

Liberación de predadores para el control de ácaros plaga en Guayacán de Manizales
***Lafoensia acuminata* (Ruiz & Pav.) DC. (Myrtales: Lythraceae) en casa de malla**

Víctor Eranio Ruiz Flórez

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD
Escuela de Ciencias Agrícolas Pecuarias y del Medio Ambiente - ECAPMA
Bogotá - Colombia

2018

Liberación de predadores para el control de ácaros-plaga en Guayacán de Manizales
***Lafoensia acuminata* (Ruiz & Pav.) DC. (Myrtales: Lythraceae) en casa de malla**

Víctor Eranio Ruiz Flórez

Trabajo de grado como requisito para optar al título de Ingeniero Agroforestal

Director de tesis

Jordano Salamanca

Ingeniero Agrónomo PhD en entomología.

Profesor Programa de Agronomía

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas Pecuarias y del Medio Ambiente - ECAPMA

Bogotá - Colombia

2018

NOTA DE ADVERTENCIA

Artículo 23 de la Resolución No. 13 de julio de 1946: “La Universidad no se hace responsable por los conceptos emitidos por sus alumnos en sus tesis de grado”

DEDICADO A

A DIOS,

Omnipotente, Esperanza mía

A MIS PADRES:

Isaac Ruiz Molina y Rosa Delia Flórez Siachoque

A MI ESPOSA:

María Cristina Angarita Ovalle, mi invaluable apoyo:

A MI QUERIDO HIJO:

Johan Alejandro Ruiz Angarita

Y A MI QUERIDO NIETO:

Evan Alejandro Ruiz Peña

A MI QUERIDA NUERA:

Karen Tatiana Peña Osorio

A todos los incansables soñadores por un mundo mejor

AGRADECIMIENTOS

A mi director tesis Doctor Jordano Salamanca Bastidas, por su excelente aporte, colaboración y compromiso durante las actividades prácticas y académicas para la elaboración de la tesis

A la empresa Bichopolis, por demostrar su interés y compromiso por la investigación científica a través de la donación del material biológico de ácaros predadores para realizar el experimento para la tesis

A mí adorada madre y a mi padre por no perder su fe en mi empeño en hacerme profesional, para crear un mejor país con oportunidades para todos

A toda mi familia padres, hermanos, y familia política, por sus invaluable aportes y paciencia durante el transcurso de mis estudios.

A todo el personal de profesionales de la educación que tuvieron que ver con mi formación a través de la vida, especialmente al personal de docentes de la UNAD por su invaluable colaboración y apoyo

Al personal de profesionales del Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis, en cabeza de la Doctora Claudia Alexandra Pinzón y personal técnico y operativo del (vivero la Florida), por su apoyo en el préstamo del espacio y materiales para la realización del experimento

A todos mis compañeros de estudio por su invaluable apoyo incondicional, dándome Fortaleza en los momentos difíciles

TABLA DE CONTENIDO

Introducción -----	11
1. Marco teórico -----	12
1.1 Guayacán de Manizales <i>Lafoensia acuminata</i> -----	12
1.2 Generalidades de <i>Chrysoperla carnea</i> -----	14
1.3 Generalidades de <i>Phytoseiulus persimilis</i> -----	14
1.4 Generalidades de <i>Neoseiulus californicus</i> -----	15
2. Objetivos -----	16
2.1 Objetivo general -----	16
2.2 Objetivos específicos -----	16
3. Metodología -----	18
3.1 Descripción del área de estudio -----	17
3.2 Obtención de ácaros plaga -----	18
3.3 Obtención de ácaros predadores -----	18
3.4 Evaluación de la predación -----	19
3.5 Análisis estadístico -----	20
4. Resultados -----	21
5. Discusión -----	25
6. Recomendaciones -----	30
7. Referencias bibliográficas-----	31

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Afectaciones por ataque de ácaros de la familia Tetranychidae, en hojas de *Lafoensia acuminata* ----- 13
- Figura 2. Casa de malla donde se realizó el experimento para la liberación de predadores----- 18
- Figura 3. Jaula y disposición de las plantas de *L. acuminata* para el establecimiento de la cría experimental de los ácaros plaga ----- 19
- Figura 4. (a). Disposición de plantas de *L. acuminata* en jaulas para la infestación con ácaros Tetranychidae y para la liberación de los predadores. (b) Liberación de predadores sobre plantas de *L. acuminata*. ----- 21
- Figura 5. Porcentaje de consumo de los predadores solos (a) y combinados (b) sobre ácaros de la familia Tetranychidae. ----- 24
- Figura 6. Porcentaje de consumo de los predadores solos o combinados. ----- 25

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Resultados two-way ANOVA de la influencia de los tratamientos, el tiempo y su interacción sobre el porcentaje de predación de ácaros de la familia Tetranychidae. ----- 22

RESUMEN

El Guayacán de Manizales *Lafoensia acuminata* (Ruiz & Pav.) DC. (Myrtales: Lythraceae) se caracteriza por ser usado en la reforestación de áreas degradadas y en la recuperación de cuencas hidrográficas. Esta especie en condiciones de vivero es atacada por ácaros del género *Tetranychus* incrementándose las aplicaciones de productos de síntesis química para su control. Por lo tanto, este trabajo tuvo como objetivo evaluar tres artrópodos predadores para el control de ácaros de la familia Tetranychidae en *L. acuminata*. En casa de malla en el vivero la Florida (km 3 vía Engativá-Cota) se instalaron jaulas donde fueron colocadas 8 plantas (6 meses de edad) de *L. acuminata* por tratamiento, los cuales fueron: 1) *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Phytoseiidae) solo, 2) *Neoseiulus californicus* McGregor (Phytoseiidae) solo, 3) *P. persimilis* + *N. californicus*, 4) *P. persimilis* + *Chrysoperla carnea* Stephens (Neuroptera: Chrysopidae), 5) *N. californicus* + *C. carnea*, 6) *C. carnea* solo y 7) control (sin predadores). Cada planta fue infestada con ~100 ácaros fitófagos dejándolos por 72 horas para su establecimiento. Se realizaron evaluaciones a las 24, 48, 72 y 96 horas para medir el impacto de los predadores (10 predadores/planta) sobre la presa. Se evaluó la tasa de consumo contando el número de ácaros vivos. Se encontró que la combinación de *C. carnea* + *N. californicus* a las 24 (*C. carnea*: 61,35 ± 8,17%; *N. californicus* + *C. carnea*: 75,51 ± 8,02%) y 48 h (*C. carnea*: 72,89 ± 7,78; *N. californicus* + *C. carnea*: 84,07 ± 6,96%) fue la más eficaz para el control de ácaros Tetranychidae. Estos resultados tienen implicaciones en el control biológico aumentativo para el control de ácaros y se espera que puedan ser implementados en condiciones de campo para *L. acuminata*.

Palabras clave: Control biológico, Chrysopidae, Phytoseiidae, Tetranychidae.

ABSTRACT

The Guayacán de Manizales *Lafoensia acuminata* (Ruiz & Pav.) DC. (Myrtales: Lythraceae) is characterized by being used in the reforestation of degraded areas and in the recovery of watersheds. This species in nursery garden conditions is attacked by mites of the genus *Tetranychus*, increasing the applications of chemical synthesis products for its control. Therefore, this work aimed to evaluate three predatory arthropods for the control of mites of the family Tetranychidae in *L. acuminata*. In greenhouse localized in the Florida Garden Nursery (km 3 via Engativá-Cota) cages were installed with 8 plants (6 months of age) of *L. acuminata* by treatment with the following distribution: 1) *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Phytoseiidae) alone, 2) *Neoseiulus californicus* McGregor (Phytoseiidae) alone, 3) *P. persimilis* + *N. californicus*, 4) *P. persimilis* + *Chrysoperla carnea* Stephens (Neuroptera: Chrysopidae), 5) *N. californicus* + *C. carnea*, 6) *C. carnea* alone, and 7) control (without predators). Each plant was infested with ~ 100 phytophagous mites leaving them for 72 hours for establishment. Evaluations were made at 24, 48, 72 and 96 hours to measure the impact of predators (10 predators/plant) on the prey. Consumption rate was evaluated by counting the number of live mites. I found that the combination of *C. carnea* + *N. californicus* at 24 (*C. carnea*: $61.35 \pm 8.17\%$, *N. californicus* + *C. carnea*: $75.51 \pm 8.02\%$) and 48 h (*C. carnea*: 72.89 ± 7.78 , *N. californicus* + *C. carnea*: $84.07 \pm 6.96\%$) was the most effective for control of Tetranychidae mites. These results have implications in augmentative biological control for mite control and are expected to be implemented under field conditions for *L. acuminata* plants.

