



**EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE *Eriopis* sp. COMO
DEPREDADOR DE ÁFIDOS PLAGA EN LA PRODUCCIÓN DE
ALSTROEMERIA**

YENNYFER ALEXANDRA PEÑA RICO

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS APLICADAS Y AMBIENTALES - U.D.C.A.

FACULTAD DE INGENIERÍAS

PROGRAMA DE INGENIERIA AGRONÓMICA

Bogotá D.C. Abril de 2017



**EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE *Eriopis sp.* COMO DEPREDADOR
DE AFIDOS PLAGA EN LA PRODUCCIÓN DE ALSTROMELIAS**

YENNYFER ALEXANDRA PEÑA RICO

TRABAJO DE GRADO

Presentado como requisito parcial para optar al título de

INGENIERO AGRÓNOMO

Director: William Duarte Gómez I.A M.Sc.

Codirector: Danny Sanjuanelo I.A. M.Sc.

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS APLICADAS Y AMBIENTALES - U.D.C.A.

FACULTAD DE INGENIERÍAS PROGRAMA DE INGENIERIA AGRONÓMICA

Bogotá D.C., Abril de 2017

Nota de aceptación:

Aprobado por el Comité de Grado en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A para optar al título de Ingeniera Agrónoma

I.A Helber Adrián Arévalo Maldonado

I.A. Iván Guillermo Cruz Díaz

Bogotá D.C, Abril de 2017

DEDICATORIA

Hoy es un día muy especial para mí, culmino una etapa más de mi diario vivir, por ello quiero dedicar este triunfo primeramente a Dios por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mis padres por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo a pesar de las dificultades que a lo largo de mi existir y mi carrera se presentan. A mis maestros y amigos por su gran apoyo y motivación para la culminación de mis estudios profesionales y para la elaboración de este trabajo de grado.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco profundamente a Dios, por guiarme en el sendero correcto de la vida, por darme la capacidad entereza e inteligencia e n todo lo que realizo en mi diario vivir. A mis padres, por ser mi ejemplo para seguir adelante, por encaminar mi futuro, por inculcarme valores por apoyarme moral y económicamente. A mis hermanos por apoyarme en cada decisión que tomo, y por estar a mi lado en cada momento hoy, mañana y siempre.

A mi director de trabajo de grado el Ingeniero William Duarte por guiarme y apoyarme incondicionalmente en cada paso de este proyecto. A Danny Sanjuanelo y maestros de la Universidad U.D.C.A que me impartieron sus conocimientos y experiencias en el transcurso de mi vida universitaria y que me ayudaron de una u otra forma para hacer posible la realización del trabajo de grado.

A la empresa SUASUQUE S. A. y al profesional Edwin Garay por permitirme desarrollar el trabajo de campo sin ningún inconveniente en sus instalaciones.

A Andrea Sierra y David Nieves, integrantes del grupo de Investigación, quienes me apoyaron en todo el proceso, por su tiempo compartido y por impulsar el desarrollo de mi formación personal



A la Universidad por prestarme las instalaciones de la misma para la realización de este proyecto. A mis amigos y amigas y a todas las personas que me incentivaron y me motivaron para seguir adelante con los objetivos de este propósito.

A mi familia en general por ese apoyo incondicional que me brindaron para cumplir mis metas. Infinitamente gracias a todos.

CONTENIDO

| | |
|--|-----------|
| RESUMEN | 12 |
| INTRODUCCION | 13 |
| 3. OBJETIVOS | 17 |
| 3.1 OBJETIVO GENERAL | 17 |
| 3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS | 17 |
| 4. MARCO TEORICO | 18 |
| 4.1 Importancia de la floricultura colombiana | 18 |
| 4.2 El control biológico en la floricultura Colombiana | 20 |
| 4.3. Producción de Asltroemeria bajo invernadero en Colombia | 22 |
| 4.4 Plagas de la alstroemeria..... | 26 |
| 4.5 Áfidos: <i>Myzus persicae</i> (Sulzer) | 26 |
| 4.5.1.Taxonomía y descripción..... | 27 |
| 4.5.2 Ciclo biológico..... | 28 |
| 4.5.3 Daños..... | 29 |
| 4.5.4 Técnicas de Control | 30 |
| 4.5.4.1 Controladores Biológicos..... | 30 |
| 4.6 <i>Eriopis</i> sp. (Germar) | 31 |
| 5. MATERIALES Y METODOS | 36 |
| 5.1 Ubicación de los ensayos..... | 36 |
| 5.1. 1 Descripción de la Empresa..... | 37 |
| 5.2 Material biológico..... | 38 |
| 5.2.1 Material Vegetal | 39 |
| 5.3 Pruebas preliminares..... | 40 |
| 5.3.1 Prueba de respuesta funcional en laboratorio..... | 40 |
| 5.3.2 Prueba preliminar en campo con Adultos | 43 |
| 5.4 Ensayos de consumo en condiciones de Campo | 44 |
| 5.5 Eficiencia en depredación, larvas de Instar III de <i>Eriopis</i> sp. | 46 |
| 5.6 Diseño Experimental..... | 46 |
| 5.7 Análisis Económico | 49 |
| 6. RESULTADOS Y DISCUSION | 49 |
| 6.1 Prueba preliminar: respuesta funcional | 49 |

| | |
|---|-----------|
| 6.1.1 Prueba preliminar: Condiciones de campo con Adultos..... | 54 |
| 6.2 Prueba de eficacia en depredación de <i>Eriopsis</i> sp. | 56 |
| 6.3 Análisis Económico | 65 |
| 7. CONCLUSIONES | 69 |
| 8. RECOMENDACIONES | 70 |
| 9. BIBLIOGRAFÍA | 72 |

INDICE DE FIGURAS

- Figura 1:** Diagramas de una planta de *Alstroemeria aurea* inearlysummer (enero), y del extremo distal de un rizoma como se ve en el final del verano. (Puntieri, *et al.* 2014).....24
- Figura 2:** Estados de apertura floral de *Alstroemeria* cv. “Olga”. I: Botón floral pigmentado, II: botón floral semiabierto, III: Separación de sépalos, IV: Flor con estambres visibles, V: flor completamente abierta, VI: flor con estigma receptivo, VII: Flor con con estigma receptivo, VIII: Flor con estambres dehiscentes, VIII: inicio de senescencia, IX: Inicio de la abscisión de tépalos o senescencia de la flor. Y distintos estados de desarrollo, I, II en *Alstroemeria*, descrito por Schiaapacase (1988)..... 25
- Figura 3:** Foto satelital de la empresa Suasuque S.A.S. ubicada en la vereda San Gabriel en Sopo Cundinamarca. Tomada por los satélites de Google earth.....37
- Figura 4:** Observación de los dos estados de desarrollo del botón floral, de acuerdo a lo establecido Schiaapacase (1988). Imagen derecha correspondiente al botón I, y la izquierda al botón II. Fuente: Autora..... 40
- Figura 5:** Larva recién emergida de Instar III de *Eriopsis* sp. Fuente: Autora..41
- Figura 6:** Montaje, prueba preliminar de consumo. Fuente: Autora.....42
- Figura 7:** Prueba preliminar de consumo, con larvas de III instar en condiciones controladas, Tratamientos y repeticiones. Fuente: Autora.....43
- Figura 8:** Montaje en campo de trampas entomológicas, sobre focos de.. 46
- Figura 9:** Tasa de depredación corregida de *Macrosiphum euphorbiae* consumidas por larvas de tercer instar de *Eriopsis* sp. a diferentes densidades de áfidos en condiciones de laboratorio. Promedios con letras iguales no poseen diferencias significativas (Test de Tukey, $P < 0,05$).....51
- Figura 10:** Modelo estimado de la curva logística de depredación, respuesta funcional del tercer instar de larvas de *Eriopsis* sp. sobre *Macrosiphum euphorbiae*.....52

Figura 11: Predación de *Macrosiphum euphorbiae* por larvas de Instar III de *Eriopsis* sp. en condiciones de laboratorio. Fuente: Autora.....53

Figura 12: Evidencia, prueba preliminar de depredación a *M. persicae* por parte de adultos recién emergidos de *Eriopsis* sp. en tallos florales de alstroemeria. Fuente: Autora.....55

Figura 13: Supervivencia por larvas de instar III de *Eriopsis* sp. con respecto a la proporción predador : presa y al control en plantas de alstroemeria bajo invernadero. Promedio con letras iguales no poseen diferencia significativa (Test de Duncan, <0,05).....58

Figura 14: Capacidad predadora por parte de larvas (Instar III) de *Eriopsis* sp. hacia *M. persicae*, en botones florales de alstroemeria, cv “Shakira”.....61

Figura 15: Estado de desarrollo del botón floral I (B1), Prueba de eficiencia de depredación de larvas de *Eriopsis* sp. sobre focos de *M. persicae* en alstroemeria. Fuente: Autora.....62

Figura 16: Estado de desarrollo del botón floral II (B2), Prueba de eficiencia de depredación de larvas de *Eriopsis* sp. sobre focos de *M. persicae* en alstroemeria. Fuente: Autora.....62

Figura 17: Daños en botones florales de *Alstroemeria*, cv “Shakira” causados por *M. persicae*. A: Daño en pétalos; B: Amarillamiento en hojas; C: Amarillamiento; D: Presencia de fumagina; E: Deformación del botón y presencia de exuvias.....64

INDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1: Duración promedio en días, de cada uno de los estados de desarrollo de <i>E. connexa</i> a diferentes temperaturas (Duarte & Zenner 2009) | 36 |
| Tabla 2: Descripción de los tratamientos desarrollados en la evaluación en campo, para larvas de Instar III y adultos recién emergidos..... | 48 |
| Tabla 3: Costo de insumos directos empleados en la investigación | 65 |
| Tabla 4: Costo de mano de obra empleados en la investigación. | 66 |
| Tabla 5: Gastos de transporte empleados en la investigación | 66 |
| Tabla 6: Análisis parcial de costos..... | 67 |
| Tabla 7: Costos estimados para las tres proporciones depredador: presa manejadas en la investigación..... | 68 |

RESUMEN

En el presente estudio se evaluó la eficiencia de *Eriopis* sp, como depredadores de *Myzus persicae* en cultivos de alstroemeria. cv “shakira”. Inicialmente se estudió la capacidad depredadora de larvas de tercer instar de *Eriopis* sp, sobre *Macrosiphum euphorbiae* en condiciones controladas de laboratorio, en función de seis densidades de la plaga (10,20,30,40,50 y 60) durante 24 horas. En una segunda etapa se evaluó la eficiencia de depredación sobre focos de áfidos *Myzus persicae* en tallos florales de alstroemeria cv “Shakira”, bajo un diseño por bloques completamente aleatorizado con dos factores: niveles de liberación depredador: presa: 1:10; 1:15; 1:20 y dos estados de desarrollo del botón floral, con seis tratamientos, tres repeticiones, cinco evaluaciones en el tiempo y un testigo por tratamiento. Se evaluó la eficacia de depredación en términos de número de áfidos depredados y tiempo. Los resultados preliminares demostraron que las larvas de tercer instar de *Eriopis* sp, posee mayor capacidad depredadora a densidades más elevadas de *M euphorbiae* respondiendo a una curva s tipo III. Los resultados en campo, señalan que el control aumentativo con *Eriopis* sp. en las proporciones depredador : presa manejadas pueden ejercer un control efectivo sobre poblaciones de *M. persicae* a las 72 horas de liberado el depredador y que bajo las condiciones estudiadas puede considerarse a *Eriopis* sp. como un agente biológico importante y su uso contra *M. persicae* podría formar parte del manejo integrado de plagas en el cultivo de alstroemeria.

Palabras Claves: Capacidad de depredación. Alstroemeria. Enemigo natural. Respuesta funcional.

INTRODUCCION

Algunas especies importantes de flores ubican a Colombia en los primeros lugares de producción mundial, representando una actividad agroindustrial de gran importancia económica y social para el país. Colombia es el segundo exportador mundial de flores frescas cortadas, con una participación del 11% en el comercio total, después de Holanda que cuenta con una participación del 47%. Es el primer proveedor de flores importadas a Estados Unidos con una participación del 60% de las importaciones de ese país (Asocolflores 2014).

En la economía del país el sector floricultor representa un promedio de 82.174 empleos directos y en donde 1.000.000 de Colombianos dependen indirectamente de la floricultura (Asocolflores 2014). Con el 2,5% de todas las exportaciones nacionales, el sector floricultor se consolida como el primer renglón de exportaciones agrícolas no tradicionales del país.

De acuerdo con datos del ministerio de Agricultura para el año 2016 en Colombia existían alrededor de 7.290 hectáreas cultivadas de flores, distribuidas en regiones principales como Cundinamarca, Antioquia y Risaralda.

