Sancassania* aff. *sphaerogaster* (Acari: Acaridae) as the sole food source *Experimental and Applied Acarology* (2005) 36: 71–81.

CANNON, R.J.; MATTHEWS, L.; COLLINS, D.W. 2007. A review of the pest status and control options for *Thrips palmi* *Crop Protection* 26 1089–1098.

CAMPOS CASTILHO, R.; MORAES, G.J.DE; SILVA, E.S.; FREIRE, R.A.; DA EIRA, F.C. 2009 The predatory mite *Stratiolaelaps scimitus* as a control agent of the fungus gnat *Bradysia matogrossensis* in commercial production of the mushroom *Agaricus bisporus*. *International Journal of Pest Management* Vol. 55, No. 3, July–September 2009, 181–185.

CASTINEIRAS, A.; PEÑA, J, E.; DUNCAN, R.; OSBORNE, L. 1996 Potential of *Beauveria bassiana* and *Paecilomyces fumosoroseus* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) as biological control agents of *Thrips palmi* (Thysanoptera: Thripidae). En: Florida Entomologist. Vol. 79, No. 3 (1996); p. 458-461.

CASTINEIRAS, A., BARANOWSKI, R. M.; GLENN, H. 1996B, Potencial of *Beauveria bassiana* and *Paecilomyces fumosoroseus* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) as Biological Control agentes of *Thrips palmi* (Thysanoptera: Thripidae). Florida Entomologist, Vol. 79, No. 3, página 458.

CERMELI, M.; MONTAGNE, H. 1993. Situación actual de *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera: Thripidae) en Venezuela. Manejo Integrado de Plagas 29. Pp. 22-23.

CERMELI, M., MONTAGNE, A., CASTRO, R., ROMERO, R., 2002. Chemical control of *Thrips palmi* Kerny (Thysanoptera, Thripidae) on field beans (*Phaseolus vulgaris* L.). II. Rev. Fac. Agron. (LUZ) 19, 1–8.

CHAMBERS RJ, LONG S, HELYER NL. 1993. Effectiveness of *Orius laevigatus* for the control of *Frankliniella occidentalis* on cucumber and pepper in the UK. Biocontrol Science and Technology 3:295\_307.Chang, 1991.

CHYICHEN H, WENHUA C. 2001. Life history and feeding amount of *Amblyseius asetus* and *A. maai* (Acari: Phytoseiidae) on *Thrips palmi* (Thysanoptera: Thripidae). Formosan Entomologist 21(4): 321-328.

COX, P.D.; MATTHEWS, L.; JACOBSON, R.J.; CANNON, R.; MACLEOD, A.; WALTERS, K.F.A. 2009. Potential for the use of biological agents for the control of *Thrips palmi* (Thysanoptera: Thripidae) outbreaks. International Journal of Pest Management Vol. 55, No. 3, July–September 2009, 181–185.

DENOYES, B.; BORDAT, D.; BON, H. DE; DALY, P. 1986. A new pest of vegetable crops in Martinique: *Thrips palmi* (Karny). **Journal Agronomie Tropicale** 1986 Vol. 41 No. 2 pp. 167-169.

DE SOUSA, J.; GONDIM JR., M.G.; BARROS, R.; DE OLIVEIRA, J. 2005. Ácaros em Produtos Armazenados Comercializados em Supermercados e Feiras Livres da Cidade do Recife. *Neotropical Entomology* 34(2):303-309 (2005)

DURAN, I.C.; MESA, N.C.; ESTRADA, E.I. 1998. Ciclo de vida de *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera: Thripidae) y registro de hospedantes en el Valle del Cauca. *Revista Colombiana de Entomología* 23 (3-4): 109-120.

ELIZONDO, A.I.; MURGUIDO, C.A.; PÉREZ, I. ; PIEDRA, F.; PEÑA, E.; MARTÍNEZ, M.; MARTELL, M.; FERNÁNDEZ, M. Á.; SARIOL, A.; RODRÍGUEZ, S.; JIMÉNEZ, R.; GRANDA, G.; PALACIOS, F. 2003. *Thrips palmi* Karny en la agricultura cubana. *Fitosanidad*. 7(2): 19-24.

ENKEGAARD, A.; SARDAR, M.A.; BRODSGAARD, H.F. 1997. The predatory mite *Hypoaspis miles*: biological and demographic characteristics on two prey species, the mushroom sciarid fly, *Lycoriella solani*, and the mould mite, *Tyrophagus putrescentiae*. *Entomol Exp Appl* 82:135–146.

FREIRE, R.A.; MORAES, G. J. DE.; SILVA, E.S.; VAZ, A.C. CASTILHO, R.C. 2007. Biological control of *Bradysia matogrossensis* (Diptera: Sciaridae) in mushroom cultivation with predatory mites. *Experimental and Applied Acarology* June 2007, Volume 42, Issue 2, pp 87-93.