Key Words: Biological control, Chrysopidae, Phytoseiidae, Tetranychidae

INTRODUCCIÓN

El Guayacán de Manizales *L. acuminata* (Myrtales: Lythraceae) a lo largo del tiempo se ha convertido en una especie de un alto valor maderable para diferentes construcciones (Villamagua & Muñoz, 2017), además de su importancia en la arborización (Corzo., G. 2010) y en algunos procesos de restauración ecológica en sectores afectados por problemas de deforestación y erosión (Moreno, León, & Osorio. 2016). Por ejemplo, Nieto & Rodríguez (2000a) hacen referencia al uso de *L. acuminata*. en la reforestación de áreas degradadas y en la recuperación de cuencas hidrográficas en márgenes hídricas.

Por otra parte, la propagación de *L. acuminata* se realiza a través del establecimiento de viveros forestales, bien sea en programas estatales o en viveros particulares (Ordóñez & Lalama, 2006). Bajo estas condiciones se presentan diferentes afectaciones de tipo fitosanitario que perjudican considerablemente el material vegetal propagado (Landis, T. 2000), destacándose la susceptibilidad al ataque de plagas especialmente de ácaros de la familia Tetranychidae (Nieto & Rodríguez 2000b), los cuales succionan la savia causando encrespamiento, manchas y caída del follaje (Mothes & Seitz, 1982a).

En la actualidad estas plagas son controladas principalmente con altas dosis de productos de síntesis química que son nocivos para el medio ambiente y el ser humano (Del puerto, Suarez & Palacio, 2014), además de aumentar los costos de producción en vivero. Por esta razón se hace necesaria la implementación de nuevas técnicas de manejo para el control de los ácaros plaga. Una de estas técnicas es el uso de control biológico basándose en la liberación de enemigos naturales para la regulación de las poblaciones de ácaros en *L. acuminata*. Dentro de los enemigos naturales más eficientes y estudiados para el control de ácaros plagas se encuentran los predadores de las familias Chrysopidae y Phytoseiidae (Mesa, 1999; Reddy, 2001; Daza *et al.*, 2010; López, 2016), destacándose las especies generalistas como *Chrysoperla carnea* Stephens (Neuroptera: Chrysopidae) y *Neoseiulus californicus* McGregor (Acari: Phytoseiidae), además de un especialista como *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae). Una de las ventajas de estos predadores es que se encuentran comercialmente disponibles en diversas partes del mundo, destacándose Colombia, donde pueden ser adquiridos por los agricultores, técnicos y profesionales del agro.

La importancia de estos predadores se ha evidenciado en diferentes investigaciones, por ejemplo, en estudios en laboratorio realizados por (Hassanpour *et al.*, 2009) se encontró que *C. carnea* es un potencial predador para *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *C. carnea* también mostró altas tasas de predación en plantas de pepino infestadas con *T. urticae* en casa de malla (Wafaa & Eid, 2008). En condiciones de campo fue demostrado que *N. californicus* y *P. persimilis* son especies favorables para la supresión de *T. urticae* en cultivos de calabaza, mostrando reducciones de las poblaciones del 93,02% y 92,15% respectivamente (Abdallah *et al.*, 2012). En otros estudios se comprobó que *Phytoseiulus macropilis* Banks (Acari: Phytoseiidae) presenta la misma tasa de predación y oviposición que *P. persimilis* cuando liberados en plantas de fresa infestadas con *T. urticae*, convirtiéndolos en candidatos promisorios para el control biológico de dicha plaga (Oliveira *et al.*, 2007). En plantas de rosas en condiciones de laboratorio se evidenció el éxito reproductivo y de sobrevivencia de *P. persimilis* sobre los huevos de *T. urticae* (Moghadas *et al.*, 2016). Todos estos estudios comprueban la potencialidad de cada predador para el control de ácaros de la familia Tetranychidae, sin embargo, en algunas ocasiones la combinación o la complementariedad de uno y otro predador puede aumentar significativamente la predación (Fiedler, 2012).

Conociendo la importancia de los predadores mencionados anteriormente en el control de ácaros plaga, especialmente de la familia Tetranychidae en diferentes especies de plantas y su disponibilidad a nivel comercial, en este trabajo se planteó la hipótesis de que *C. carnea*, *N. californicus* y *P. persimilis* solos y combinados regulan las poblaciones de ácaros Tetranychidae en plantas de *L. acuminata* en condiciones de casa de malla.

1. Marco teórico

1.1 Guayacán de Manizales *Lafoensia acuminata*

El Guayacán de Manizales *L. acuminata*, es considerada una especie importante a nivel ecológico, debido a sus cualidades agroecológicas, industriales y alimenticias, (Mahecha *et al.*, 2004). Con una adaptación entre 1300 a 2900 msnm, con un promedio de temperatura de 12 a 24 °C, es usado como árbol ornamental y como planta para la protección de rondas hídricas, además su madera es importante para la construcción de postes y muebles (Mahecha *et al.*, 2004). Cuenta con características importantes que la potencian para ser utilizada en procesos de restauración

ecológica, entre los cuales se destaca, la reforestación de áreas degradadas por prácticas inapropiadas de minería, urbanismo, y la recuperación de cuencas hidrográficas degradadas por malas prácticas agropecuarias (Mahecha *et al.*, 2004).

Lafoensia acuminata se reproduce principalmente por semillas (Neto & Rodríguez, 2000), presenta hojas latifoliadaas y bastantes succulentas, haciéndola apetecible a diferentes artrópodos plaga especialmente ácaros de la familia Tetranychidae (Neto & Rodríguez, 2000c), los cuales atacan el área laminar de las plantas ocasionando manchas de color púrpura y clorosis, causando la caída de las hojas, (Mothes & Seitz, 1982b). Su ataque también provoca alteraciones en los procesos fisiológicos de las plantas como en la fotosíntesis y la respiración, afectando el crecimiento, la floración y el fructificación (Ferragut, et al., 2006). (Fig. 1).

Debido a la importancia de esta plaga en *L. acuminata*, la implementación de medidas de control, especialmente orientadas al control biológico, son necesarias para las regulaciones de las poblaciones de ácaros de una forma condescendiente con el ambiente y el hombre. Por tal razón las liberaciones de predadores principalmente de las familias Chrysopidae y Phytoseiidae son la mejor opción en el control de ácaros plaga en *L. acuminata*.

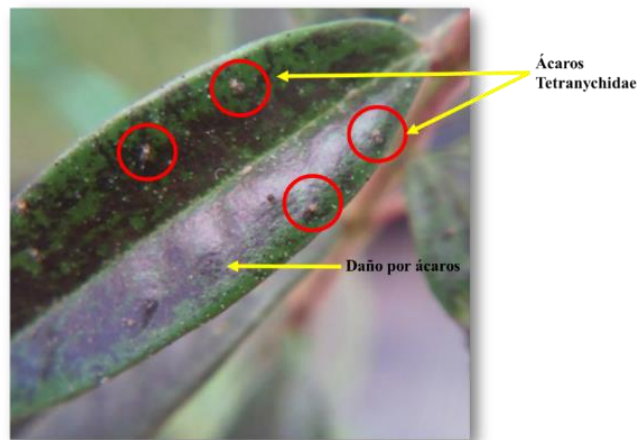


Figura 1. Afectaciones por ataque de ácaros de la familia Tetranychidae, en hojas de *Lafoensia acuminata* (Fuente: el autor).

1.2 Generalidades de *Chrysoperla carnea*

Las especies del orden Neuróptera de la familia Chrysopidae han sido estudiadas como controladores biológicos de diversas plagas agrícolas a nivel mundial (Brooks & Barnard, 1990; Silva, Oliveira et al, 2009; Salamanca *et al.*, 2015; Salas *et al.*, 2014; Salamanca *et al.*, 2017), debido a su abundancia y amplio rango de hábitats (Monserrat & Diaz, 1989a), calificándolas como uno de los predadores más frecuentes y eficaces en condiciones tanto de invernadero como de campo (Boregas *et al.*, 2003; Cuesta & Guarín, 2003; Valencia *et al.*, 2006). Una de las especies con mayor importancia en la región neotropical es *Chrysoperla carnea*, este insecto predador es considerado como cosmopolita, ya que se distribuye principalmente por el holártico en América, Europa y Asia (Ribera & Melic, 2015). Su hábito predador es atribuido principalmente por las larvas (Liu & Chen, 2001), las cuales presentan tres instares muy bien definidos por su diferencia de tamaño, su estado larval tiene una duración de 10 días y sus pupas una duración entre 6 a 10 días dependiendo de la temperatura ambiental, su ciclo biológico se caracteriza de la siguiente manera, huevo, tres estadios larvarios, pupa y adulto (Monserrat & Díaz, 1989b).