El DANE (2010) señala que dentro los principales problemas de plagas más limitantes reportados por los productores de flores se encuentran los ácaros, los trips y los áfidos, representando un total de 220, 48 y 14 de las 326 fincas consultadas, respectivamente, en la Sabana de Bogotá y Cundinamarca. De ellas 280 fincas realizan control químico, 243 utilizan el manejo cultural y 138 han incorporado prácticas de control biológico.

En el manejo integrado de plagas en cultivos protegidos de alstroemerias, los trips, ácaros, arañita roja, áfidos y mosca blanca, muestran importancia económica como plagas principales. Pese a que los áfidos no son considerados como plaga clave en los sistemas de producción de flores bajo invernadero, las prácticas que se realizan para su control, que se limitan al uso de control químico, representan un problema para empresas que han incursionado en el control biológico de las plagas claves, ya que estos biocontroladores suelen ser muy susceptibles a los insecticidas.

Existe una serie de especies de áfidos capaces de infestar las flores cultivadas bajo invernadero, entre ellas, reviste gran importancia la especie *Myzus persicae* (Hemiptera;Aphididae), la cual no solo causa daños directos a las plantas sino de la transmisión de virus importantes (aspermy-moteado) en cultivos de clavel y crisantemo (Parrella, M. & Nicholls, C. s,f). Otros áfidos de importancia económica son el pulgón algodonero (*Aphis gossypii*) y el áfido del crisantemo (*Macrosiphoniella sanborni*). Grandes poblaciones de áfidos pueden perjudicar gravemente la porción apical de la

planta y reducir el número de flores exportables, promover el crecimiento de fumagina que a su vez reducen la fotosíntesis como también el valor estético del cultivo (Parrella & Nicholls, s,f).

Debido a la aplicación inapropiada de insecticidas en la producción florícola se observa una disminución de organismos benéficos, contaminación ambiental, altos costos económicos, efectos negativos sobre aplicadores y personas relacionadas con el manejo de productos de síntesis química y el desarrollo de resistencia a plaguicidas de diversas especies consideradas plaga. Una alternativa ante esta problemática es el uso de organismos benéficos y el manejo de enemigos naturales los cuales brindan la regulación de la plaga debido a la relación denso dependiente que establecen representando una estrategia sustentable.

Sin embargo, Duarte & Zenner (2009,a) mencionan que en cultivos el control biológico está limitado principalmente por el costo, la disponibilidad y la calidad del agente de control, y por la efectividad en campo de los organismos criados artificialmente.

Otro factor de importancia en el control biológico es que la mayoría de las plagas presentan estrategia-r, en cambio los enemigos naturales (parásitos y depredadores) son principalmente estrategias-K. Se dice que ésta es una de las razones de la alta proporción de fracasos en control biológico clásico asociados con la introducción de enemigos naturales exóticos (Nicholls, 2008).

Duarte & Zenner (2009,b) han reportado a *E. connexa* como enemigo natural de *M. persicae* y sus estudios a nivel de laboratorio plantean su potencial como depredador de áfidos. Así teniendo el conocimiento de la capacidad de adaptación y la frecuente presencia de *E. connexa* en clima frío, se menciona que presenta potencial para ser usado en control biológico durante épocas cálidas y se perfila también como insecto benéfico en cultivos bajo invernadero.

Justamente se plantea la siguiente pregunta de investigación ¿Es agente efectivo *Eriopis* sp. como controlador biológico de áfidos en el sistema productivo de alstroemerias bajo invernadero?

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar la eficiencia de *Eriopis sp.* como depredador de áfidos plaga en el sistema productivo de alstroemeria bajo cubierta en el municipio de Sopo, departamento de Cundinamarca.

3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

Evaluar la eficacia en términos de capacidad de depredación de *Eriopis sp.* como controlador biológico de áfidos en cultivos de alstroemerias.

Determinar los costos de la utilización de *Eriopis sp.* como biocontrolador del áfidos en condiciones de experimentación en un cultivo comercial de alstroemerias.

4. MARCO TEORICO

4.1 Importancia de la floricultura colombiana

Económicamente el sector floricultor representa una de las actividades más dinámicas y modernas dentro de la agricultura, con una producción que alcanzó las 225.000 toneladas (Ortiz, 2016) y una exportación del 98% de la producción, representando ventas de 1.295 millones de dólares (Cadavid, 2016) aporta al país empleo, desarrollo rural y comercio exterior, además de prevalecer entre las importaciones de flores de Estados Unidos (Reyes, *et al.* 2016).

En el mercado internacional de flores se distingue tres grandes demandantes, dicha demanda se concentra principalmente en Europa Occidental, América del Norte y Asia. En Europa, Alemania es el principal importador de flores, procedente de Holanda donde es considerado el principal abastecedor para dicho país, incluyendo a Suiza, Francia y Reino Unido. Por otro lado en América, Colombia es el principal exportador de flores con destino a EE.UU. ocupando el segundo lugar Ecuador. En Asia, Japón ha sido considerado unos de los principales mercados objetivo debido al incremento en su consumo, actualmente recibe flores de China, Nueva Zelanda y Europa (Cámara de comercio de Bogotá, 2015)

Para el 2013, la floricultura Colombiana ocupa 6.800 hectáreas, de las cuales están distribuidas en Cundinamarca (73,3%), Antioquía (23,6%) y la región Central Occidente de Colombia (3,1%), (Asocolflores, 2013). Esta superficie experimentó un crecimiento que le permitió alcanzar las 7.284 ha (MADR & Asocolflores, 2015). Del total la producción florícola Colombiana, los productos exportados equivalen al 90%, correspondiendo con el 38,1% las rosas, 11,5% claveles estándar, 10,5 pompones y crisantemos, 5,4% mini-claveles, 4,5 % alstroemerias, 0,7% gerberas y 29,3% otros. (Asocolflores, 2013; Gonzales & Sarmiento, 2013). Para el mismo año las exportaciones de alstroemerias crecieron un 4,0% al pasar de USD73.5 millones a USD76.7 millones (Asocolflores. 2015).

Dentro de las exportaciones colombianas según la variedad de flores de corte, la oferta se centra en rosas, claveles, pompones, mini.claveles y alstroemerias, así como follajes y flores tropicales. Y aunque las alstroemerias no representan un alto porcentaje en la demanda externa, para los últimos años han adquirido relevancia a nivel mundial, como plantas ornamentales, de cultivo y de corte, dada la belleza de sus flores (Figueredo. 2014) y ocupando un área de 200 a 250 ha (MADR & Asocolflores, 2015).

Así mismo los factores principales para su venta son la alta durabilidad de la flor y lo llamativo del perigonio, en donde países como Holanda, Inglaterra,

Japón y Estados Unidos presentan programas de cultivo y propagación de dicha especie con fines comerciales (Ruiz *et al.* 2010), incursionando en nuevos cultivares con procedencia de hibridaciones controladas, de mutaciones y de selección artificial, así mismo han realizado cultivo de óvulos fertilizados artificialmente para la hibridación interespecífica (Lopez, 2014). Lo relevante de este complejo es la potencial importancia económica que posee, dada la belleza de sus flores, lo que queda de manifiesto en la publicación de Muñoz & Moreira (2003).

El beneficio social de la floricultura está reflejado en la creación de alrededor de 130.000 empleos directos en 60 municipios colombianos (Cadavid, 2016) de los cuales se estima un 60% de ellos ocupados por mujeres y constituyendo el 25% del empleo rural en Colombia, con una tasa de 15 trabajadores/ha (MADR & Asocolflores, 2015).

4.2 El control biológico en la floricultura Colombiana

Según el censo de producción de flores en la Sabana de Bogotá y Cundinamarca, para el año 2009, en 326 fincas encuestadas se encontró que los problemas de plagas más limitantes reportados por los productores de rosas son los ácaros, los trips y los áfidos, en 220, 48 y 14 fincas, respectivamente, que en total representa un 47,5 % del área bajo cubierta destinada a la producción de flores (DANE, 2010).

Este censo reporta que 280 fincas indicaron que dichos problemas son manejados con control químico, 243 utilizan el manejo cultural y 138 han incorporado prácticas de control biológico (DANE, 2010).

Una de las causas de la incursión de dichas empresas al control biológico, es la exigencia de algunos mercados internacionales como requisito para la importación de flores y por ello se ha promovido el trámite de sellos de certificación con entidades como Flor Verde, Euregap, Global Gap, que pretenden el mejoramiento de la inocuidad de productos agrícolas Colombianos, entre otros aspectos.

No obstante, el uso de plaguicidas para el control de plagas en los países en América del Sur sigue siendo el principal método utilizado (Wyckhuys *et al.* 2013), y la aplicación indiscriminada de diversas moléculas de amplio espectro influyen en la conservación de insectos controladores biológicos (Van Lenteren. 2012).

4.3. Producción de Alstroemeria bajo invernadero en Colombia

En el mundo, el cultivo comercial de alstroemeria comienza en la década del sesenta y son los ingleses quienes desarrollan las primeras variedades. Actualmente Holanda está a la vanguardia de las mismas. Este género se ha extendido a tal punto que forma parte del grupo de las nuevas especies que más se cultivan junto a *Eustoma* sp y *Lilium* sp (Ruiz *et al*, 2010).

De igual manera, las alstroemerias se comportan como un producto relativamente nuevo en el mercado mundial, sin embargo en los últimos años el interés en él está creciendo continuamente, debido a que este cultivo no requiere demandas especiales, presenta un periodo largo de floración y se encuentra una diversidad muy alta en colores que son muy aceptados en el mercado externo. El material Alstroemeria BV, Colombia tiene el mayor cultivo con un área de producción superior a las 200 hectáreas (Ortiz, 1987).

Europa incrementó los cruzamientos y selecciones con tipos botánicos de Chile y México, creando híbridos excelentes para el cultivo bajo invernadero como flor de corte. Desde 1979 en Colombia se han incrementado las importaciones de plantas madre de alstroemeria originarias de Holanda e Israel y desde entonces ha avanzado el desarrollo del cultivo, dadas las condiciones del clima y el interés de los floricultores y entidades por incrementar las exportaciones (Ortiz, 1987).

Esta planta pertenece al género *Alstroemeria* y a la familia Alstromeriaceae (Amaryllidaceae). En varios países del mundo, el cultivo se ha desarrollado desde hace aproximadamente unos 40 años, tomando importancia como flor de corte, por sus hermosas flores amarillas, anaranjadas, rosas, blancas y moradas, de tallos herbáceos rígidos, foliados y una larga vida postcosecha (López, 2014).

Su centro de origen se concentra en los bosques subtropicales y tropicales de las regiones de América del sur, creciendo de manera silvestre en Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Perú, Ecuador y Paraguay, desde los 26 a 40° de latitud sur. Gracias a la belleza de sus flores, la alstroemeria se ubica entre los más importantes cultivos de la flor de corte en Europa, asimismo este género al incluir aproximadamente 60 especies, principalmente perennes, actualmente han aumentado el número de cultivares, obtenidos mediante cruza convencionales o por mutación (López, 2014).

Las especies de alstroemeria más conocidas y actualmente comercializadas son: *A. aurantiaca*, *A. chilensis* Cree, *A. pulchella* L., *A. brasilensis* Spreng, *A. violácea* Phill, *A. pulchra* Back, *A. ligtu* L., *A. haemantha* R., *A. peregrina* L.

Como órgano de reserva la *Alstroemeria*, tienen un rizoma blanco subterráneo, que desarrolla brotes verticales. El rizoma principal puede generar nuevos brotes laterales y raíces absorbentes, los cuales se desarrollan a partir del segundo nudo del brote aéreo. Dicho brotes pueden

ser vegetativos o generativos estos últimos dan origen a las inflorescencias (figura 1).

Dependiendo de la especie y su medio ambiente, los tallos rígidos y foliados crecen de 20 a 120 cm. Un tallo de *Alstroemeria* puede producir de 3 a 7 flores, cada una en un pedicelo lateral cerca de la punta del tallo.