GILLESPIE, D.R.; QUIRING, D.M.J. 1990. Biological control of fungus gnats, *Bradysia* spp. (DIPTERA: SCIARIDAE), and western flower

thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae), in greenhouses using a soil-dwelling predatory mite, *Geolaelaps* SP. nr. *Aculeifer* (Canestrini) (Acari: Laelapidae). The Canadian Entomologist Volume 122 Issue 05 October 1990, pp 975-983

GUARÍN, J.H. MOLINA 2003 Thrips palmi Karny en el Oriente Antioqueño. Biología, efecto de hongos entomopatógenos y de extractos vegetales en laboratorio y campo, comportamiento de sus enemigos naturales e *impacto ambiental para su manejo sostenible*. Generación y validación de estrategias de manejo integrado de *Thrips palmi*, plaga polífaga en cultivos del Oriente Antioqueño. Centro de Investigación la Selva, Corpoica regional cuatro, Rionegro, Antioquia, Colombia. 60 páginas

JACOBSON, R: J.; CHANDLER, D.; FENLON, J.; RUSSELL, K.M. 2001. Compatibility of *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin with *Amblyseius cucumeris* Oudemans (Acarina: Phytoseiidae) to Control *Frankliniella occidentalis* Pergande (Thysanoptera: Thripidae) on Cucumber Plants Biocontrol Science and Technology (2001) 11, 391- 400.

JAMES, R.R., ELZEN, G.W., 2001. Antagonism between *Beauveria bassiana* and imidacloprid when combined for *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) control. J. Econ. Entomol. 94, 357–361.

JONES, T., SCOTT-DUPREE, C., HARRIS, R., SHIPP, L., HARRIS, B., 2005. The efficacy of spinosad against the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*, and its impact on associated biological control agents on greenhouse cucumbers in southern Ontario. Pest Manag. Sci. 61, 179–185.

KAWAI, A. 1990. Life cycle and population dynamics of *Thrips palmi* Karny. JARQ 23 (4): 249-342.

KHERADMANDA, K.; KAMALIA, K.; FATHIPOURA, Y.; MOHAMMADI GOLTAPPEHB, E. 2007. Development, life table and thermal requirement of *Tyrophagus putrescentiae* (Astigmata: Acaridae) on mushrooms. Journal of Stored Products Research 43 (2007) 276–281.

KIM, D.; PARK, J.; KIM, S.; KIM, S.; PAIK, C. 2004. Biological Control of *Thrips palmi* (Thysanoptera: Thripidae) with *Orius strigicollis* (Hemiptera: Anthocoridae) on Cucumber in Plastic Houses in the Southern Region of Korea J. Asia-Pacific Entomol. 7(3): 311-315 (2004).

KOSTIAINEN, T; HOY, MA. 1994. Eggs-harvesting allows large scale rearing of *Amblyseius finlandicus* (Acari: Phytoseiidae) in the laboratory. Experimental & Applied Acarology 18:155-165.

KUROKI, S.; NAKAMURA, M.; KAWASAKI, Y. 1997. Studies on integrated control of major insect pests of sweet pepper in a greenhouse. Control of *Thrips palmi* with 2 species of predators, *Orius sauteri* and *Amblyseius cucumeris*. Proceedings of the Association for Plant Protection of Kyushu 43:106\_109.

LAYLAND, J.R.; UPTON, M.; BROWN, H.H. 1994. Monitoring and identification of *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera: Thripidae). J. Aust. Ent. Soc. 33, 169–173.

LESNA, I.; SABELIS, M.W.; BOLLAND, H.R.; CONIJN, C.G. 1995. Candidate natural enemies for control of *Rhizoglyphus robini* Clapar de (Acari: Astigmata) in lily bulbs: exploration in the field and pre-selection in the laboratory. Experimental & Applied Acarology, 19 (1995) 655-669.

LESNA, I.; CONIJN, C.G.M.; SABELIS, M. 2000.; van Straalen, N.; Biological Control of the Bulb Mite, *Rhizoglyphus robini*, by the Predatory Mite, *Hypoaspis aculeifer*, on Lilies: Predator-Prey Dynamics in the Soil, under Greenhouse and Field Conditions. *Biocontrol Science and Technology* Volume 10, Issue 2, pages 179-19.

LINNANMÄKI, M., HULSHOF, J., VÄNNINEN, I., 1998. Biology and prospects for enhancing biocontrol of the Western Flower Thrips: *Frankliniella occidentalis* in cut roses, The 1998 Brighton conference – Pests and diseases, 3D-4

LOOMANS, A.J.M. 2003. Parasitoids as biological control agents of thrip pests. Wageningen University Thesis, Wageningen, Netherlands, 200 p.