Las larvas de esta especie se alimentan de insectos y artrópodos de cuerpo blando como ácaros, larvas de algunos lepidópteros, pulgones, moscas blancas y trips entre otros (Liu & Chen, 2001; Salamanca *et al.*, 2010; Shrestha & Enkegaard, 2013). Estas larvas inyectan dentro de sus presas un complejo de enzimas que disuelven su interior para luego ser succionado (Navarro *et al.*, 2006). Los adultos poseen cuatro alas muy características que presentan nerviación reticulada a modo de celdillas y su puesta de huevos es también muy reconocible, ya que cada huevo se sujeta a la base donde ha sido colocado a través de una estructura vertical llamada “pedicelo” (Nájera & Souza, 2010).

1.3 Generalidades de *Phytoseiulus persimilis*

El acaro *P. persimilis* perteneciente al orden Acari Mesostigmata y a la familia Phytoseiidae es originario de la zona subtropical de América del Sur (Riddik & Wu, 2010) adaptado y ampliamente distribuido en la zona mediterránea (Escudero & Ferragut, 2005). Sin embargo, ha sido introducido en tantos países que puede decirse que su distribución actual es cosmopolita (Escudero & Ferragut, 1998). Este acaro predador es el más conocido de los Phytoseiidae (Gilstrap & Friese, 1985) y también el más empleado para el control de las especies de la familia Tetranychidae (Araña rojo o

ácaro rojo) en cultivos agrícolas, principalmente en condiciones de invernadero o casa de vegetación (Badii et al., 2010).

Estos toman sus presas succionando sus jugos hasta dejarlas completamente secas, además tienen la habilidad de penetrar colonias de ácaros protegidos con telarañas (Rincón, F. (2009). Se caracterizan por colocar sus huevos cerca de las colonias de los ácaros presa, luego de tres días eclosionan las ninfas con seis patas y pasando un día se forma completamente el acaro de ocho patas que consumen huevos de sus presas y posteriormente emergen los adultos que consumen dichas presas en todos sus estadios (Lema, 2013a).

Sus huevos son ovalados del doble del tamaño del de la araña roja, recién puestos presentan una apariencia de naranja claro y transparente (Ruiz, 2014). Las larvas y ninfas son de color rojo pálido a claro, el estado adulto se caracteriza por poseer gran tamaño y amplia movilidad (Ruiz, 2014). Este predador presenta una velocidad de desarrollo muy rápida, superior a la de su presa en condiciones normales, y su fecundidad y capacidad de consumo de presas es la más alta de las encontradas en Phytoseiidae (Lema, 2013b). La duración del ciclo biológico de *P. persimilis* depende, entre otros factores, de la temperatura y la humedad, manteniendo controles efectivos de sus presas entre 15 y 25°C en intervalos de 60-90% de humedad relativa, por encima de 30°C su actividad decrece (De la peña *et al.*, 2011).

Phytoseiulus persimilis es un predador exclusivo de ácaros del género *Tetranychus*, y no se alimenta de otros artrópodos ni de polen, por lo tanto, es necesario que exista la presencia de ácaros presa para realizar su establecimiento en el cultivo a proteger, en el caso de no existir presas puede llegar al canibalismo (Walser & Schausberger, 1999). Se utiliza por lo general para control de araña roja en cultivos de pimientos, tomates, papas, frijoles, maíz, pepino, melón, fresas, berenjenas y plantas ornamentales como gérbas, rosas, entre otras (Abdallah *et al.*, 2012; Oliveira *et al.*, 2007; Biobee, 2017).

1.4 Generalidades de *Neoseiulus californicus*

El acaro *N. californicus*, perteneciente al orden Acari Mesostigmata y a la familia Phytoseiidae, se distribuye a lo largo del mundo principalmente en países como Argentina, Estados Unidos (California y Florida), Chile, Japón, Sudáfrica, en el sur de Europa y borde del mar mediterráneo (Escudero & Ferragut, 2005). Es un acaro ampliamente utilizado para el control biológico de plagas (Oatman *et al.*, 1977; Pickett & Gilstrap 1986; Castagnoli & Simoni 1999; Raworth *et al.*,

1994; Çakmak & Çobanoğlu, 2006), destacándose especies como *T. urticae*, y otros ácaros económicamente importantes de diversos cultivos (Casas & Salamanca, 2009; Forero *et al.*, 2008).

Neoseiulus californicus, se caracteriza porque los adultos tienen forma de pera, son translúcidos y solo hasta que se alimentan toman la coloración de su presa (Kain & Nyrop, 1995), además son más resistentes a las variaciones de temperatura que *P. persimilis*, sobreviviendo periodos cortos a más de 40°C y por debajo del punto de congelación 0°C (Manners, 2015). Se desarrolla de huevo a adulto en un tiempo de 4 a 10 días dependiendo de la temperatura ambiente, la hembra coloca ~60 huevos durante su vida, dos a tres por día (Marafeli, *et al.*, 2014). Cuando se reduce la presencia de presas se dispersan por el cultivo manteniéndose en este, tienen la capacidad de sobrevivir cuando escasean las presas por que puede consumir otro tipo de estas, además de polen (Gugole, 2013).

Por su capacidad de sobrevivencia y su potencialidad en el consumo generalista de ácaros plaga, *N. californicus* se convierte en una opción viable para programas de control biológico, destacándose también su alta capacidad de resistencia a insecticidas y fungicidas (Escudero & Ferragut, 2005; Liburd *et al.*, 2007).

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

Evaluar la liberación de tres artrópodos predadores para el control de ácaros de la familia Tetranychidae en Guayacán de Manizales *Lafoensia acuminata* (Myrtales: Lythraceae) en condiciones de casa de malla.

2.2 Objetivos específicos

- Evaluar el porcentaje de consumo de *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae), *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) y *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) solos en plantas de *Lafoensia acuminata* infestadas con ácaros Tetranychidae.
- Evaluar el porcentaje de consumo de *P. persimilis* en combinación con *N. californicus* en plantas de *L. acuminata* infestadas con ácaros Tetranychidae.

- Evaluar el porcentaje de consumo de *P. persimilis* en combinación con *C. carnea* en plantas de *L. acuminata* infestadas con ácaros Tetranychidae.
- Evaluar el porcentaje de consumo de *N. californicus* en combinación con *C. carnea* en plantas de *L. acuminata* infestadas con ácaros Tetranychidae.

3. Metodología

3.1 Descripción del área de estudio

Este estudio fue realizado en casa de malla ubicada en el vivero la Florida, Bogotá, Colombia (km 3 vía Engativá-Cota) (4°42'59,75'' N; 74°08'49,74'' W) (Fig.2) con una temperatura promedio de $23 \pm 0,73^{\circ}\text{C}$ y una humedad relativa del $70 \pm 1,21\%$.



Figura 2. Casa de malla donde se realizó el experimento para la liberación de predadores (Fuente: el autor).

3.2 Obtención de ácaros plaga

Los ácaros plaga de la familia Tetranychidae se obtuvieron a través del establecimiento de colonias en plantas de *L. acuminata*, ubicadas en jaulas con cobertura de plástico y malla de $1\text{m} \times 1\text{m} \times 1\text{m}$. Esto con el fin de tener un abastecimiento permanente para alcanzar la cantidad de

especímenes adecuada para la realización de los experimentos (Fig. 3), donde se usaron ramas infestadas para la inoculación de los ácaros en los diferentes tratamientos a establecerse.



Figura 3. Jaula y disposición de las plantas de *Lafoensia acuminata* para el establecimiento de la cría experimental de los ácaros plaga (Fuente: el autor).

3.3 Obtención de artrópodos predadores

Los adultos predadores *P. persimilis* y *N. californicus* fueron donados por Bichopolis (<http://biobee.co/quienes-somos/bichopolis/>) empresa ubicada en el municipio de Tabio, Cundinamarca, Colombia. Estos se obtuvieron en frascos de plástico con cascarilla de arroz en un número promedio de ~1000 especímenes, listos para liberarlos en los experimentos a evaluar.

Por otra parte, los especímenes de *C. carnea* fueron comprados en Productos Biológicos Perkins Ltda. (<http://perkinsltda.com.co/>) (Cali, Valle, Colombia), donde se adquirieron adultos para obtener una cría de manutención. Estos fueron colocados en recipientes de plástico con una cobertura interna de papel cartulina de color blanco como soporte para la oviposición. Como dieta se proporcionó una mezcla de miel de abeja con levadura de cerveza en una proporción 2:1 (Soto & Iannacone, 2008). Las larvas de primer instar obtenidas de la cría fueron usadas para realizar la evaluación de predación en los tratamientos correspondientes.