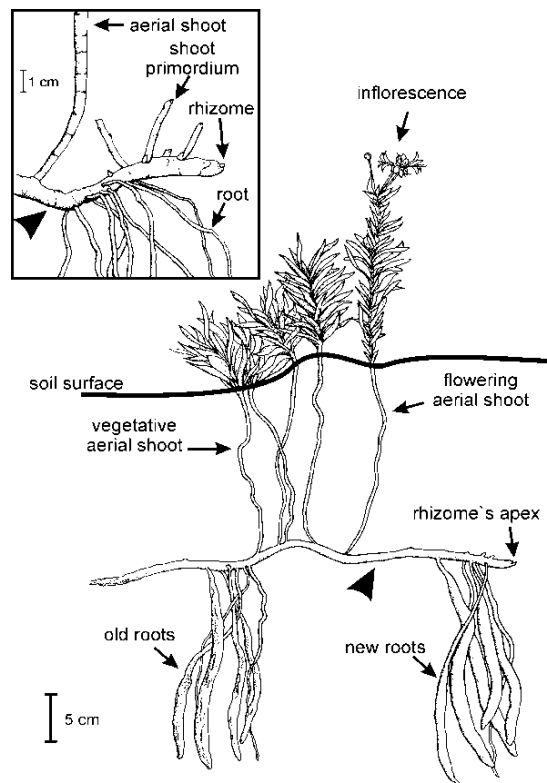


Figura 1: Diagramas de una planta de *Alstroemeria aurea* inearly summer (enero), y del extremo distal de un rizoma como se ve en el final del verano. (Puntieri, *et al.* 2014)

La inflorescencia es un verticilo simple o cimbras compuestas (siete a 15), en donde cada cima puede estar integrada por varias flores formando en la rama un racimo de flores. La flor presenta forma de embudo, contiene seis pétalos para integrar su corona, seis estambres delineados y un estilo con

tres estigmas ramificados. El ovario es ínfero con tres cavidades desarrollado dentro de una capsula (Healy & Wilkins, 1989).

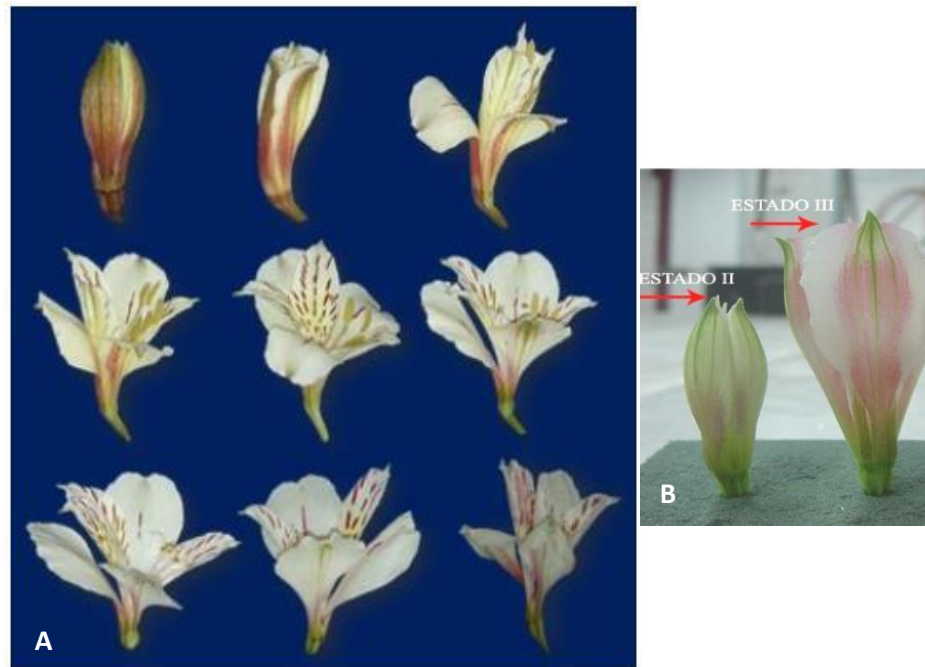


Figura 2: Estados de apertura floral de *Alstroemeria* cv. “Olga”. A) I: Botón floral pigmentado, II: botón floral semiabierto, III: Separación de sépalos, IV: Flor con estambres visibles, V: flor completamente abierta, VI: flor con estigma receptivo, VIII: Flor con con estigma receptivo, VIII: Flor con estambres dehiscentes, VIII: inicio de senescencia, IX: Inicio de la abscisión de tépalos o senescencia de la flor. B): Dos estados de desarrollo, II, III en *Alstroemeria*, descrito por Schiapacase (1988).

El método de producción, la calidad de luz, la temperatura del aire- suelo y la humedad entre otros, condicionan la productividad. Normalmente, el 60-80% de la producción se puede vender como primera calidad dependiendo de la variedad y el año de producción. Después de 3 a 4 años las plantas todavía producen suficientes tallos florales, pero la calidad se hace más

delgada y el cultivo se vuelve mucho más intensivo en mano de obra, sin embargo algunas variedades mantienen su calidad para el cultivo hasta 5 o 6 años. (Morisigue, *et al. s,f*).

4.4 Plagas de la alstroemeria

Partiendo de la idea que las plantas de alstroemeria cultivadas de manera apropiada en cuanto a riego, fertilización, labores del cultivo y condiciones ambientales presentan resistencia al ataque de plagas y enfermedades, se considera que las plagas más comunes son los ácaros, pulgones (Aphididae), Araña roja (*Tetranychus urticae*) y las enfermedades presentes son *Phytophthora ultimum*, *Botrytis cinérea* y *Rizoctonia solani* (López, 2014).

La infestación por pulgones o áfidos representa importantes daños económicos en el cultivo de alstroemeria de exportación. Las ninfas y adultos extraen la savia de la planta, alterando el balance de las hormonas de crecimiento; producen exudados que actúan como sustrato para hongos como la fumagina, y la presencia de sus exoesqueletos blancos, como resultado de su proceso de muda disminuye el valor de la flor. (Flint. M.L. 2013)

4.5 Áfidos: *Myzus persicae* (Sulzer)

La disposición espacial de estos insectos, generalmente es por focos, sus hembras se reproducen por partenogénesis y alternan generaciones aladas

con varias generaciones ápteras. Comúnmente son conocidos como “pulgonos”, los cuales se caracterizan por ser pequeños insectos de cuerpo blando, con piezas bucales largas y delgadas que utilizan para perforar los tallos, hojas y otras partes de la planta para succionar los líquidos (Bustillo & Sanchez, 2000).

M. persicae (Sulzer), denominado como el pulgón verde del melocotonero, se encuentra distribuido en todo el mundo, en América del Norte es muy conocido como plaga en cultivos hortícolas, debido a su capacidad de transmitir virus a las plantas, además el ataque en cultivos bajo invernadero presentan gran importancia, ya que por las condiciones controladas del invernadero, permite a esta especie presentar altos niveles de supervivencia y favorecer su reproducción (Bustillo & Sanchez, 1988) y en Colombia Se encuentra distribuido en Antioquia, Boyacá, Cundinamarca, Nariño, Santander y Tolima (Bustillo & Sanchez, 2000).

4.5.1. Taxonomía y descripción.

Apteros: De color amarillo, rosado o verde, sin manchas en el cuerpo; todas las patas con los tarsos pálidos; extremos de las tibias, de las antenas, del pico y de los cornículos oscuro. Pico se extiende entre el II y III par de coxas. Cornículos cilíndricos ligeramente hinchados en su extremo distal y con un reborde bien diferenciado, dos veces más largos que la cauda, entre $\frac{1}{4}$ a $\frac{1}{5}$ de la longitud del cuerpo. Cauda cónica, llevando tres pares de pelos laterales. Pelos romos o ligeramente capitados muy cortos o no visibles. Margen frontal cóncavo con tubérculos antenales bien desarrollados y

convergentes. Antena tan larga como el cuerpo. Unguis aproximadamente de tres a cinco veces más largo que la base del VI segmento antenal. Longitud del cuerpo 1,8-2,3 mm (Bustillo & Sanchez. 2000).

Alados: Cabeza y tórax negro; abdomen verde amarillento pálido, con manchas oscuras en el dorso (algunas interrumpidas en banda) y áreas laterales; cauda pálida a oscura; tibia pálida, y tarsos negros; cornículos oscuros y cilíndricos; antena oscura a negra excepto la base del III segmento antenal; venas no ahumadas. Antenas casi iguales a la longitud del cuerpo. Pico escasamente llegando al II par de coxas. Pelos romos; cauda con ligeras constricciones llevando 3 pares de pelos laterales. Longitud del cuerpo 1,6 – 2,3 mm (Bustillo & Sanchez. 2000).

4.5.2 Ciclo biológico

Los áfidos son polimórficos, es decir que poseen más de una forma en su ciclo de vida, con funciones específicas. Su habilidad de reproducción partenogenética y la alternancia de hospederos les permiten desarrollar poblaciones gigantescas en corto tiempo y aprovechar al máximo las condiciones favorables para su desarrollo (Mallana. & Eraso, 2015).

Las hembras aladas inician nuevas colonias que inicialmente son ápteras, al crecer la población y al cambiar las condiciones de la planta, dan origen a individuos alados que se encargaran de migrar y buscar nuevas plantas hospederas. La distancia recorrida por las aladas varía de acuerdo a las condiciones ambientales imperantes al inicio del vuelo (Paredes, J. 2011).

4.5.3 Daños

Debido a su comportamiento, los áfidos pueden alcanzar altas densidades sobre tejidos jóvenes de la planta y puntos de crecimiento, provocando estrés hídrico, marchitamiento y reducción en la tasa de crecimiento de la planta. Al presentarse infestaciones prolongadas de áfidos, puede causar una reducción apreciable en el rendimiento de cultivos principalmente hortalizas y plantas de follaje (Flint, 2013).

Los daños principales en el tejido de la planta, por lo general son causados por el resultado de la alimentación de los áfidos, generando amarillamiento y distorsiones de la hoja, además se han considerado como uno de los vectores más importantes de virus de plantas, tanto adultos como ninfas tiene la capacidad de transmisión de virus. Kennedy *et al.* (1962) rectifican que tanto los virus persistentes, que se mueven a través de las secreciones de alimento del áfido, y los virus no persistentes, que solo son contaminantes temporales de pieza bucales de áfidos, se transmite de manera eficaz, en donde han reportado más de 100 virus transmitidos por esta especie.

4.5.4 Técnicas de Control

4.5.4.1 Controladores Biológicos.

Cientos de enemigos naturales se han registrado para áfidos, según Nicholls (2008), son utilizadas como controladores biológicos principalmente a las mariquitas (Coleoptera: Coccinellidae), moscas de las flores (Diptera: Syrphidae), Crisopas (Neuroptera: principalmente Chrysopidae) avispas parasitoides (Hymenoptera: Braconidae) y hongos entomopatógenos. La mayoría son depredadores generales de varias especies de áfidos, e incluso de otros insectos.

Estudios realizados por Duarte & Zenner de Polanía (2009a), han apreciado que el depredador generalista *Eriopsis connexa* (Genmar), es un biocontrolador potencial para algunas plagas de varios cultivos hortícolas en la región. Así mismo los coccinélidos, en general, han recibido atención como agentes de control biológico, debido a su capacidad para alimentarse de un gran número de presas (Oliveira, *et al.* 2004). Para la mayoría de las especies, adultos y larvas son considerados predadores potenciales de una amplia gama de presas, incluyendo áfidos (Hagen, 1962; Oliveira *et al.*, 2004) y ácaros fitófagos, que causan serios daños a las plantas de tomate en todo el mundo (Obrycki, 1998; Flechtmann, 1983, Moreira *et al.* 2004, citados por Sarmiento, *et al* 2007).

En Argentina, *E. connexa* es comúnmente asociada con plagas hortícolas clave, tales como pulgones y moscas blancas (Fogel, 2012). Así mismo,

Hodek (1973) reporta que *E. connexa*, es muy eficaz para mantener a los pulgones de alfalfa por debajo del umbral económico. En Brasil, *E. connexa* se encuentra con frecuencia en cultivos de tomate (Sarmiento *et al.* 2004), donde se considera agente de control biológico potencial. Sin embargo, son escasos los estudios científicos destinados a comprobar tal suposición.

4.6 *Eriopis* sp. (Germar)

Este coccinélido es un insecto originario del Perú de las regiones Andinas y de allí se distribuyó por toda sur América. Se encuentra naturalmente en el altiplano cundiboyacense, tiene una amplia distribución en América del Sur, encontrado abundantemente en Chile. El género *Eriopis* fue descrito por Mulsant 1850 y la especie *connexa* la nombró Germar en 1924 según Blackwelder (1994) citado por Ruiz, 1981.

En Colombia, este insecto benéfico se ha observado en varios cultivos de la Sabana de Bogotá. Donde su densidad poblacional se ha encontrado hasta 28 adultos por metro cuadrado en lotes de maíz (Sáchica *et al.* 1984). En campo pueden observarse por focos no densos, adultos y larvas de instares diferentes en la superficie, pero también se pueden encontrar debajo de residuos de cosecha y cuando van a alimentarse se desplazan a las parte tiernas de la planta o puntos de crecimiento. Son insectos caminadores, más que voladores, poseen la propiedad de inmovilidad refleja, por cuanto después de alimentarse de sus presas permanecen inmóviles y con las extremidades recogidas debajo de su cuerpo aparentando estar muertas. Según SÁCHICA *et al.* (1984). *E. connexa* es un depredador generalista,

observándose que en condiciones de laboratorio, 15 especies de áfidos y cuatro de lepidópteros plaga pueden ser utilizados por el depredador como presa.