LUCK, R.F.; SHEPARD, B.M; KENMORE, P.E. 1998. Experimental Methods for Evaluating Arthropod Natural Enemies *Annual Review of Entomology* Vol. 33: 367-389

MESA, N.C.; LENIS, J.I.; BRAUN, A.R.; DUQUE, M.C. 1993. Desarrollo de metodologías para la cría masiva de *Typhlodromalus tenuiscutus* McMurtry y Moraes (Acari: Phytoseiidae) en yuca. *Revista Colombiana de Entomología* 19(2):41-50.

MESA, N.C. & VALENCIA, M.O. 2011. Diversidad de los ácaros del suelo presentes en la zonas aledañas al distrito de manejo integrado enclave subxerofítico de atuncela – Dagua. Resúmenes XXXVIII Congreso sociedad colombiana de entomología. 149 p.

MESSELINK, G.; VAN HOLSTEIN-SAJ, R. 2008. Improving thrips control by the soil-dwelling predatory mite *Macrocheles robustulus* (Berlese). *Integrated Control*

in Protected Crops, Temperate Climate IOBC/wprs Bulletin Vol. 32, 2008 pp. 135-138 135.

MITUDA, E.C.; CALILUNG, V.J. 1989. Biology of *Orius tantillus* (Motschulsky) (Hemiptera: Anthocoridae) and its predatory capacity against *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera: Thripidae) on Watermelon. Philippine Agriculturist 72(2):165\_184.

MINEIRO, J.L.; MORAES, G.J.de. 2001. Gamasida (Arachnida: Acari) Edáficos de Piracicaba, Estado de São Paulo. Neotropical Entomology 30(3): 379-385 (2001).

NAKAHARA, L.M., 1984. New State record: *Thrips palmi* Karny. Hawaii Pest Report. Hawaii Department Agr. 4, 1-5.

PANTOJA, A.; SEGARRA, A.; RUIZ, H.; MEDINA-GAUD, S. 1998. *Thrips palmi* (Thysanoptera: Thripidae): a new insect pest for Puerto Rico. Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico. 1988 Vol. 72 No. 2 pp.

PRISCHMANN, D.A.; KNUTSON, E.M.; DASHIELL, K.E.; LUNDGREN, J.G. 2011. Generalist-feeding subterranean mites as potential biological control agents of immature corn rootworms Exp Appl Acarol (2011) 55:233-248 DOI 10.1007/s10493-011-9468-y.

RENDON, F.; CARDONA, C.; BUENO, J.M. 2001. Pérdidas causadas por *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae) y *Thrips palmi* (Thysanoptera: Thripidae) en habichuela en el Valle del Cauca. Revista Colombiana de Entomología 27(1-2): 39-4.

RODRÍGUEZ, H.; RAMOS, M.; SURÍS, M. 2007. Los ácaros depredadores: una alternativa para el manejo de *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera: Thripidae). Rev. Protección Veg. Vol. 22 No. 2 (2007): 89-96.

ROSENHEIM, J.A.; WELTER, S.C.; JOHNSON, M.W.; MAU, R.F.L; GUSUKUMA-MINUTO, L.R. 1990. Direct feeding damage on cucumber by mixed-species infestations of *Thrips palmi* and *Frankliniella occidentalis*. Journal of Economic Entomology 83:1519\_1525.

SAITO, T. 1991. A field trial of an entomopathogenic fungus, *Beauveria bassiana*, for the control of *Thrips palmi*. Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology 35:80\_81.

SALAS, J. 2003. Las plantas cultivadas y silvestres hospederas de *Thrips tabaci* y *Thrips palmi* (Thysanoptera: Thripidae) en Quibor, estado Lara, Venezuela. *Bioagro*. 15(1): 47-54.32.

SALAS, J. 2004. Evaluación de prácticas culturales para el control de *Thrips palmi* (Thysanoptera: Thripidae) en pimentón. *Entomotrópica*. 19(1): 39-46.

SALAS, J.; CERMELI, M. 1995. Manejo integrado del trips o piojito amarillo de la caraota *Thrips palmi* Karny en Venezuela», Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (FONAIAP), Ministerio de Agricultura y Cría, Venezuela, 1995.

SÁNCHEZ LÓPEZ, J. 2002. Control De Ácaros Contaminantes Del Jamón Ibérico. Tesis Doctoral. Universidad De Extremadura Facultad De Veterinaria Departamento De Medicina Y Sanidad Animal. Cátedra De Parasitología Y Enfermedades Parasitarias. 273 P. file:///C:/Users/NORA/Downloads/Dialnet-ControlDeAcarosContaminantesDelJamonIberico-282%20(1).pdf

SASTROSISWOJO, S. 1991. Thrips on vegetables in Indonesia. ; IN: Talekar, N.S. (ed.) 1991. Thrips in Southeast Asia: proceedings of a regional consultation workshop, Bangkok, Thailand, 13 March 1991. Asian Vegetable Research and Development Center, AVRDC Publication No. 91-342, 74 p.