3.4 Evaluación de la predación

Para la evaluación de la predación de los diferentes artrópodos *P. persimilis*, *N. californicus* y *C. carnea* sobre plantas infestadas de *L. acuminata*, con ácaros Tetranychidae se estableció un diseño

completamente al azar (DCA) con 7 tratamientos replicados 8 veces, los cuales fueron: 1) *P. persimilis* solo, 2) *N. californicus* solo, 3) *P. persimilis* + *N. californicus*, 4) *P. persimilis* + *C. carnea*, 5) *N. californicus* + *C. carnea*, 6) *C. carnea* solo y 7) control (sin predadores). Para cada tratamiento fueron colocadas 8 plantas de *L. acuminata*, donde cada una correspondía a una réplica, estas plantas fueron dispuestas en jaulas (44,8 cm ancho × 44,8 cm largo × 37,5 cm alto) en dos filas (Fig. 4a). Las plantas de *L. acuminata* usadas fueron de 6 meses de edad con una altura de 15 cm y sembradas en bolsas de color negro (12 cm ancho × 15 cm alto) con tierra negra fértil. Cada planta fue infestada con ~100 ácaros fitófagos obtenidos de la cría establecida en el vivero, estos fueron transferidos a las plantas cuidadosamente con un pincel de punta fina, dejándolos 72 h para su establecimiento.

Para los tratamientos con los predadores solos, fueron liberados 10 especímenes por planta (80 predadores/tratamiento) con un pincel de punta fina (Fig. 4b). En el caso de *P. persimilis* y *N. californicus* fueron liberados adultos y para *C. carnea* fueron liberadas las larvas de I instar (Ail-Catzim *et al.*, 2005).

En cuanto a los tratamientos con los predadores combinados se liberaron 5 especímenes de cada predador por planta. La proporción entonces usada en la liberación fue de 1:10, la cual fue tomada de diferentes trabajos realizados con estos predadores (Gamboa *et al.*, 2016). Las evaluaciones para medir el impacto de los predadores sobre plantas de *L. acuminata* infestadas con los ácaros Tetranychidae fueron realizadas en intervalos de tiempo a las 24, 48, 72 y 96 horas respectivamente (Nájera *et al.*, 2016).

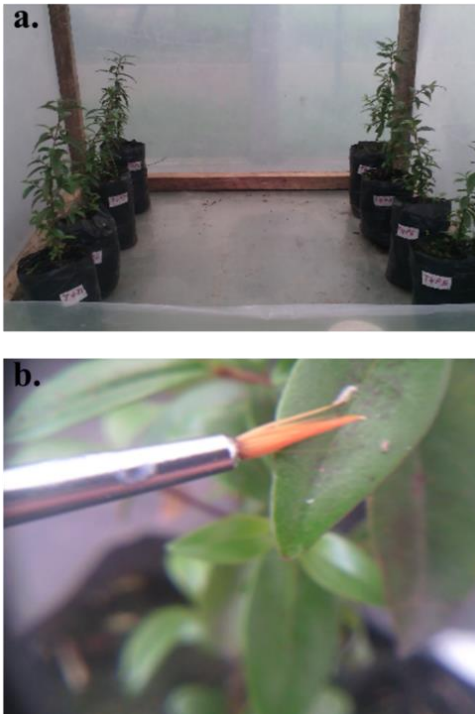


Figura 4. (a). Disposición de plantas de *L. acuminata* en jaulas para la infestación con ácaros Tetranychidae sp. y para la liberación de los predadores. (b). Liberación de predadores sobre plantas de *L. acuminata* (Fuente: el autor).

3.5 Análisis estadístico

Todos los análisis se realizaron en R 3.3.1 (R Development Core Team 2016). Para conocer si todos los datos cumplían con la normalidad y homoscedasticidad fueron realizados los análisis de Shapiro-Wilk (Shapiro & Wilk, 1965) y Levene (paquete “car” en R) respectivamente. Para conocer las diferencias entre el porcentaje de consumo de los predadores sobre las poblaciones establecidas de ácaros Tetranychidae en los diferentes intervalos de tiempo, se realizó una two-way ANOVA, con tratamiento, tiempo y su respectiva interacción como factores. Cuando se encontró diferencias significativas fue realizada la prueba de Tukey HSD ($\alpha = 0,05$) (paquete “Agricolae” en R).

4. Resultados

4.1 Evaluación de la predación

El porcentaje de consumo presentó diferencias significativas tanto en los tratamientos como en los intervalos de tiempo, además de presentar una interacción significativa entre ellos (Tabla 1).

Tabla 1. Resultados two-way ANOVA de la influencia de los tratamientos, el tiempo y su interacción sobre el porcentaje de predación de ácaros de la familia Tetranychidae.

Variable	Resultados ANOVA		
	<i>df</i> ^a	<i>F</i>	<i>P</i> ^b
Tratamiento	6,196	60,49	< 0,001
Tiempo	3,196	69,21	< 0,001
Tratamiento × Tiempo	18,196	2,62	< 0,001

^a Numerador, denominador (error)

^b Números en negrilla indican diferencias significativas ($\alpha = 0,05$).

Una vez analizado el porcentaje de consumo de los predadores cuando fueron liberados separadamente, se evidenció que *P. persimilis* presenta una predación significativa a las 96 h ($78,41 \pm 1,87\%$) con respecto a los otros intervalos de tiempo (Fig. 5a). Para *N. californicus* las mayores tasas de predación fueron encontradas a las 48 ($56,21 \pm 6,31\%$), 72 ($64,85 \pm 6,82\%$) y 96 h ($72,37 \pm 6,81\%$) (Fig. 5a). *C. carnea* tuvo una alta tasa de predación a las 72 ($83,36 \pm 4,35\%$) y 96 h ($88,37 \pm 3,43\%$) (Fig. 5a).

Por otra parte, la combinación de *N. californicus* con *C. carnea* no presentaron diferencias significativas entre los intervalos de tiempo en cuanto al consumo de las presas (24 h: $75,51 \pm 8,02\%$; 48 h: $84,07 \pm 6,96\%$; 72 h: $93,07 \pm 2,51\%$; 96 h: $95,09 \pm 2,64\%$) (Fig. 5b). La interacción

de *P. persimilis* con *N. californicus* y *C. carnea* presento una alta tasa de predación a las 96 h (*P. persimilis* + *N. californicus*: $75,95 \pm 6,19\%$; *P. persimilis* + *C. carnea*: $84,26 \pm 2,74\%$) (Fig. 5b).