Sáchica, *et al.* (1994), señalan que el adulto de *E. connexa* Germar, es un pequeño cucarroncito que mide 2,5 mm de ancho y 5 mm de largo, siendo el macho un poco más pequeño que la hembra, presenta su cuerpo oval, en el cual esta bordeado por pigmentos rojizos que se van tornando opacos a través de su ciclo de vida.

No se han encontrado registros, de algún tipo de diapausa del insecto, sin embargo se observa una disminución en la población en época lluviosa, debido tal vez a la disponibilidad de alimento en dicha época, así mismo se ve reflejado una disminución en la fertilidad y tasa de oviposición, además por el efecto de las bajas temperaturas sobre su desarrollo (Duarte & Zenner, 2009a).

Las larvas presentan un cuerpo aplanado, presentan manchas claras contrastantes entre las áreas oscuras del meso y metanoto, los tubérculos setíferos subspiraculares de los segmentos quinto y sexto de color vivo, mientras que los tubérculos satíferos subspiraculares del segundo, tercero y séptimo segmentos abdominales no son coloreados.

Duarte & Zenner (2009a) observaron que el estado de larva pasa por cuatro instares y que tienen en promedio una duración entre 14,5 y 64,8 días, dependiendo de la temperatura. Así mismo reportan que el estado de

larva muestra un umbral superior de 34°C y un umbral mínimo, que varía entre 7,7 y 11,9 °C, siendo el primer instar el que tolera la temperatura más baja y el tercero el más sensible a las bajas temperaturas.

Dichos autores, mencionan que todos los estados e instares larvales muestran baja supervivencia a una temperatura de 14°C, exceptuando el estado de huevo. Para todos los estados e instares larvales la supervivencia es superior a un 80% entre 17 y 30°C, también observaron que solo el estado de instar III muestra una supervivencia óptima del 92% cuando se somete a una temperatura de 32°C (Duarte y Zenner. 2009a).

En cuanto a las observaciones de tasa de desarrollo, dependiente de la temperatura, se ajusta al modelo lineal de grados- día, reflejando que requiere 259 grados- día para completar su desarrollo y umbral inferior de desarrollo a 9,2°C. Miller & Paustian (1992) y Duarte & Zenner (2009a) coinciden en que está es la especie consumidora de áfidos es el coccinélido que mejor se adapta a condiciones de temperatura más bajas.

Ohashi & Urdampilleta (2003) describen que en cultivos en zonas templadas, se ha reportado a *E. connexa* como enemigo natural de *Myzus nicotianae* Blackman y *M. persicae*.

El tiempo total de desarrollo desde la oviposición hasta la emergencia del adulto varía entre 18,3 y 50,4 días a temperaturas que van desde los 17,7 y 32°C, la máxima fecundidad se alcanza a una edad de 37,5 días en las cuales las hembras pueden llegar a originar cerca de 10 nuevas hembras en

promedio por cada periodo de cinco días. Cada hembra puede llegar a ovipositar un promedio de 112,56 huevos durante su ciclo de vida, distribuidos en 11 posturas con un promedio de 19,0 huevos por postura. Por cada 100 huevos, solo 33 llegarán en promedio a alcanzar la edad máxima de fecundidad (Duarte, 2004).

El consumo de áfidos por parte de los adultos de *E. connexa* aumenta al incrementarse la densidad de la presa, sin embargo la tasa de incremento en el consumo va reduciéndose en la medida que la cantidad de presas inicialmente disponible se incrementa, lo que corresponde a un comportamiento de consumo descrito por un modelo de respuesta funcional tipo II. (Duarte, 2004)

En la tabla 1 se detalla de una manera resumida, la duración en días, de cada uno de los estados de desarrollo de *E. connexa*, realizada por Duarte & Zenner, 2009.a).

Tabla 1: Duración promedio en días, de cada uno de los estados de desarrollo de *E. connexa* a diferentes temperaturas (Duarte & Zenner, 2009.a).

| Estado Instar | Temperatura °C | | | | |
|------------------|----------------|-----------|------------|------------|-----------|
| | 14± 2 | 17.6 ±2 | 25.6 ±22 | 30±2 | 32 ±1,7 |
| Huevo | 15,3±5,45 | 8,5 ± 0,5 | 4,1 ± 0,3 | 2,8 ± 0,4 | 2,5 ± 1,7 |
| Larvas | 49,5 | 43,6 | 13,6 | 10,3 | 12 |
| Pupa | * | 7,9 ± 1,6 | 4,1±0,8 | 2,8±0,8 | 2,9±0,4 |
| Preimaginal | * | 50,4±3,5 | 21,6 ± 1,5 | 15,9 ± 1,2 | 18,3 ±5,3 |
| Macho adulto | | ** | 44,8 ±16,5 | 22,2 ±6,5 | ** |
| Hembra Adulto | | ** | 46,8 ±11,9 | 26,8±9,9 | ** |

* No se completó el desarrollo del estado

**No se registraron datos

Para el tercer instar, los autores Duarte & Zenner (2009,a) del respectivo estudio, señalan que el estado larval tres tiene una duración de 15,3; 7,3; 3,3 ; 2,2 y 2,7 días para temperaturas de 14;17,6; 25,6; 30, y 32°C, respectivamente.

5. MATERIALES Y METODOS

5.1 Ubicación de los ensayos

Las pruebas de laboratorio se llevaron a cabo en el laboratorio de Manejo Integrado de Plagas y Control biológico de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales (U.D.C.A), ubicado en Bogotá D.C. a 2.560msnm y con coordenadas geográficas de 4° 35' latitud norte y 74° 04' longitud oeste y con condiciones de $25,5 \pm 2,5^{\circ}\text{C}$, con una humedad relativa entre 60 y 70% y con un foto-periodo 12:12.

Las diferentes evaluaciones de campo realizadas para observar la eficiencia de *Eriopis* sp como depredador del áfido (*Myzus persicae*) se llevaron a cabo en la empresa de Flores Suasuque S.A.S, ubicada en la vereda Gabriel del Municipio de Sopó Cundinamarca, 4°49'18.42" N y 73°57'58.97" O (figura 3). Con respecto a la cría del depredador, se desarrolló en el laboratorio de Control Biológico de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A, ubicada en la ciudad de Bogotá D.C., Colombia 4°48' de latitud norte y 74°03' de longitud Oeste, con una altitud de 2.570 msnm.



Figura 3: Foto satelital de la empresa Suasuque S.A.S. ubicada en la vereda San Gabriel en Sopo Cundinamarca. Tomada por los satélites de Google earth

5.1. 1 Descripción de la Empresa

La empresa Flores Suasuque S.A., se ha dedicado a la producción de flores de corte desde la década de 1980, iniciando su actividad con el cultivo de claveles y rosas. En la década de 1990, se concentró en la producción de alstroemeria. Flores Suasuque cumple con los altos estándares de FLORVERDE, en términos de estabilidad laboral, los salarios, los beneficios para el personal, el desarrollo humano y la gestión de recursos eco-eficientes, esto logrado con la colaboración de más de 150 empleados. A partir del 2005 fue certificada con la norma ISO 14001 de medio ambiente amigable en la producción de flores de corte. Su producción se centra en la exportación de flores a diferentes tipos de clientes en América del norte, Europa, Rusia y el Caribe, contando con una cartera muy dinámica, con un fuerte énfasis en la oferta de las mejores variedades de alstroemeria, entre

las que se encuentran algunas como: Dubay, Shakira, Glusley, Primadona, Orange Queen, Rembrandt, Avalange, Himalaya, Twister, Mayfair, Senna, Dimenton, entre otras.

5.2 Material biológico

La investigación se inició con la cría artificial del depredador, a partir del material de depredadores existente en el laboratorio de Manejo Integrado de Plagas y MIP de la U.D.C.A, con condiciones de $25,5 \pm 2,5^{\circ}\text{C}$, con una humedad relativa entre 60 y 70% y con un foto-periodo 12:12. En la metodología, se disponen 10 adultos de *Eriopsis* sp en recipientes plásticos transparentes de 240 cm^3 de capacidad con aberturas en la tapa y de recipientes plásticos de 145 cm^3 en los que se separaron los huevos recién ovipositados en grupos de 40 a 50 huevos por recipiente. Los neonatos recién emergidos fueron separados en cajas de 240 cm^3 en grupos correspondientes a 10 larvas, esto con el objeto de disminuir la depredación. Se utilizaron para la investigación larvas de tercer instar de *Eriopsis* sp. teniendo en cuenta que este estado larval presenta una mayor supervivencia a comparación de los instares larvales I,II. Se descartó el uso de larvas de cuarto instar, debido a que podrían entrar en estado de pupa y afectar su eficacia biocontroladora (Duarte & Zenner. 2009a).

La alimentación del pie de cría, consistió básicamente en el suministro de áfidos de las especies *Myzus persicae* (Sulzer), *Macrosiphum euphorbiae* y *Toxoptera aurantii* (Boyer de Fonscolombe) y otras especies tanto para

adultos como para larvas. Los recipientes se limpiaron cada dos días, en donde se les renovó la comida y se extrajeron las posturas las cuales fueron separadas en recipientes de 145 cm³, en grupos de 40 a 50 huevos, los cuales eran marcados con la fecha y número de huevos correspondiente.

Con el propósito de mantener y aumentar el pie de cría, se contó con un sistema de cría masiva de especies de áfidos en casa insectario. En circunstancias de ausencia de presas se alimentan con una dieta artificial a base de hígado de res, que ha sido evaluada pero cuyos resultados no han sido publicados.

5.2.1 Material Vegetal

Se utilizaron tallos florales de *Alstroemeria* cv Shakira en dos estados de desarrollo del botón floral (I y II), teniendo en cuenta los estados descritos por Schiappacasse (1988), (figura 4) ubicados a partir del monitoreo MIPE de la empresa Suasuque S.A.S., en los que se encontraba por lo menos una colonia de *M. persicae*, los cuales para efectos del experimento se definieron como focos. Se utilizó la variedad Shakira por considerarse en la empresa la mayor susceptibilidad al ataque de áfidos presenta.



Figura 4: Observación de los dos estados de desarrollo del botón floral, de acuerdo a lo establecido Schiaapacase (1988). Imagen derecha correspondiente al botón I, y la izquierda al botón II. Fuente: Autora

5.3 Pruebas preliminares

5.3.1 Prueba de respuesta funcional en laboratorio

La prueba de consumo preliminar, se llevó a cabo en el laboratorio de Manejo Integrado de Plagas y Control biológico U.D.C.A, en condiciones antes indicadas.

a) Se recolectaron 50 huevos recién ovipositados de adultos de *Eriopsis* sp. pertenecientes a la cría artificial. Estos se separaron individualmente en recipientes de 50 cm³ con la tapa perforada, una vez emergidos se alimentaron diariamente con áfidos de la especie *Macrosiphum euphorbiae* y se llevó el respectivo seguimiento de mudas, hasta encontrar 30 larvas homogéneas en tercer instar, seguidamente se dejaron por 24 horas en ayuno.



Figura 5: Larva recién emergida de Instar III de *Eriopsis* sp. Fuente: Autora

b) Se recolectaron áfidos de la especie *Macrosiphum euphorbiae* de la cría artificial, utilizando ninfas de un tamaño uniforme. Una vez seleccionado el número de áfidos correspondiente a cada tratamiento, se dispusieron por tratamiento en cajas Petri de 100 mm de diámetro y 15 mm de altura, con una circunferencia de papel toalla húmedo previamente marcadas y con un disco de hoja de lechuga de 3cm diámetro (figura 6).



Figura 6: Montaje, prueba preliminar de consumo. Fuente: Autora

c) Los tratamientos evaluados consistieron en seis densidades iniciales de presas: 10; 20; 30; 40; 50 y 60 individuos de *Macrosiphum euphorbiae*. En cada caja se liberó una larva de tercer instar del depredador con 24 horas de haber mudado y absoluto ayuno. Cada uno de los tratamientos tenía una unidad experimental semejante pero sin depredador. Las cajas se sellaron mediante el uso de parafilm. Este ensayo se repitió diez veces. Se utilizó un diseño estadístico completamente aleatorizado.

d) Al haber transcurrido las 24 horas, se retiró el depredador y se procedió a registrar el número de áfidos vivos en cada caja Petri, tomando datos del número de áfidos vivos del control y del número de áfidos no depredados en cada tratamiento con sus respectivas repeticiones.