SEAL, D.R.; BARANOWSKI, R.M.; BISHOP, J.D., 1993. Effectiveness of insecticides in controlling *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera: Thripidae) on different vegetable crops in South Florida. Proc. Fla. State Hort. Soc. 106, 228–233. Seal, 1998.

SEAL, R. 1998. Biology and management of melon thrips, *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera: Thripidae): an economic pest of vegetable crops in South Florida. Memorias XXV Congreso Sociedad Colombiana de Entomología. 5p. Cali, Julio 16-18.

SHIMIZU T, KAWASAKI K. 2001. Geographic variability in diapause responses of Japanese Orius species. Entomologia Experimentalis et Applicata 98:303\_316.

STEINER, M.; GOODWIN, S.; WELLHAM, T. 1999. A simplified rearing method for *Stratiolaelaps miles* (Acari: Laelapidae). IOBC/WPRS Bulletin 22:241–242

TALEKAR, N.S. 1991 Thrips on pepper: AVRDC's research strategy. IN: Talekar, N.S. (ed.) 1991. Thrips in Southeast Asia: Proceedings of a regional consultation workshop, Bangkok, Thailand, 13 March 1991. Asian Vegetable Research and Development Center, AVRDC Publication No. 91-342, 74 p.

TRUJILLO, Z.; PÉREZ, R.P; BORROTO, D.; CONCEPCIÓN, E. 2003. Efectividad de hongos entomopatógenos y *Bacillus thuringiensis* sobre *Thrips palmi* Karny en el cultivo del pepino. *Fitosanidad*. 7(4): 13-18.

TSAY, J. H.; YUE B.; WEB, S. E.; FUNDERBURK, J. E.; HSU, H. T. 1995. Effects of host plant and temperature on growth and reproduction of *Thrips palmi* (Thysanoptera: Thripidae) Environmental Entomology. Vol. 24, No 6; p. 1598-1603.

VÄNNINEN, I.; KOSKULA, H. 2004. Biocontrol of the shore fly *Scatella tenuicosta* with *Hypoaspis miles* and *H. aculeifer* in peat pots. BioControl April 2004, Volumen 49, Issue 2, pp 137-152

VERGARA R., R. 1998. El *Thrips palmi* Karny, una nueva plaga de la agricultura Colombiana En: Especiales del GEUN. Medellín: No 2. (mar. 1998); p. 1-13.

VERGARA, R. 1999. Manejo integrado de *Thrips palmi* Karny. P. 1-29. En: Seminario "Experiencias en el Manejo integrado de Thrips en Colombia2. Sociedad Colombiana de Entomología, SOCOLEN. Memorias. Bogotá.

VOS, G. M.; SASTROSISWOJO, S.; WHAN, T. S. And SETIAWATI, W. 1991. Thrips on hot peppers in Java, Indonesia. En: TALEKAR, N. S. Thrips in Southeast Asia, proceeding of a regional consultation workshop. Bangkok: (AVRDC) Asian vegetable research and development center, p. 18.).

WIETHOFF, J., POEHLING, H.M.; MEYHO FER, R. 2004. Combining plant- and soil-dwelling predatory mites to optimise biological control of thrips. Experimental and Applied Acarology 34: 239–261, 2004.

WRIGHT, E.M; CHAMBERS, R.J. 1994. The biology of the predatory mite *Hypoaspis miles* (Acari: Laelapidae), a potential biological control agent of *Bradysia pauper* (Dipt. Sciaridae). Entomophaga 39:225–235

WUA, S.; GAOA, Y.; XUA, X.; WANGA, E.; WANGB, Y.; LEI, Z. 2014. Evaluation of *Stratiolaelaos scimitus* and *Neoseiulus barkeri* for biological control of thrips on greenhouse cucumbers.

YANO, 2004.. Recent development of biological control and IPM in greenhouses in Japan. *Journal of Asia-Pacific Entomology* 7(1):5\_11.

YANO E, JIANG N, HEMERIK L, MOCHIZUKI M, MITSUNAGA T, SHIMODA T. 2005. Time allocation of *Orius sauteri* in attacking *Thrips palmi* on an eggplant leaf. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 117:177-184.

YDERGAARD ET AL. (1997) Ydergaard S., Enkegaard A. and Brodsgaard H.F. 1997. The predatory mite *Hypoaspis miles*: temperature dependent life table characteristics on a diet of sciarid larvae, *Bradysia paupera* and *B. tritici*. *Entomol. Exp. Appl.* 85: 177–187.