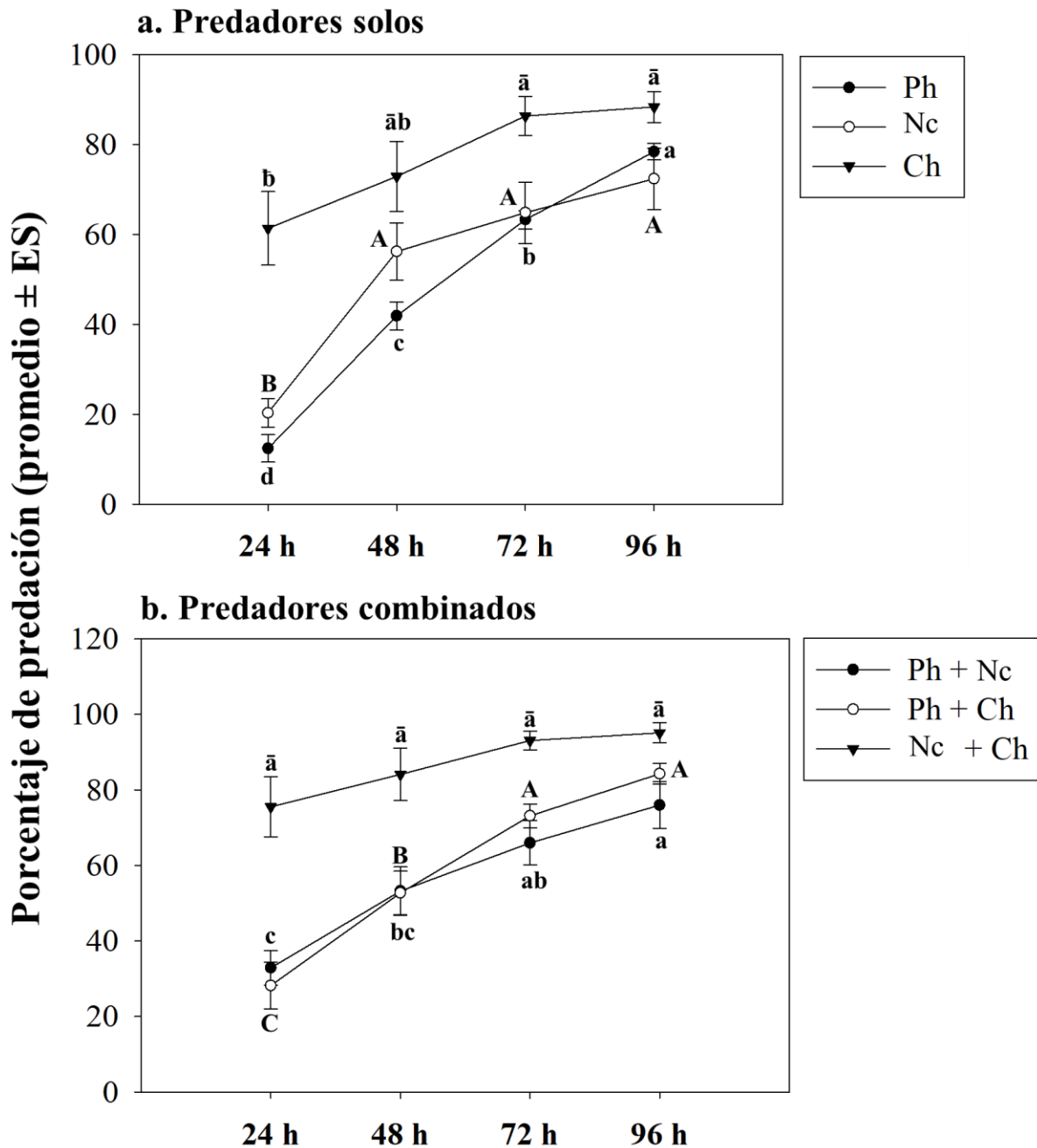


Figura 5. Porcentaje de consumo de los predadores solos (a) y combinados (b) sobre ácaros de la familia Tetranychidae. Ph=*P. persimilis* (letras minúsculas); Nc=*N. californicus* (letras mayúsculas) y Ch: *C. carnea* (letras minúsculas con línea superior). Letras diferentes indican diferencias significativas entre los tratamientos (Test de Tukey, $\alpha = 0,05$).

Dentro de los diferentes tratamientos el que mostro mayor eficacia en el consumo de ácaros de la familia Tetranychidae en *L. acuminata* fue *N. californicus* y su combinación con *C. carnea* a las 24 (*C. carnea*: $61,35 \pm 8,17\%$; *N. californicus* + *C. carnea*: $75,51 \pm 8,02\%$) y 48 h (*C. carnea*: $72,89 \pm 7,78\%$; *N. californicus* + *C. carnea*: $84,07 \pm 6,96\%$), con respecto a los otros tratamientos evaluados (Fig. 6). A las 72 h se evidenció un consumo significativo de la combinación de *N. californicus* + *C. carnea* ($93,07 \pm 2,51\%$) comparado con *P. persimilis* ($63,29 \pm 2,02$) y *N. californicus* ($64,85 \pm 6,82$) solos y combinados ($65,96 \pm 5,86$) (Fig. 6).

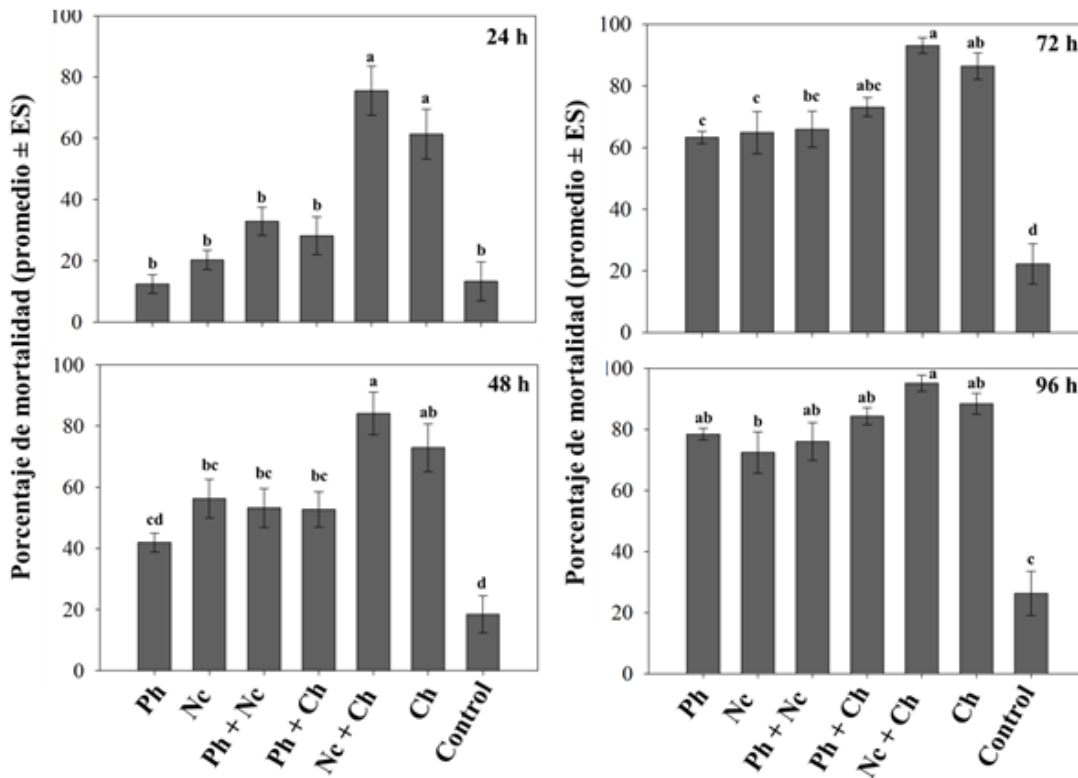


Figura 6. Porcentaje de mortalidad de los predadores solos o combinados a las 24 h, 48 h, 72 h y 96 h. Ph=*P. persimilis*; Nc=*N. californicus* y Ch: *C. carnea*. Letras diferentes indican diferencias significativas entre los tratamientos (Test de Tukey, $\alpha = 0,05$).

5. Discusión

En los estudios realizados en casa de malla con la liberación de *P. persimilis*, *N. californicus*, *C. carnea* y sus respectivas combinaciones para medir el porcentaje de consumo de ácaros plaga de

la familia Tetranychidae en plantas de *L. acuminata*, se encontró que la combinación de *N. californicus* + *C. carnea*, presentó un consumo constante a lo largo de todas las horas de evaluación, además de mostrar una predación significativa a las 24, 48 y 72 horas con respecto a los demás tratamientos.

Chrysoperla carnea y *N. californicus* son predadores que presentan poca movilidad al contar con presas disponibles, concentrando por lo tanto su consumo en ellas (Walzer *et al.*, 2004), esta puede ser una razón viable por la cual estos predadores combinados en este experimento mostraron una alta predación en todos los periodos de tiempo evaluados. Por otro lado, su alta capacidad de consumo y adaptación a las presas debido a su característica de consumidores generalistas, los convierten en predadores más competentes y adaptables al tipo de alimento a consumir, proporcionando una alternativa para el control biológico de ácaros plaga de la familia Tetranychidae (El-Sawi & Momen 2005).

En otros resultados se pudo evidenciar que la liberación solamente con *C. carnea* presenta una alta predación entre las 24 y las 48 horas con respecto a los demás tratamientos, además se muestra que al combinarlo con *N. californicus* logra potencializar la respuesta de consumo de este predador al ser liberado de forma individual. La respuesta positiva de la larva de primer instar de *C. carnea* se puede asociar a su necesidad de un gran número de presas para alcanzar su siguiente estado fisiológico (II instar). Por ejemplo Hassanpour *et al.* (2009), demostraron que las larvas de *C. carnea* presentan un alto potencial para consumir ácaros de la familia Tetranychidae, debido a la idoneidad de la presa. Estos autores encontraron también que la larva de III instar presentó un consumo significativo con respecto a los otros instar larvales, resultado que deja una pregunta abierta para responder en trabajos futuros, acerca del comportamiento de la larva de III instar en las plantas de *L. acuminata* infestadas con ácaros Tetranychidae. Según Palevsky *et al.* 2007, este predador tiene gran capacidad de predación garantizando el control de ácaros Tetranychidae no solo consumiendo la presa, sino también destruyendo los nidos, específicamente entrando dentro de la tela tejida por dicha presa, logrando optimizar el control y retardando el restablecimiento de la plaga. En otro estudio se evidenció la presencia de larvas de *C. carnea* en poblaciones de *T. urticae* en cultivos de cítricos, asociando esta relación con una baja densidad de la plaga en dichos cultivos (Abad-Moyano *et al.*, 2009).

En el caso de *N. californicus* su característica de consumidor generalista, su resistencia, capacidad de supervivencia y alto consumo de presas, lo hacen un excelente consumidor de ácaros

Tetranychidae (Greco *et al.*, 2005). En diferentes estudios se ha encontrado que *N. californicus* tiene un excelente desarrollo cuando es alimentado con especies de *Tetranychus* (Song *et al.*, 2016; Toldi *et al.*, 2016; Uddin *et al.*, 2017), catalogando como un promisorio controlador biológico de estas plagas. Por ejemplo en un cultivo de fresas la liberación de *N. californicus* reduce la densidad poblacional de *T. urticae*, además de la disminución en la aplicaciones de acaricidas, principalmente de abamectinas (Iwassaki *et al.*, 2014). En este estudio se pudo observar que *N. californicus* alcanzó un alto porcentaje de predación a las 96 horas, es decir, necesita un tiempo para establecerse en la planta para lograr su control potencial. Iwassaki *et al.*, 2015, observaron que este predador presenta un establecimiento lento en la primera liberación en cultivos de fresa, sin embargo, su eficiencia y abundancia va creciendo rápidamente para alcanzar un óptimo nivel de control. Por otra parte, en plantas de rosa, la reducción de *T. urticae* fue relacionada con el incremento de *N. californicus*, este predador por lo tanto, presenta una eficiencia en la reducción de las poblaciones del acaro plaga en condiciones de invernadero (Souza-Pimentel *et al.*, 2014).