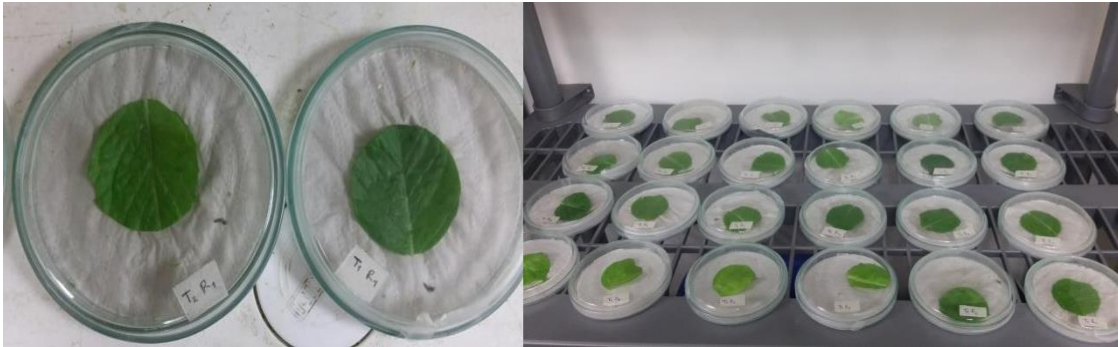


Figura 7: Prueba preliminar de consumo, con larvas de III instar en condiciones controladas, Tratamientos y repeticiones. Fuente: Autora.

5.3.2 Prueba preliminar en campo con Adultos

En campo una vez ubicados los focos de áfidos en plantas de alstroemeria, variedad Shakira, cada uno de ellos se instaló una jaula entomológica aislándolo. Seguidamente se procedió a realizar un conteo de individuos de áfidos en cada foco, se determinó el número de depredadores a liberar de tal forma que se tuviera una relación de un adulto por cada 18 áfidos contados. Esto de acuerdo a lo determinado en las prueba de respuesta funcional realizadas de forma preliminar en laboratorio en la cual se encontró un consumo máximo de 22 individuos por larva, se determinó liberar un individuo por cada 18 presas, con el objeto de mitigar el efecto en el cambio de las condiciones ambientales y el hecho de la diversidad de estados y tamaños de la presa.

La variable a evaluar en el ensayo de depredación en campo fue el número de presas consumidas de áfidos de la especie *M. persicae* por parte del

depredador *Eriopsis* sp., utilizando cuatro repeticiones, dos momentos de evaluación 24 y 72 horas del experimento, en las cuales se observó el número de áfidos no depredados con un control por repetición, al cual no tenía depredador y se evaluó el número de áfidos existente en cada momento de registro de datos.

5.4 Ensayos de consumo en condiciones de Campo

De acuerdo con los resultados obtenidos en las pruebas preliminares, el depredador *Eriopsis* sp. mostró depredación sobre *M. persicae* en tallos florales de alstroemeria además de no registrar mortalidad. Por esta razón se decidió efectuar pruebas en campo buscando resultados que pudieran ser objeto de análisis estadísticamente válido

Para los ensayos en campo, se crío una cohorte especial del depredador en el cuarto de cría partiendo de una cantidad de huevos recién ovipositados que permitieron obtener la cantidad de larvas requeridas para el ensayo, de acuerdo al procedimiento ya descrito con la variación de que las larvas recién emergidas se separaron individualmente en recipientes de plástico transparente, con perforaciones en la tapa y capacidad de 50 ml, los cuales se marcaron con la fecha correspondiente. Se tuvieron varias cohortes con el fin de hacer coincidir el número de larvas necesario con el momento en el cual la empresa floricultora reportará la presencia de un número suficiente de focos de áfidos. Una vez se obtuviera la homogeneidad en emergencia de larvas de tercer instar requeridas

(más de cien) y el reporte de la presencia de focos suficientes (24 tallos) de áfidos, se procedió a someter a 24 horas de ayuno a las larvas recién mudadas y se procedió a efectuar las pruebas en campo.

La metodología que se llevó a cabo en campo, se inició con la identificación de focos, lo cuales fueron previamente seleccionados por la persona encargada del monitoreo semanal realizado por la empresa, ubicados en el tercio alto de la planta (brotes).

Se elaboraron jaulas entomológicas, utilizando malla, acetato de calibre 12, como materiales necesarios para la evaluación, y se tuvo en cuenta la altura de la inflorescencia para definir en tamaño de las jaulas de manera que quedaran justas para cada estructura de la planta, sobre la cual se haría la evaluación.

Una vez marcados los respectivos focos, se contabilizó el número de áfidos presentes en cada tallo floral y se realizó el pertinente registro. Posteriormente se instaló la jaula entomológica sobre el pseudotallo del respectivo botón floral, como se puede observar en la figura 8.



Figura 8: Montaje en campo de trampas entomológicas, sobre focos de *M. persicae* en *Alstroemeria*. Fuente: Autora.

5.5 Eficiencia en depredación, larvas de Instar III de *Eriopis* sp.

Para la respectiva evaluación se ubicaron 24 focos de áfidos teniendo en cuenta la información obtenida a partir del monitoreo de la finca Suasuque, una vez marcados, se registró el número total de áfidos en cada uno de estos focos y en cada foco se montó una de las jaulas, se definió el número correspondiente de larvas de instar III para cada foco que debían liberarse de acuerdo a la proporción depredador : presa correspondiente (número de larvas de tercer instar correspondiente por cada número determinado de áfidos), que se describen en el diseño experimental.

5.6 Diseño Experimental

El diseño experimental para la prueba preliminar de consumo de larvas, consistió en seis tratamientos correspondientes a seis densidades de *M.euphorbiae*. (10, 20, 30, 40, 50, y 60 /Áfidos), y diez repeticiones en el tiempo, más el respectivo control. La variable evaluada fue el número de

presas consumidas por parte de la larva de tercer instar del depredador *Eriopis* sp. al haber transcurrido 24 horas del experimento. Estos datos fueron analizados mediante un análisis de varianza DCA y el una prueba de comparación de medias Tukey (HSD).

La curva de depredación se construyó con un modelo no lineal de tipo logístico, $y = \frac{a}{1+e^{-(b+c*At)}}$ donde y es igual a $Ai-A24h$ (Ai = densidad de áfidos iniciales, $A24h$ áfidos vivos a las 24 horas) y corresponde al consumo de *M. euphorbiae* por parte de larvas de tercer instar de *Eriopis* sp. a , b y c , son los parámetros de la función de depredación (función logística), donde a corresponden a la población consumida a las 24 horas.

La tasa de depredación corregida se determinó teniendo de acuerdo a la ecuación 1.

Ecuación 1:
$$Td = \frac{Ni-N_{24}}{Nc}$$

Ni = Número de Áfidos Iniciales

N_{24} = Número de áfidos vivos a las 24 horas después de haber liberado el depredador.

Nc = Áfidos vivos en el control después de las 24 horas del experimento

El diseño experimental para la prueba de eficiencia de depredación de larvas, consistió en un diseño factorial en bloques completamente aleatorizados con seis tratamientos más el control (sin depredador) a saber: Se manejaron como factores el número de depredadores a liberar de

acuerdo con las proporciones depredador : presa y los estados de desarrollo del botón floral (I y II), descritos a continuación:

Factor uno: proporción depredador : presa

- 1) Un depredador por cada diez áfidos 1:10
- 2) Un depredador por cada quince áfidos 1:15
- 3) Un depredador por cada veinte áfidos 1:20

Factor dos: Estado de desarrollo del botón floral, de acuerdo a lo establecido por Schiaapacase (1988):

- 1) Tipo I (figura 4)
- 2) Tipo II (figura 4)

Se manejaron tres repeticiones simultáneas y cinco momentos para la evaluación de la depredación a las 24, 48, 72, 96, 120 horas de haber introducido el depredador. En la tabla 2, se observada detalladamente el diseño usado.

Tabla 2: Descripción de los tratamientos desarrollados en la evaluación en campo, para larvas de Instar III y adultos recién emergidos.

| Factor | Tratamientos | N° de Repeticiones |
|---------------------------------------|---------------------|---------------------------|
| Estado de desarrollo del botón floral | Botón floral I | 3 |
| | Botón floral II | 3 |
| Proporción predador : presa | 1:10 | 3 |
| | 1:15 | 3 |
| | 1:20 | 3 |

Se determinó, el número de áfidos vivos encontrados en cada jaula entomológica, en cinco momentos en el tiempo luego de haber introducido el depredador: 24,36,48,72 y 96 horas. A partir de estos datos, se determinó la eficiencia en depredación por parte de larvas de instar III y adultos recién emergidos de *Eriopis* sp.

Los datos de laboratorio como de campo se estudiaron mediante un análisis de varianza (ANOVA), para los datos que presentaron significancia, se realizaron pruebas de comparación múltiple utilizando el estadístico de Duncan. Para todos los efectos el procesamiento de la información se realizó con el lenguaje programación R (R core Team, 2016).

5.7 Análisis Económico

Se ejecutó un análisis de costos, considerando cada una de las actividades realizadas y los materiales requeridos, tanto en el proceso de cría del depredador, así como en la liberación y evaluación en campo. Así, se estimó el costo que implicó la utilización de las larvas de *Eriopis* sp. para el control biológico de los áfidos bajo las condiciones manejadas en la investigación.

6. RESULTADOS Y DISCUSION

6.1 Prueba preliminar: respuesta funcional

El consumo promedio de áfidos *M. euphorbiae* por larvas (instar III) de *Eriopis* sp. a las 24 horas, mostró diferencias altamente significativas entre los tratamientos ($p < 2.48 \times 10^{-08}$) (anexo 1), para la tasa de depredación corregida. De acuerdo con la prueba de comparación (Tukey, 0,05), aunque no fueron

significativas las diferencias entre las proporción depredador : presa 1:10; 1:20 y 1:30, éstas proporciones si fueron significativamente diferentes de las demás evaluadas. A su vez, las proporciones 1:50 y 1:60, aunque semejantes estadísticamente entre sí y semejantes a 1:40, presentaron diferencias altamente significativas a las tres proporciones más bajas. La actividad depredadora ocurrida en los tratamientos, mostró que la densidad poblacional de *M. euphorbiae* influyó en el consumo de presas por parte de larvas de tercer instar de *Eriopsis* sp. La tasa de depredación fue superior en tratamientos con menor densidad de presas (1:10 1:20, 1:30) con una máxima tasa de depredación, correspondiente a una media de 0,81 para el tratamiento de proporción 1:20 y con un valor medio en la tasa mínima de depredación de 0,36 para el tratamiento 1:60. Estos resultados pueden ser explicados por el número mayor de presas presentes en función de un solo depredador a medida que se aumentó la proporción depredador : presa, indicando que la tasa de depredación fue superior cuando se manejaron proporciones de un depredador por cada 20 presas con respecto a la proporción más baja manejada de 1 depredador por cada 60 presas.

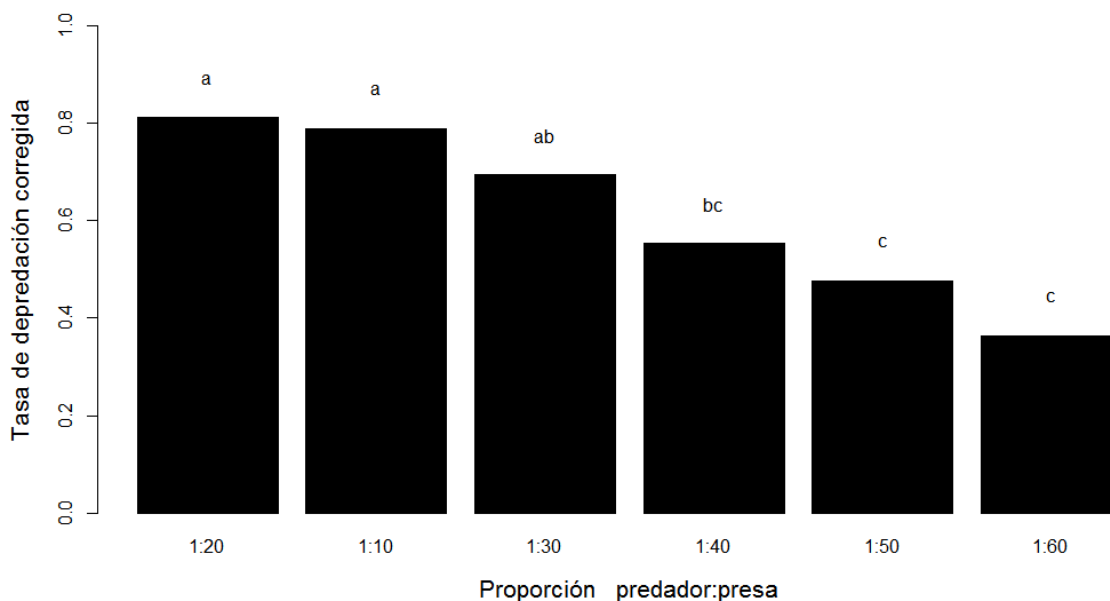


Figura 9: Tasa de depredación corregida de *Macrosiphum euphorbiae* consumidas por larvas de tercer instar de *Eriopsis* sp. a diferentes densidades de áfidos en condiciones de laboratorio. Promedios con letras iguales no poseen diferencias significativas (Test de Tukey, $P < 0,05$).

El hecho de que las diferencias entre los tres primeros tratamientos no fueran significativas, indica que en términos de eficiencia, el tratamiento 3 en condiciones de laboratorio, mostró la mayor eficiencia de depredación al alcanzar resultados semejantes a los obtenidos con las menores proporciones depredador : presa, en un período de 24 horas.

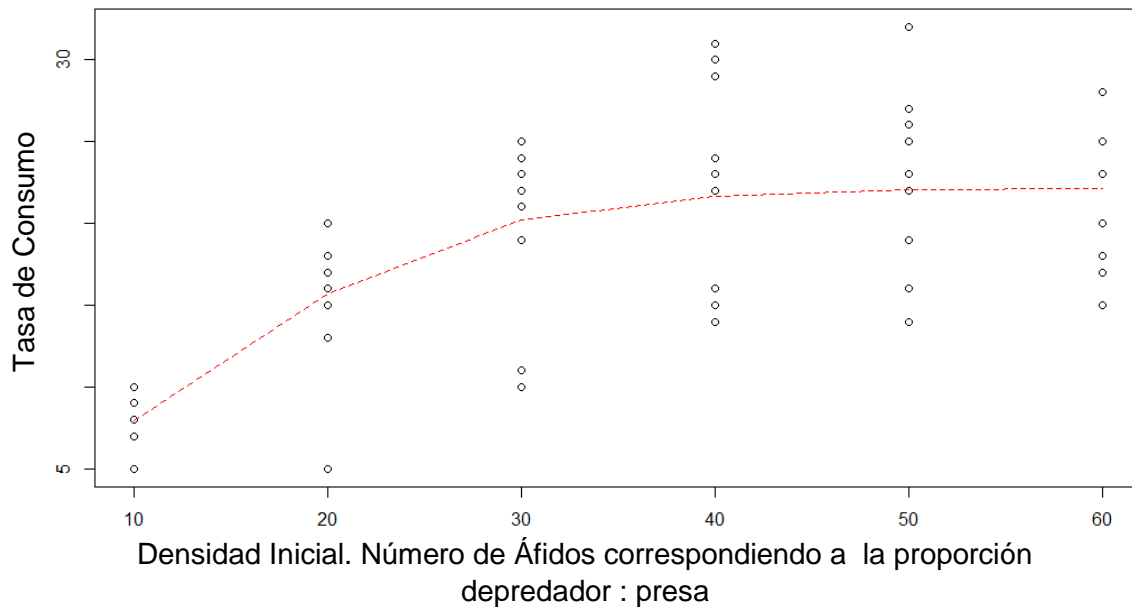


Figura 10: Modelo estimado de la curva logística de depredación, respuesta funcional del tercer instar de larvas de *Eriopsis sp.* sobre *Macrosiphum euphorbiae*.

Los resultados obtenidos, revelan que el coccinélido *Eriopsis sp.* presentó una curva Tipo III (figura10), que representa en la ecuación 2 (ver anexo 3).

Ecuación 2:

$$y = \frac{22,15}{1 + e^{-(-2,06 + 0,15 * AI)}}$$

El comportamiento de este depredador denota una situación en donde al aumentar la densidad de presas, aumenta la tasa de depredación hasta una cota máxima de 22 en promedio, describiendo tal comportamiento Hassell (1978) en su investigación. Este patrón de curvas sigmoideas de respuesta funcional ya han sido reportadas para coccinélidos *Coccinella septempunctata* alimentándose de *Brevicoryne brassicae* (Munyanza & Obrycki, 1997). A su vez tal comportamiento podría indicar que el

depredador aprende a eludir cierta dificultad asociada a la captura de la presas (Schenk & Bacher, 2002), no obstante, trabajos desarrollados por Montgomery & Nault (1977) describen que tal habilidad del depredador para localizar su alimento podría estar afectada en condiciones de bajas densidades de presa, debido a una respuesta de escape provocada por las feromonas de alarma. Específicamente para áfidos, para dichos autores, las feromonas de alarma podrían desempeñar un papel importante de los áfidos en cuanto al escape del depredador.

En este sentido, el consumo del tercer instar del estado larval de *Eriopis* sp. como depredador de *M. euphorbiae* aumenta en presencia de poblaciones mayores de la presa, sin embargo la curva denota un punto máximo de consumo, analizando en este estudio que el depredador llega a un punto máximo de consumo de 22,14 áfidos, y se logra en la proporción depredador:presa 1:40 llegando a estabilizarse para las proporciones predador : presa 1:50 y 1:60.



Figura 11: Predación de *Macrosiphum euphorbiae* por larvas de Instar III de *Eriopis* sp. en condiciones de laboratorio. Fuente: Autora

6.1.1 Prueba preliminar: Condiciones de campo con Adultos

Observaciones realizadas en condiciones de campo, 24 y 72 horas posteriores a la liberación de adultos recién emergidos de *Eriopsis* sp. sobre focos de *M. persicae* en un cultivo de alstroemerias, evidenciaron la existencia de consumo de áfidos por parte del coccinélido. Esta actividad depredadora disminuyó considerablemente las poblaciones en un término de 24 horas. La proporción predador: presa 1:18 utilizada en estas pruebas, afectó sustancialmente las poblaciones del áfido, las cuales disminuyeron su tamaño en comparación de las poblaciones del control, mostrando una alta capacidad depredadora.

Al ser una observación que no tiene rigor como experimento, los datos obtenidos no fueron objeto de análisis estadístico, sin embargo se obtuvieron datos importantes en cuanto a la sobrevivencia del depredador, la funcionalidad de la jaula y la verificación de la existencia de depredación.

A través de esta prueba, también se analizaron algunos aspectos en cuanto al comportamiento de los adultos recién liberados, inicialmente algunos de los adultos empiezan a recorrer la jaula en un aparente reconocimiento del foco delimitado, otros caminaban desde la parte inferior del tallo hasta un punto determinado del botón para volver a descender, algunos llegaban directamente al foco y empezaban a alimentarse de forma inmediata al hacer contacto con la primera presa que encontraban. Finalmente, unos pocos permanecían inmóviles en el sitio en el cual se liberaban. Un dato importante

de esta prueba fue la alta sobrevivencia de los adultos (90% de los individuos liberados) a las 24 y 72 de instalada la prueba.



Figura 12: Evidencia, prueba preliminar de depredación a *M. persicae* por parte de adultos recién emergidos de *Eriopsis* sp. en botones florales de alstroemeria. Fuente: Autora.

Estas observaciones sugieren la necesidad de realizar experimentos en campo en condiciones más rigurosas, con el objeto de describir el comportamiento de los adultos de *Eriopsis* sp. posterior a la liberación en campo.

Estudios sobre *Eriopsis connexa* han mostrado que su desarrollo se ve afectado con el cambio de temperatura, de humedad, de fotoperiodo y del huésped o de presa (Obrycki & Kring, 1998), así mismo Duarte & Zenner (2009a) concluyen que la temperatura es un factor que determina la disponibilidad de alimento y afecta la supervivencia de sus poblaciones. De modo que el comportamiento del depredador resulta a veces difícil de determinar, pues la mayoría de las introducciones son con base en prueba-

error y en este caso se desconoce el comportamiento de individuos de *Eriopis connexa* criados en laboratorio y posteriormente liberados en campo. Dicho comportamiento podría afectar la eficiencia de éste depredador para controlar las poblaciones de áfidos en condiciones de campo, viéndose afectado no solo por factores bióticos sino por factores externos como la susceptibilidad a moléculas de síntesis química.

No obstante, la información derivada de estas observaciones resultó útil para planear el experimento que evaluaría la eficacia de depredación con larvas de *Eriopis* sp. y debe ser considerada en el diseño de un procedimiento de liberación en condiciones comerciales.

6.2 Prueba de eficacia en depredación de *Eriopis* sp.

La eficacia de control se estimó mediante la variable supervivencia de las presas, entendida como la proporción de presas consumidas por el depredador con respecto al número inicial de áfidos presentes en cada foco.

Para ninguno de los momentos observados se presentaron diferencias significativas para el factor estado de desarrollo del botón (ver anexo 2). Esto pueda significar que la capacidad de búsqueda de larvas de tercer instar de *Eriopis* sp, sobre los áfidos bajo las condiciones de este experimento no se ve afectada por los dos estados desarrollo del botón floral manejados.

En los cinco momentos de evaluación el consumo de áfidos por parte de larvas de instar III de *Eriopsis* sp. y para todos los tratamientos presentaron diferencias significativas con respecto al testigo (Día 1: $p < 2.83 \times 10^{-14}$, Día 2: $p < 6.42 \times 10^{-12}$, Día 3: $p < 3.09 \times 10^{-10}$, Día 4: $p < 2.34 \times 10^{-09}$, Día 5: $p < 1.86 \times 10^{-08}$) (Ver anexo 2).

El análisis de varianza (ANOVA) revela que para el factor predador : presa no se obtuvieron diferencias significativas para ninguno de los cinco momentos evaluados, lo cual puede significar que en condiciones de campo una baja relación depredador: presa (1:20) funcionaria de manera semejante a la relación más alta evaluada (1:10). Si se realizara liberaciones en campo en condiciones similares a las manejadas en este trabajo, no se requeriría niveles de liberación que superen la relación predador: presa 1:20 (figura 13).

Las liberaciones del depredador de forma libre sobre los focos, sin la utilización de jaulas, posiblemente genere resultados diferentes debido a que los depredadores no estarán obligados a permanecer en el foco y puedan desplazarse o alejarse de él, provocando una disminución en el consumo.

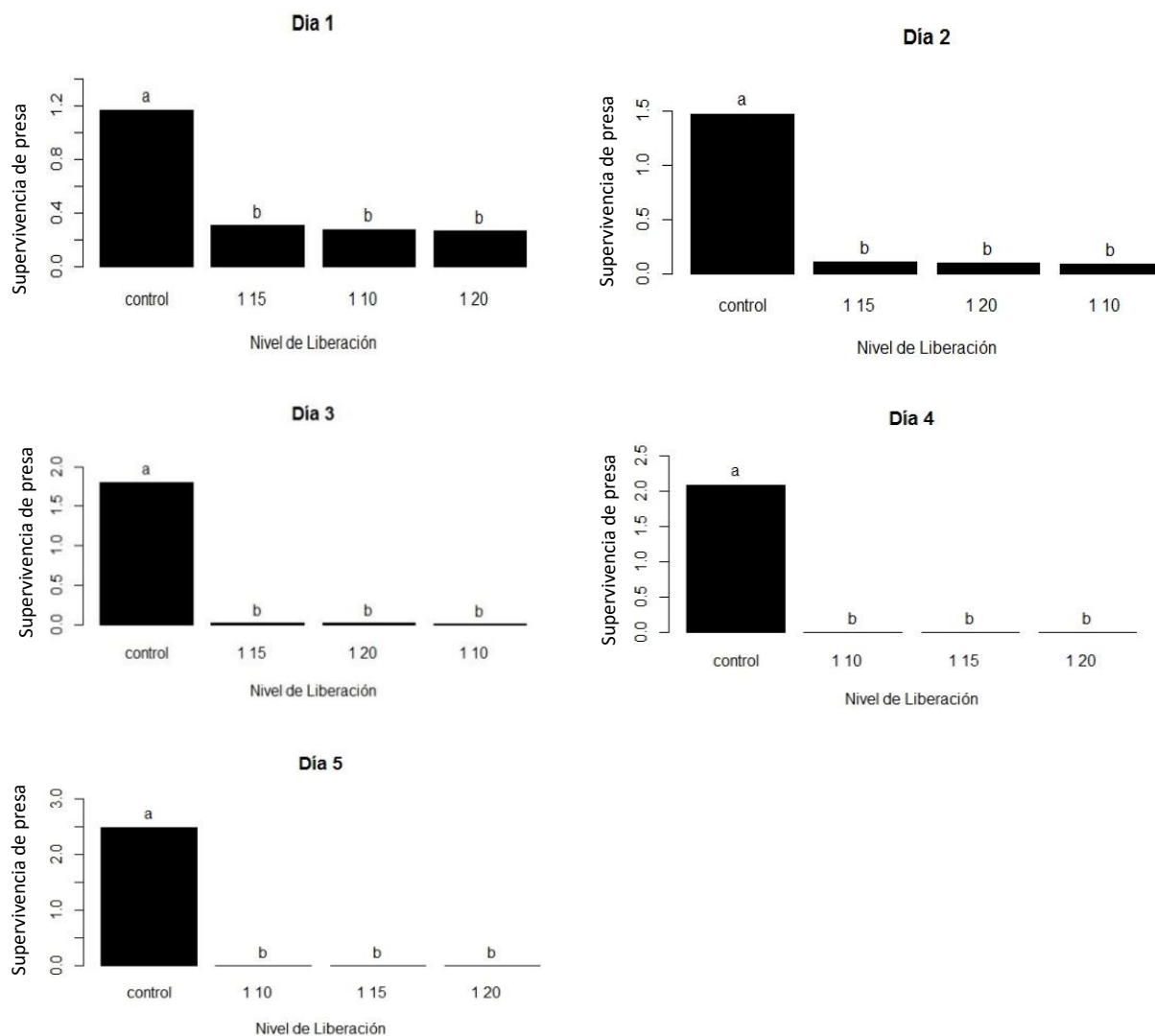


Figura 13: Supervivencia de presas por larvas de instar III de *Eriopsis* sp. con respecto a la proporción predador : presa y al control en plantas de alstroemeria bajo invernadero. Promedio con letras iguales no poseen diferencia significativa (Test de Duncan, <0,05).