En este sentido, *C. carnea* y *N. californicus* son una opción viable para el control biológico de ácaros de la familia Tetranychidae, sin embargo el establecimiento y la rapidez en el control puede ser más eficiente en un predador (*C. carnea*) que en el otro (*N. californicus*).

Por otro lado, la combinación de predadores puede ayudar a aumentar la eficiencia de estos en el control de plagas. En este trabajo se pudo evidenciar que la combinación de los dos predadores *C. carnea* + *N. californicus* tuvo un efecto positivo sobre la población de ácaros Tetranychidae a lo largo de todos los intervalos de tiempo evaluados.

En otros resultados el acaro especialista *P. persimilis* presento un porcentaje de consumo menor en los intervalos de tiempo entre las 24 y 72 horas con respecto al predador *C. carnea*. Los ácaros predadores tienen un comportamiento de dispersión en la planta, debido a que tienen la necesidad de establecerse, mientras se acostumbran a la presa y a su nuevo hábitat. Por ejemplo, *P. persimilis* es un predador especialista (Chacón-Hernández, 2016), con tendencia a dispersarse por la planta, estimulados por sustancias volátiles que son generados por la planta como método de defensa (Choh *et al.*, 2006), esto podría explicar la lentitud del predador hacia el consumo de la presa en las primeras horas de liberación en el experimento realizado.

Phytoseiulus persimilis también mostró un porcentaje de consumo menor, cuando fue combinado con *C. carnea* y *N. californicus*. Estudios evidencian que la liberación de predadores especialistas – generalistas pueden disminuir la población de uno u otro, no logrando un eficiente

control de la presa objetivo. Por ejemplo en plantas de pepino cuando liberados *C. carnea* y *P. persimilis* combinados para el control de *T. urticae*, la densidad de este último predador se ve claramente afectada (Eleawa *et al.*, 2014).

Desde otra perspectiva, *P. persimilis* en combinación con *N. californicus* presentaron un mayor consumo a las 72 y 96 horas, es decir, en periodos largos de tiempo. Investigaciones han mostrado que cuando se liberan estos dos ácaros predadores puede existir una reducción de ambas poblaciones, debido a una predación intraguilda o intragremial (Yao & Chant 1989), donde en el periodo inicial no hay una concentración sobre el recurso presa, ya que todo se enfoca en la competencia por el espacio y el alimento. Sin embargo, al transcurrir el tiempo los esfuerzos de predación se concentran en los ácaros fitófagos permitiendo mayores tasas de consumo de la presa. Estudios previos han demostrado que la predación entre el especialista *P. persimilis* y el generalista *N. californicus* son fuertemente asimétricos y favorecen al generalista (Walzer *et al.*, 2001). Por otro lado, en este estudio no se observaron diferencias significativas en la liberación de los ácaros predadores solos o combinados. Por ejemplo, estudios revelan que la combinación de *P. persimilis* + *N. californicus*, logran una baja eficiencia en la predación de *T. urticae*, comparado con la liberación individual de cada uno de estos, no se presentó un efecto acumulativo de consumo cuando los predadores se encontraban atacando a *T. urticae* en conjunto (Onzo *et al.*, 2004; Arguelles *et al.*, 2013).

En programas de control biológico en invernaderos donde se introducen *N. californicus* y *P. persimilis* se muestran resultados exitosos sobre el control de *T. urticae* (Schausberger & Walzer, 2001; Harter & Rick, 2006).

Como conclusiones este estudio tiene valiosos resultados, donde se demuestra que la liberación de predadores generalistas y especialistas pueden regular las poblaciones de ácaros de la familia Tetranychidae. Especialmente el uso de larvas de *C. carnea* solas o combinadas con adultos de *N. californicus* muestran una rapidez en el consumo de ácaros plaga de *L. acuminata*. Sin embargo, estudios futuros en condiciones de laboratorio, casa de malla y campo deben ser realizados para ver la predación intraguilda entre los predadores evaluados, donde se mida la población tanto del predador como la presa, para visualizar el efecto intraguilda. Además, de estudios donde se pueda complementar la alimentación de los predadores con recursos como polen y néctar, para así lograr una mayor eficiencia en el control biológico de plagas, por

ejemplo con la implementación de plantas compañeras que ayuden en esta función (Salamanca *et al.*, 2018).

6. Recomendaciones.

Se deben realizar, pruebas de laboratorio en arenas utilizando cajas de Petri con el fin de corroborar los resultados obtenidos en este trabajo experimental, ya que al realizar pruebas bajo condiciones controladas se puede precisar la información para ser comparada con otros resultados obtenidos en experimentos similares.

Se deben realizar pruebas de campo in situ a fin de verificar los resultados de este estudio con el uso de los predadores sobre un control efectivo de ácaros Tetranychidae en plantas de *L. acuminata*.

Es necesaria, más investigación relacionada con el control biológico de plagas, puesto que ya se ha demostrado su efectividad para la protección de cultivos, siendo la mejor opción para producir plantas sanas en viveros libres de agroquímicos.

El uso de predadores naturales para el control biológico de plagas en cultivos de árboles en vivero es una alternativa que se debe tener en cuenta, ya que se han comprobado los excelentes resultados obtenidos en estudios realizados para el control de ácaros de la familia Tetranychidae.

7. Referencias bibliográficas.

Abad, R., Pina, T., Dembilio, O., Ferragut, F., Urbaneja, A. (2009). Survey of natural enemies of spider mites (Acari: Tetranychidae) in citrus orchards in Eastern of Spain. *Experimental and Applied Acarology*, 47, 49–61.

Abdallah, A., El-Saiedy, E., El-Fatih, M. & Shoula, M. (2012). Effect of some biological and biochemical control agents against certain squash pests. *Archives of phytopathology and plant protection*, 45(1), 73-82.

Ail, C., Flores, M., Cerna, E., Badii, M., Landeros, J., Ochoa, Y. & Aguirre, L. (2012). Respuesta funcional de diferentes instares larvales de *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae) sobre ninfas de *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Homoptera:

- Psyllidae). *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo*, 44(2), 279-288.
- Badii, M., Landeros, J., & Cerna, E. (2010). Regulación poblacional de ácaros plaga de impacto agrícola (Population Regulation of Pest Mites of Agricultural Significance). *Daena: International Journal of Good Conscience*, 5(1), 270-302.
- Biobee, (2017). Biological Systems. Bichopolis. Recuperado de, <http://biobee.co/mip-biologico/acariraptor/>. Biológicos de Colombia. (2014). Biocol.
- Boregas, K., Carvalho, C. & Souza, B. (2000). *Aspectos biológicos de Chrysoperla externa (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae)* em casa de vegetação (Doctoral dissertation, Universidade Federal de Lavras.).
- Brooks, & Barnard, (1990). P. C. The green lacewings of the world: a generic review (Neuroptera: Chrysopidae). *Bulletin of the British Museum of Natural History*, 59, 117-286.
- Çakmak, I. & Çobanoğlu, S. (2006). *Amblyseius californicus* (McGregor, 1954) (Acari: Phytoseiidae), a new record for the Turkish Fauna. *Turkish Journal of Zoology*, 30(1), 55–58.
- Çakmak, I., Janssen, A. & Sabelis, M. (2006). Intraguild interactions between the predatory mites *Neoseiulus californicus* and *Phytoseiulus persimilis*. *Experimental & applied acarology*, 38(1), 33-46.
- Castagnoli, M., Liguori, M., & Simoni, S. (1999). Effect of two different host plants on biological features of *Neoseiulus californicus* (McGregor). *International Journal of Acarology*, 25(2), 145-150.
- Corzo., G. (2010). Manejo del arbolado urbano en Bogotá. *territorios*, (16-17).
- Cuesta, A., & Guarín, J. (2003). Estudios de *Chrysoperla externa*, bioinsumo para el manejo de *Thrips palmi* Karny en el oriente antioqueño. Juan H, Guarín (Ed.). Rionegro, Antioquia. *Corpoica-Pronatta*.
- Chacón, J., Cerna, E., Ochoa, Y., Hernández, A., Palacios, L., & Landeros, J. (2016). Distribución espacial y fluctuación poblacional de *Tetranychus urticae* (Koch) y *Phytoseiulus persimilis* (Athias-Henriot) en cultivos de rosal. *Phyton (Buenos Aires)*, 85(2), 236-245.
- Daza, M., Cantor, F., Rodríguez, D., Bustos, A. & Cure, J. (2010). Criterios para la producción de *Phytoseiulus persimilis* (Parasitiformes: Phytoseiidae) bajo condiciones de invernadero. *Acta biol. Colomb.*, 15(1), 37–46.
- De la Peña, A., Nino, P., Bustos, A., Fernando, C. & Rodríguez, D. (2011). Effect of Different Times of Cold Storage on Some Parameters of *Phytoseiulus persimilis* (Athias Henriot) and