Después de las 24 horas de liberación, las larvas de *Eriopsis* sp consumieron un número significativo de presas, mostrando un consumo total de ellas a las 72 horas. Sin embargo, en el tratamiento control la tasa de

supervivencia presenta un aparente crecimiento, debido al crecimiento de la población como consecuencia de la reproducción de los áfidos.

A pesar de que las diferencias entre los distintos tratamientos correspondientes a los niveles de liberación no fueron significativas, las larvas de *Eriopsis* sp. instar III, consumieron un gran número de presas a las 24 horas después de la liberación, obteniendo un porcentaje de supervivencia de los áfidos del 30% para el nivel de liberación 1: 15; 27% para 1:10 y un 25% para 1:20. La actividad depredadora ocurrida permitió mantener las poblaciones de *M. persicae* a niveles más bajos que en las plantas testigo durante las primeras 72 horas de haberse liberado. Se observó en las plantas testigo, un promedio poblacional de los pulgones de tres a cinco veces mayor que en las plantas con depredador, por lo que se constataron diferencias significativas entre los tratamientos y las plantas testigo (figura 13).

Las proporciones depredador: presa 1:10, 1:15, 1:20 disminuyeron considerablemente la densidad de la poblacional del áfido. Las liberaciones en proporciones 1:20 pueden resultar en menores costos del control de áfidos en este cultivo, porque emplear liberaciones en la mayor proporción evaluada es igual de eficaz a liberaciones con proporciones mayores.

No obstante, en observaciones en campo, se encontraron diferencias en los niveles de liberación, las larvas liberadas en focos a una proporción de 1:20 presentaron posiblemente mayor dificultad en la búsqueda de la presa, debido a que al estar las presas agregadas, el recorrido que debían realizar era mayor. Esto también puede ser debido a que el depredador utiliza una parte del tiempo para manipular cada presa, que consiste en perseguir, dominar, consumir y digerir las presas y a prepararse para la siguiente búsqueda, invirtiendo mayor energía (Torrealba & Arcaya, 2014).

Considerando esto, aun en las plantas en las que se liberaron larvas a densidades de 1:20, las poblaciones de áfidos disminuyeron notablemente con respecto al control, concordando que a mayor densidad de depredadores sobre un mismo foco, genera menos área de búsqueda de la plaga, por ende puede ser más eficiente el uso de proporciones depredador: presa mayores 1:10. Con respecto al consumo de áfidos por parte de larvas de *Eriopsis* sp. sobre poblaciones mayores de la presa, la proporción depredador : presa 1:20 sería la más eficiente. Los niveles de liberación generaron una eficiencia de liberación del $98,2\% \pm 0,7\%$ de depredación a las 72 horas.



Figura 14: Capacidad predadora por parte de larvas (Instar III) de *Eriopsis* sp. hacia *M. persicae*, en botones florales de alstroemeria, cv “Shakira”.

Es importante destacar, que por su alta tasa reproductiva una pequeña población de *M. persicae* en poco tiempo puede constituir una colonia que podría causar daño en cultivos de flores de exportación.

A su vez, aunque no se consideró el factor desarrollo del botón dentro del análisis, es importante señalar que el daño causado sobre botones con estado de desarrollo B1 representa mayor importancia para el agricultor, esto debido a que al estar la inflorescencia cerrada, las poblaciones de *M. persicae* están más agrupadas y por ende el daño es más focalizado, así mismo debido a la capacidad de las ninfas a esconderse, podría afectar la eficiencia de búsqueda del depredador (figura 15).



Figura 15: Estado de desarrollo del botón floral I (B1), Prueba de eficiencia de depredación de larvas de *Eriopis* sp. sobre focos de *M. persicae* en alstroemeria. *Fuente:* Autora

En plantas con mayor apertura del botón floral (B2), comparadas con el botón I, se presenta daño (figura 16), aunque no menos importante, al estar el pedicelo alargado y los botones florales individualizados, la capacidad de depredación con respecto a la búsqueda de individuos de *M. persicae* puede ser más eficiente, teniendo mayor área para la búsqueda y por ende mayores posibilidades de desplazamiento por parte de los áfidos.



Figura 16: Estado de desarrollo del botón floral II (B2), Prueba de eficiencia de depredación de larvas de *Eriopis* sp. sobre focos de *M. persicae* en alstroemeria. *Fuente:* Autora

Los resultados obtenidos reflejan situaciones similares presentadas por los trabajos desarrollados por Quiroz, E. *et al.*, (2005) sugieren que la especie de *Eriopis connexa* juega un papel significativo en la disminución de las poblaciones de áfidos *Myzus persicae* (Sulzer) y *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas). Así mismo Duarte & Zenner (2009b) en estudios de laboratorio, mencionan que esta especie es considerada un agente con potencial para incursionar en prácticas de control biológico, ya sea a altas densidades de presas o al iniciarse una infestación.

Las plantas en las cuales no se liberaron larvas de *Eriopis* sp. presentaron daños por *M. persicae*, principalmente en las hojas más nuevas. Además, se observó deformación en sépalos y pétalos, clorosis (figura.17). La acumulación de excretas de los pulgones y exuvias junto con las condiciones ambientales, posibilitaron el desarrollo de fumagina, sobre las hojas, como consecuencia de esto, muchos tallos se perdieron al no cumplir con las normas de calidad para exportación. Por otro lado, en aquellas donde se liberó el enemigo natural no hubo daño o fue muy leve. Sin embargo la totalidad de tallos evaluados fueron retirados de la plantación, una vez finalizada la investigación.

Bajo las condiciones experimentales se logró realizar un control efectivo de *M. persicae* sobre plantas de alstroemeria con larvas de tercer instar de *Eriopis* sp. de un modo semejante en el que Martos & Niemeyer (1989) observaron que *Eriopis connexa* reguló eficientemente las poblaciones de áfidos vectores del virus del enanismo amarillo de la cebada.

El presente trabajo demostró el posible potencial de *Eriopsis* sp. en programas de control biológico en cultivo de alstroemeria sobre las poblaciones de *M. persicae*. Sin embargo, otros estudios que demuestren además del consumo la eficiencia de búsqueda en densidades variadas son necesarios (Van Lenteren 2012), así como las evaluaciones de control en condiciones de liberación sin la utilización de jaulas.



Figura 17: Daños en botones florales de *Alstroemeria*, cv “Shakira” causados por *M. persicae*. A: Daño en pétalos; B: Clorosis en hojas; C: Clorosis; D: Presencia de fumagina; E: Deformación del botón y presencia de exuvias.

Resultados de investigaciones utilizando otras especies vegetales, distintas variedades de plantas hospederas, además de frecuencia y proporciones en

las cuales el enemigo natural es liberado, han demostrado que éstos pueden influenciar en la eficiencia del depredador (Coll *et al.* 1997) por lo que más estudios de semicampo y campo utilizando *Eriopis* sp. son necesarios para lograr determinar la eficiencia en el control de diferentes plagas en distintos cultivos.

6.3 Análisis Económico

En la tabla 3 se presentan los costos de producción de *E. connexa* desde la fase de huevo hasta la emergencia del adulto, así mismo se detalla el costo de los materiales e insumos empleados en la liberación y observación en campo.

Estos costos de producción corresponden a un proceso de producción artesanal y a pequeña escala, y corresponden a un pie de cría que se inició con 100 adultos del depredador de los cuales se extrajeron la cantidad de huevos que se requería para obtener el número de larvas utilizadas en el experimento.

Tabla 3: Costo de insumos directos empleados en la investigación

| INSUMOS DIRECTOS | | | |
|------------------------------------|-----------------|-------------------|----------------|
| Concepto | Cantidad | Costo Unit | Total |
| Recipiente plástico (cría Adultos) | 100 | 500 | 50,000 |
| Recipiente plástico (cría larvas) | 200 | 200 | 40,000 |
| Insumos para la cría | | | 129,000 |
| Materiales jaulas entomológicas | | | 62,000 |
| Plántulas | 50 | 80 | 4,000 |
| Sustrato | 50 | 500 | 25,000 |
| Bolsas | 50 | 150 | 7,500 |
| Fertilizantes | 50 | 50 | 2,500 |
| TOTAL COSTOS DIRECTOS | | | 320,000 |

Tabla 4: Costo de mano de obra empleados en la investigación.

| COSTO DE MANO DE OBRA | | | | | |
|------------------------------|--------------------------------|-------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|
| Cargo | Concepto | Hora/ Semana | N° de Meses | VALOR UNIT | VALOR TOTAL |
| Investigadora principal | Pruebas en campo y laboratorio | 31 | 1 | 3600 | 446,400 |
| Técnico | Cría | | | | 210,000 |
| Investigador | Cosecha de Áfidos | 3 | 1 | 3600 | 43,200 |
| Investigador | Manejo de cría | 6 | 1 | 3600 | 86,400 |
| | Riego | 1 | 1 | 3600 | 14,400 |
| | Transplante | | | | 20,000 |
| TOTAL | | | | | 820,400 |

Tabla 5: Gastos de transporte empleados en la investigación

| GASTOS DE TRANSPORTE | | | | | |
|-----------------------------|---|------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|
| Lugar | Justificación | N° personas | Costo Unit | N° Salidas | Costo Total |
| Sopo | Prueba preliminar | 1 | 12,000 | 3 | 36,000 |
| Sopo | Evaluación de eficiencia del depredador | 1 | 12,000 | 6 | 72,000 |
| TOTAL | | | | | 108,000 |

Tabla 6: Análisis parcial de costos

| CONCEPTO | 1 larva de <i>Eriopis</i> sp. (miles de pesos) | 150 larvas de <i>Eriopis</i> sp. (miles de pesos) |
|--------------------|---|--|
| Costos fijos | 2,133 | 320,000 |
| Costos variables | | |
| Mano de Obra | 5,469 | 820,400 |
| Transporte | 720 | 108,000 |
| VALOR TOTAL | 8,322 | 1,248,400 |

Considerando los 24 focos identificados para este trabajo y un número total de 1907 áfidos observados, empleando 150 larvas de tercer instar de *Eriopis* sp. se analiza que en las condiciones de experimentación manejadas el costo del control sería de 1,248,300 millones de pesos (tabla 6).

La tabla número siete detalla el número de áfidos contados por foco, el número de larvas de tercer instar de *Eriopis* sp. correspondientes al número total de áfidos por cama teniendo en cuenta las proporciones depredador : presa empleadas en el trabajo. Ahora bien si una larva de tercer instar de *Eriopis* sp. en las condiciones de experimentación manejadas representa un costo de 8,322 pesos, se analiza que si se realizara un control biológico para el número de focos utilizados en dicha investigación, el costo total del control para la proporción más alta evaluada depredador : presa 1:10 sería de 1,589,502 millones de pesos, frente a la proporción depredador: presa 1:20 más baja evaluada sería de 720,590 pesos. Mostrando que en este caso la proporción depredador: presa 1:20 es más eficiente con respecto a las

proporciones 1:10 y 1:15, en este sentido el resultado coincide con el trabajo desarrollado por Shrewsbury & Smith (2000) quien menciona que liberaciones en proporciones mayores y más frecuentes pueden resultar en mayores costos del control, por lo que no son muy recomendables.

Tabla 7: Costos estimados para las tres proporciones depredador: presa manejadas en la investigación.

| Cama | Número de focos por cama | Número de áfidos | Larvas de <i>Eriopis</i> sp. correspondientes a proporción predador : presa | | |
|---|--------------------------|------------------|---|------------------|----------------|
| | | | 1:10 | 1:15 | 1:20 |
| 1 | 16 | 1035 | 104 | 69 | 51 |
| 2 | 8 | 872 | 87 | 58 | 44 |
| Total | 24 | 1907 | 191 | 127 | 95 |
| COSTO \$/ N° de áfidos encontrados en 24 focos | | | 1,589,502 | 1,056,894 | 790,590 |

Al respecto Duarte, (2012), reporta en su investigación que los costos estimados del control biológico de tetraniquidos y coccidos de aguacate con depredadores y parasitoides en México son 3,7% menores que el control químico.