- Neoseiulus californicus*. (Parasitiformes: Phytoseiidae). *Acta Biológica Colombiana*, 16(2), p. 63-74.
- Del Puerto., A. Suárez, S. & Palacio, D. (2014). Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 52(3), 372-387.
- Eleawa, M.; Waked, D., Othman, A. (2014). Interactions between the released predaceous mite, *Phytoseiulus persimilis* and naturally occurring insect predators on cucumber crop for controlling *Tetranychus urticae*. *Global Journal of Environmental Sciences and Toxicology*, 1, 110-118.
- El-Sawi, S. & Momen, F. (2005). Biology of some phytoseiid predators (Acari: Phytoseiidae) on eggs of *Phthorimaea operculella* and *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Gelechiidae and Noctuidae). *Acarologia*, 45(1), 23-30.
- Escudero, L. & Ferragut, F. (2005). Life-history of predatory mites *Neoseiulus californicus* and *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae) on four spider mite species as prey, with special reference to *Tetranychus evansi* (Acari: Tetranychidae). *Biological Control*, 32(3), 378-384.
- Ferragut, F., Soler, E., & Rodrigo, E., (2006). Colonización, comportamiento alimenticio y producción de daños en las arañas rojas *Tetranychus urticae* y *T. turkestanii* (Acari, Tetranychidae). *Boletín de Sanidad Vegetal del MAGRAMA*, 32, 523-534.
- Fiedler, Ž. (2012). Interaction between beneficial organisms in control of spider mite *Tetranychus urticae* (Koch.). *Journal of plant protection research*, 52(2), 226-229.
- Forero, G., Rodríguez, M., Cantor, F., Rodríguez, D., & Cure, R. (2008). Criterios para el manejo de *Tetranychus urticae* Koch (Acari : Tetranychidae) con el ácaro depredador *Amblyseius sp*, *Neoseiulus sp* . (Acari : Phytoseiidae) en cultivos de rosas. *Agronomía Colombiana*, 26(1), 78-86.
- Gamboa, S., Souza, B. & Morales, R. (2016). Actividad depredadora de *Chrysoperla externa* (Neuroptera : Chrysopidae) sobre *Macrosiphum euphorbiae* (Hemiptera : Aphididae) en cultivo de Rosa sp . *Revista Colombiana de Entomología* 42(1), 54-58.
- Gilstrap, F. & Friese, D. (1985). The predatory potential of *Phytoseiulus persimilis*, *Amblyseius californicus*, and *Metaseiulus occidentalis* (Acarina: Phytoseiidae). *International journal of Acarology*, 11(3), 163-168.
- Greco, N., Sánchez, N. & Liljesthröm, G. (2005). *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) as a potential control agent of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae): effect of pest/predator ratio on pest abundance on strawberry. *Experimental & applied acarology*, 37(1-2), 57-66.

- Gugole, (2013). Manejo integrado de la plaga *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) en cultivos de frutilla del Cinturón Hortícola Platense (*Doctoral dissertation, Facultad de Ciencias Naturales y Museo*). Pag. 36 a 39
- Gugole, F. (2013). Manejo integrado de la plaga *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) en cultivos de frutilla del Cinturón Hortícola Platense (*Doctoral dissertation, Facultad de Ciencias Naturales y Museo*). Pag. 36 a 39
- Harter, L. & Risk, A (2006). Assessment of the exotic predatory mite *Neoseiulus californicus* for use as an augmentative (inundative) biological control agent in Northern Europe.
- Hassanpour, M., Nouri, G., Mohaghegh, J., & Enkegaard, A. (2009). Functional response of different larval instars of the green lacewing, *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae), to the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Journal of food, agriculture & environment*, 7(2), 424-428.
- Iwassaki, L., Sato, M.; Calegario, F.; Poletti, M.; Maia, A. (2015). Comparison of conventional and integrated programs for control of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Experimental and Applied Acarology*, 65, 205–17.
- Kain, D. Nyrop, J. (1995). Predatory mites. Insect identification fact sheet. No. 23. www.nysaes.cornell.edu/ent/biocontrol/predators/
- Landis, T. (2000). Manual de viveros para la producción de especies forestales en contenedor (No. Folleto 16175).
- Landis, D. (2004). Manual de viveros para la producción de especies forestales en contenedor volumen 1. Planeación, establecimiento y manejo de viveros. Capítulo 5 manejo del vivero. Página 186.
- Lema, M. (2013). Control biológico de araña roja *Tetranychus urticae*, en tres variedades de rosas (*Rosa sp*) de exportación a través de dos depredadores biológicos en la empresa Texas Flowers SA Cotopaxi *Trabajo de grado Universidad técnica de Cotopaxi Ecuador*.
- Liburd, O.E., White, J.C., Rhodes, E.R., Browdy, A.A. (2007) The residual and direct effects of reduced-risk and conventional miticides on twospotted spider mites, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) and predatory mites (Acari: Phytoseiidae). *Florida Entomology*, 90, 249–257.
- Liu, X., & Chen, Y. (2001). Effects of three aphid species (Homoptera: Aphididae) on development, survival and predation of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). *Applied Entomology and Zoology*, 36(3), 361-366.

- López, B. (2016). Análisis de la interacción de acaricidas de nueva generación con los agentes de control biológico *Typhlodromus pyri* (Acari: Phytoseiidae) y *Beauveria bassiana* (Hypocreales: Clavicipitaceae) para su correcta incorporación al manejo integrado de *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) (Tesis doctoral). *Universidad de la Rioja, Logroño, España*.
- López, C., & Guzmán, H. (2017). Evaluación de la expresión de genes implicada en la producción del coctel enzimático de *Chrysoperla carnea* (Stephens) bajo condiciones de ayuno y alimento. *Jóvenes en la ciencia*, 3(2), 650-654.
- Marafeli, P., Reis, R., Silveira, D., Souza-Pimentel, C., & Toledo, D. (2014). Life history of *Neoseiulus californicus* (McGregor, 1954) (Acari: Phytoseiidae) fed with castor bean (*Ricinus communis* L.) pollen in laboratory conditions. *Brazilian Journal of Biology*, 74(3), 691-697.
- Mahecha, G., Barrero, D., Camelo, D., Ovalle, A., & Rozo Fernández, A. (2004). Vegetación del territorio CAR 450 especies de sus llanuras y montañas. Bogotá 2004. Corporación Autónoma Regional De Cundinamarca, CAR. Página 329.
- Manners, A. (2015). Managing two-spotted mite in production nurseries. *Nursery Levy at Work: Nursery Production, Plant Health and Biosecurity Project*, 10. Retrieved from
- Mesa, C. (1999). Ácaros de importancia agrícola en Colombia. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 52(1), 321-363.
- Moghadasi, M., Allahyari, H., Saboori, A., & Zahedi Golpayegani, A. (2016). Life table and predation capacity of *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) feeding on *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) on rose. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 18(5), 1279-1288.
- Monserrat, V. & Díaz, L. (1989). Nuevos datos sobre los crisópidos ibéricos Neuróptera, Planipennia: Chrysopidae. *Boletín de la Asociación española de Entomología*, 13, 251-267.
- Mothes, U., & Seitz, K. A. (1982). Fine structural alterations of bean plant leaves by feeding injury of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Acarologia*, 23(2), pag, 149-157.
- Moreno, J., León, J. & Osorio, N., (2016). Tree seedling growth promotion by dual inoculation with *Rhizoglyphus fasciculatum* (Thaxt.) Sieverding. *Acta Agronómica*, 65(3), 239-247.
- Nájera-Miramontes, D., Ordóñez-García, M., Ríos-Velasco, C., Berlanga-Reyes, D., Acosta-Muñiz, C., Zamudio-Flores, P., ... & Jacobo-Cuéllar, J. L. (2016). Depredación por *Podisus maculiventris* (Say) sobre larvas de *Choristoneura rosaceana* (Harris). *Acta zoológica*

mexicana, 32(2), 147-152.

- Nájera, M., & Souza, B. (2010). Insectos benéficos: guía para su identificación. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, México. [INIFAP]. volumen. (1) p. 26
- Navarro, V., Acebedo, M., Rodríguez, M. & Belda, J. (2006). Organismos para el control biológico de plagas en cultivos de la provincia de Almería. Cajamar. 2a Ed. Almeria España. p, 72.
- Nieto, V., & Rodríguez, J. (2000). *Lafoensia speciosa*, Corporacion Nacional de investigacion forestal Santafé de bogotá. Colombia (Rodriguez 1988), p. 517–536.
- Oatman, E., Sances, F., LaPré, L., Toscano, N. C., & Voth, V. (1982). Effects of different infestation levels of the twospotted spider mite on strawberry yield in winter plantings in southern California. *Journal of economic entomology*, 75(1), 94-96.
- Oliveira, H., Janssen, A., Pallini, A., Venzon, M., Fadini, M., & Duarte, V. (2007). A phytoseiid predator from the tropics as potential biological control agent for the spider mite *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Biological Control*, 42(2), 105-109.
- Oliveira, A., Auad, M., Souza, B., Carvalho, A., Souza, S., Amaral, L., & Silva, M. (2009). Benefícios do mel e pólen de forrageiras nos parâmetros biológicos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). *Arq. Inst. Biol*, 76, 583-588.
- Onzo, A., Hanna, R., Janssen, A., & Sabelis, M. (2004). Interactions between two neotropical phytoseiid predators on cassava plants and consequences for biological control of a shared spider mite prey: a greenhouse evaluation. *Biocontrol Science and Technology*, 14(1), 63-76.
- Ordóñez, O., & Lalama, K. (2006). Experiencias del manejo apícola en Uritusinga. Fundación Ecológia Arcoiris. Loja Ecuador 2006. Página 36
- Palevsky, E., Maoz, Y., Gal, S., Argov, Y., Berkeley, M., Zilberstein, M., & Coll, M. (2007). Potenciales depredadores nativos y exóticos para el control biológico de la reciente introducción del ácaro de la palta, *Oligonychus perseae* en huertos de palto en Israel. In *VI Congreso Mundial de la Palta, Viña del Mar, Chile* (pp. 12-16).
- Pickett, H., & Gilstrap, E. (1986). Inoculative releases of phytoseiids (Acari) for the biological control of spider mites (Acari: Tetranychidae) in corn. *Environmental Entomology*, 15(4), 790-794.
- Poletti, M. (2010). Ácaros predadores no controle de pragas. Controle alternativo de pragas e doenças. Viçosa: Epamig, 213-232.

- Pinheiro, J., Bates, D., DebRoy, S., & Sarkar, D. (2016). the R Development Core Team. 2011. nlme: linear and nonlinear mixed effects models. R package version 3.1-101. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. *www.r-project.org*.
- Raworth, A., Fauvel, G., & Auger, P. (1994). Location, reproduction and movement of *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) during the autumn, winter and spring in orchards in the south of France. *Experimental & applied acarology*, 18(10), 593-602.
- Reddy, G. (2001). Comparative effectiveness of an integrated pest management system and other control tactics for managing the spider mite *Tetranychus ludeni* (Acari: Tetranychidae) on eggplant. *Experimental & applied acarology*, 25(12), 985-992.
- Ribera, I., & Melic, A. (2015). Orden Neuroptera s. s. (Planipennia). *Revista IDE@ - SEA*, (58)1–12.
- Riddick, E., & Wu, Z. (2010). Potential long-term storage of the predatory mite *Phytoseiulus persimilis*. *BioControl*, 55(5), 639-644.
- Rincón, F. (2009). Evaluación del establecimiento de *Phytoseiulus persimilis* (Parasitiformes: Phytoseiidae) para el control de *Tetranychus urticae*-Koch (Acariformes: Tetranychidae) en Rosa.
- Ruiz, A. (2014) Esperanza de Vida de *Tetranychus urticae* Bajo la Presencia de *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae: Tetranychidae) en 4 Variedades de Rosal (Tesis. *Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Coahuila Mexico*) p,18
- Salamanca, J., Varón, E. & Santos, A. (2010). Cría y evaluación de la capacidad de depredación de *Chrysoperla externa* sobre *Neohydatothrips signifer*, trips plaga del cultivo de maracuyá. *Corpoica. Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 11(1), 31-40.
- Salamanca, J., Souza B, Lundgren, G., & Rodríguez, C. (2017) From laboratory to field: electro-antennographic and behavioral responsiveness of two insect predators to methyl salicylate. *Chemoecology* 27, 51–63.
- Salamanca, J., Pareja, M., Rodriguez-Saona, C., Resende, A. & Souza, B. (2015). Behavioral responses of adult lacewings, *Chrysoperla externa*, to a rose aphid coriander complex. *Biological Control*, 80, 103-112.
- Salamanca, J., Souza, B. & Rodriguez-Saona, C (2018). Cascading effects of combining synthetic herbivore-induced plant volatiles with companion plants to manipulate natural enemies in an agro-ecosystem. *Pest Management Science*, 74, 2133-2145.

- Salas, M., Salazar, E. Martínez, O. & Guzmán., (2014). Insectos benéficos en el cultivo de fresa en Irapuato, Guanajuato. México. *Entomología Mexicana*, (1), (289–294).
- Shapiro, S. & Wilk, M. (1965). An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*, 52(3/4), 591-611.
- Shrestha, G., Enkegaard, A., & Giray, T. (2013). The green lacewing, *Chrysoperla carnea*: preference between lettuce aphids, *Nasonovia ribisnigri*, and western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*. *Journal of insect science*, 13(1).
- Schausberger, P., Walzer, A. (2001). Combined versus single species of predaceous mites: Predator predator interactions and pest suppression. *Bio Control*. 2001;20(3):269-278.
- Silva., G. Carvalho, C. & Sousa, B. (1999). Aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com lagartas de *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae), em diferentes temperaturas (Doctoral dissertation, Universidade Federal de Lavras.).
- Song., Z. Zheng, & Zhang, B. (2016). Prey consumption and functional response of *Neoseiulus californicus* and *Neoseiulus longispinosus* (Acari: Phytoseiidae) on *Tetranychus urticae* and *Tetranychus kanzawai* (Acari: Tetranychidae). *Systematic & Applied Acarology*, 21, 936–946.
- Souza, G., Reis, R., Silveira, C., Marafeli, P., Silva, A., Andrade, B. (2014). Biological control of *Tetranychus urticae* (Tetranychidae) on rosebushes using *Neoseiulus californicus* (Phytoseiidae) and agrochemical selectivity. *Revista Colombiana de Entomología*, 40, 80-84.
- Soto, J., & Iannacone, J. (2008). Efecto de dietas artificiales en La biología de adultos de *Chrysoperla externa* (Hagen , 1861) (Neuroptera: Chrysopidae), 24(2), 1–22.
- Toldi, M., Reichert, B., Rode, P., Johann, L., Ferla, J. (2016). Influence of various preys in soybean and the biological performance of the predatory mite *Neoseiulus californicus* (Phytoseiidae). *Systematic and Applied Acarology*, 21, 1662-1669.
- Uddin, M., Alam, Z., Miah, R., Mian, I., Mustarin, K. (2016). Life table parameters of an indigenous strain of *Neoseiulus californicus* McGregor (Acari: Phytoseiidae) when fed *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Entomological Research*, 47, 84-93.
- Valencia, L., Romero, J., Valdez, J., Carrillo, J. & López, V. (2006). Taxonomía y registros de Chrysopidae (Insecta: Neuroptera) en el estado de Morelos, México. *Acta zoológica mexicana*, 22(1), 17-61.
- Villamagua, C., & Muñoz, J. (2017). Especies maderables comercializadas en mercados locales: Un estudio del. *Bosques Latitud Cero*, 6(2).

- Wafaa, G., & Eid, M. (2008). Release of *Chrysoperla carnea* (Stephens)(Neuroptera: Chrysopidae) and the predacious mite, *Phytoseiulus macropilis* (Banks)(Acari: Phytoseiidae) to control, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) in greenhouse in Egypt. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 18(2), 381-384.
- Walzer, A., Paulus, H., & Schausberger, P. (2004). Ontogenetic shifts in intraguild predation on thrips by phytoseiid mites: the relevance of body size and diet specialization. *Bulletin of Entomological Research*, 94(6), 577-584.
- Walzer, A., & Schausberger, P. (1999). Cannibalism and interspecific predation in the phytoseiid mites *Phytoseiulus persimilis* and *Neoseiulus californicus*: predation rates and effects on reproduction and juvenile development. *BioControl*, 43(4), 457-468.
- Walzer, A., Blümel, S., & Schausberger, P. (2001). Population dynamics of interacting predatory mites, *Phytoseiulus persimilis* and *Neoseiulus californicus*, held on detached bean leaves. *Experimental & applied acarology*, 25(9), 731-743.
- Yao, D., & Chant, D. (1989). Population growth and predation interference between two species of predatory phytoseiid mites (Acarina: Phytoseiidae) in interactive systems. *Oecologia*, 80(4), 443-455.