Desafortunadamente los costos de uso de control biológico con *Eriopis* sp. no pudieron compararse con los costos del control tradicional de insecticidas, ya que por reservas de la empresa en la que se realizó el experimento no fue posible acceder a la información relacionada con

insecticidas utilizados para el control de áfidos, dosis y frecuencias, ni los costos adicionales de las prácticas de control químico que allí se realizan.

7. CONCLUSIONES

Los resultados de este experimento indican que el control aumentativo con *Eriopis* sp. en las proporciones depredador : presa 1:10, 1:15, y 1:20, pueden ejercer un control efectivo sobre poblaciones de *M. persicae* a las 72 horas de liberado el depredador sobre los focos de la plaga. Aun así se hace necesario realizar investigaciones empleando liberaciones sin jaula, con el objeto de observar el comportamiento y determinar su eficiencia de depredación.

De acuerdo con los costos obtenidos, la depredación por parte de *Eriopis* sp. hacia *M. persicae*, en proporciones predador: presa 1: 20 en las condiciones de experimentación manejadas representa mayor eficiencia. Sin embargo se deberían mejorar la metodología de cría de *Eriopis* sp. con el objeto de aumentar la eficiencia y hacer una alternativa interesante de control biológico.

Así mismo, basado en esta investigación, el depredador *Eriopis* sp. puede ser un agente biológico impórtate y su uso contra *M. persicae* podría formar parte del manejo integrado de plagas en el cultivo de alstroemeria.

Con respecto a los resultados obtenidos de la prueba preliminar en condiciones de laboratorio, se concluye que las larvas de tercer instar de *Eriopis* sp, representan potencial como agentes de control biológico de *Macrosiphum euphorbiae*.

La metodología empleada buscando una respuesta funcional para larvas de tercer instar de *Eriopis* sp, en condiciones de laboratorio, permitió identificar la relación depredación depredador : presa más eficiente en el sentido que en nos permite determinar la más baja densidad del depredador a liberar en campo para obtener un mayor consumo de la presa.

De acuerdo con los resultados del presente trabajo, se concluye que bajo las condiciones estudiadas, puede considerarse a *Eriopis* sp. como un método eficaz para reducir las poblaciones del áfido en cultivos de alstroemeria con enfoque biológico.

8. RECOMENDACIONES

Se hace necesario plantear investigaciones respecto a evaluaciones en diferentes condiciones ambientales y diferentes cultivos, a fin de identificar el comportamiento y la eficiencia de depredación tanto para larvas como para adultos de *Eriopis* sp.

Se recomienda evaluar la eficiencia de depredación de *Eriopis* sp. en condiciones de campo, sin la utilización de jaulas entomológicas, podría ser una especie potencial para el control biológico de áfidos. Teniendo en cuenta que la jaula afecta el comportamiento del depredador y por lo tanto puede influir sobre su eficacia.

A nivel manejo se recomienda, tener presente la duración en días de cada estado larval, ya que en campo estas pueden mudar e influir en la eficiencia de depredación.

9. BIBLIOGRAFÍA

ASOCOLFLORES, 2015. Revista de la Asociación Colombiana de Exportadores de Flores. Las exportaciones del año 2014. Edición N° 6- Enero – abril de 2015.

ASOCOLFLORES. 2013. Boletín Estadístico. Exportación, importación y economía del país en el sector floricultor. Disponible desde internet: http://asocolflores.org/aym_images/files/CENTRO_DE_DOCUMENTACION/ECONOMIA%20Y%20LOGISTICA/BOLETINES%20ESTADISTICOS/Boletin%20ESTADISTICO%202013.pdf

ASOCOLFLORES. 2014. Revista de la Asociación Colombiana de Exportadores de Flores Las exportaciones del año 2013. Ed. 5- Enero – abril de 2014. Disponible desde internet: http://asocolflores.org/aym_images/files/CENTRO_DE_DOCUMENTACION/PROMOCION%20Y%20COMUNICACIONES/ASOCOLFLORES%20Ed06.pdf

BUSTILLO, A., & SANCHEZ, G. 1988. Descripción de áfidos que atacan la papa en Colombia con una clave para su identificación. Boletín Téc. 159.

BUSTILLO, A., & SANCHEZ, G. 2000. Los áfidos en Colombia. Plagas que afectan los cultivos Agrícolas de importancia económica.

CADAVID, J. 2016. Las exportaciones colombianas de flores cayeron en 5,7%. Periodico Portafolio, 21 de febrero de 2016. Recuperado de: <http://www.portafolio.co/negocios/exportaciones-flores-colombianas-febrero-2016-491086>.

CAMARA DE COMERCIO DE BOGOTA. 2015. Manual Flores & Follajes. Programa de apoyo agrícola y agroindustrial vicepresidencia de fortalecimiento empresarial. Disponible desde internet: <http://bibliotecadigital.ccb.org.co/bitstream/handle/11520/14311/Flore%20%20Manual%20Flores%20y%20Follajes.pdf>

COLL, M.; SMITH, L. A.; RIDGWAY, R. L. 1997. Effect of plants on the searching efficiency of a generalist predator: the importance of predator-prey spatial association. Entomologia Experimentalis et Applicata 83 (1): 1-10.

DANE. 2010. Informe de resultados censo de fincas productoras de flores en

DUARTE, F. 2012. El control biológico como estrategia para apoyar las exportaciones agrícolas no tradicionales en Perú: un análisis empírico. Pontifica Universidad Catolica. Peru.

DUARTE,W.; ZENNER I. 2009 b. Tabla de vida del cucarrón depredador *Eriopis connexa connexa* (Germar) (COLEOPTERA: COCCINELLIDAE). Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient. (Colombia). 12(2): 147-155.

DUARTE,W.; ZENNER DE POLANÍA, I. 2009 a. Efecto de la temperatura sobre el desarrollo de *Eriopis connexa connexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae). Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient. (Colombia). 12(2): 135-145.

FIGUEREDO, M. 2014. Evaluación del desarrollo y las características morfológicas de una línea F4 de Clavel (*Dianthus caryophyllus*). Universidad Militar Nueva Granada. Facultad de ciencias básicas y aplicadas pregadro en biología aplicada. Bogotá D.C. Disponible desde internet: <http://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/12770/1/Tesis%20Final%2>

FLINT. M. L. 2013. Pest Notes: Aphids Aphids. Integrated Pest Management for Home Gardeners and Landscape Professionals. Oakland: Univ. Calif Agric. Nat. Res Publ. 7404. Disponible desde internet: <http://ipm.ucanr.edu/PDF/PESTNOTES/pnaphids.pdf>

FOGEL, N. *et al.* 2012. Toxicity assessment of four insecticides with different modes of action on pupae and adults of *Eriopis connexa* (Coleoptera: Coccinellidae), a relevant predator of the Neotropical Region. DOI 10.1007/S1 1356-016.

GONZALES, G. A.; SARMIENTO, Z. 2013. Asocolflores (Asociación Colombiana de Exportadores de Flores). Boletín económico. Pag.88

HAGEN, K. S, 1962. Biología y ecología de predatoria Coccinellidae. Revisión Anual de Entomología. (7) 289-326.

HASSELL, M. P. 1978. Las respuestas funcionales en la dinámica de los sistemas depredador-presa de artrópodos. Princeton University Press , Princeton, Nueva Jersey. (13) 235.

HEALY A.; WILKINS, H. 1989. Alstroemeria Handbook of flowering. Vol.

HODEK, I. 1973. Biology of Coccinellidae with keys for identification of larvae by co-authors. Biology of Coccinellidae. Academic Sciences, Prague. pp.260 pp. ref.18 pp.

KENNEDY, J.S.; DAY, M. F.; EASTOP, V.F. 1962. A conspectus of Aphids as Vectors of Plant Viruses. Commonwealth Institute of Entomology. London. Pg. 114.

LOPEZ, R. C. 2014. Clorosis en Hojas y Tallos de *Alstroemeria* sp. En poscosecha. COLPOS, Méx.

MALLANA, A. J.; ERASO, R.F. 2015. Determinación del ciclo biológico de *hippodamia convergens* Guerin-Meneville, 1842 (Coleoptera: Coccinellidae) y su capacidad predadora de áfidos (*Aphis* sp.) en condiciones de laboratorio. Universidad de Manizales. Colombia. Disponible desde internet: http://ridum.umanizales.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/6789/2579/Malla_ma_Ana%20_Julia_2016.pdf?sequence=1

MARTOS, A.; NIEMEYER, M. 1989. Dos estudios sobre crianza masal del coccinéido *Eriopis connexa* Germar. Rev. Per. Ent. 32: 50-52- Disponible desde internet: <http://abulafia.ciencias.uchile.cl/publicaciones/pdf/55-RevPeruanaEntomol-32-50-1982.pdf>

MILLER, J.C.; PAUSTIAN, J.W. 1992. Temperature Dependent Development of *Eriopis connexa* (Coleoptera: Coccinellidae). Environ. Entomol. 21(5):1139-1142.

MINAGRICULTURA, 2016. Ministerio de Agricultura, Informe estado de la floricultura en Colombia. Exportación. [www. minagricultura.gov.co](http://www.minagricultura.gov.co). Último acceso: 10 febrero de 2017.

MINISTRY OF AGRICULTURE AND RURAL DEVELOPMENT & ASOCOLFLORES. 2015. Colombian Grown. The daziing magic of colombian flowers. 5th Edition. 210 p.

MONTGOMERY, M. E.; NAULT, L. R. 1977. La respuesta comparativa de los áfidos a feromona de alarma, (E) -beta-farneseno. Entomolgia experimentalis en Applicata. (22) 236-242.

MORISIGUE, D. E.; INABA, K.; YASUI, K. s.f. *Alstroemeria* sp Introducción y Evaluación de Nuevas Variedades. INTA Castelar. Buenos Aires. Pag. 190|

idiaXXI. Disponible desde internet:
<http://www.biblioteca.org.ar/libros/210419.pdf>

MUNYANEZA, J.; OBRYCKI, J. J. 1997. La respuesta funcional de *Coleomegilla maculata* (Coleoptera: Coccinellidae) a los huevos escarabajo de la patata (Coleoptera: Chrysomelidae). Control de Biología. (8) 215-

MUÑOZ & MOREIRA (2003). Alstroemerias de Chile. Diversidad, distribución y conservación. Taller La Era, Santiago, Chile. Vol140.

NICHOLLS, C.2008. Control biológico de insectos: un enfoque agroecológico. Rev. Ciencia y Tecnología. Edit. Universidad de Antioquia. (Colombia). P^{era} Ed. Disponible desde internet: <http://www.socla.co/wp-content/uploads/2014/ClaraNicholls.pdf>

OBRYCKI, J. J.; KRING, T. J. 2008. Predaceous Coccinellidae in biological control. Rev. Annual of entomology (EE.UU). 1(43): 295-321

OHASHI, D.V.; URDAMPILLETA, J.D. 2003. Interacción entre insectos perjudiciales y benéficos en el cultivo del tabaco de Misiones, Argentina. Rev.Invest. Agr. 32(2):113-124.

OLIVEIRA, E. E.; OLIVEIRA, C. L.; SARMENTO, R.A.; REZENDE, L. & FADINI, M. A. 2004. Aspectos Biológicos hacen predador *Cycloneda sanguinea* (Coleoptera: Coccinellidae) alimentado com *Tetranychus evansi* (Acari: Tetranychidae) e *Macrosiphum euphorbiae* (Homoptera: Aphididae). Bioscience Diario. (2) 33-39.

org/download/IOBC_InternetBookBiCoVersion6Spring2012.pdf

ORTIZ C.,D. 2016. Crecimiento de exportaciones de flores. Periódico El colombiano, 3 de febrero de 2016.

Ortiz, G. 1987. Acción del ácido giberelico sobre el desarrollo y producción de alstroemeria (*Alstroemeria aurantiaca* L.) en Chia (Cundinamarca). Universidad pedagógica y tecnológica de Colombia. Facultad de Ciencia Agropecuarias. Tunja.

PAREDES, J. 2011. Capacidad de dos especies de áfidos (HOMÓPTERA: APHIDIDAE) para transmitir *Squash Mosaic Virus-SqMV* en melón bajo condiciones de invernadero e identificación de sus enemigos naturales (Tesis pregrado). Escuela Superior Politécnica del litoral, Guayaquil, Ecuador.

PARRELLA, M. P.; NICHOLLS, C. I. s.f. El control biológico de las plagas de invernadero en Colombia: Avances y perspectivas. Dep. Entomología, Universidad de California, Davis (E.U). Cap. XI. Disponible en la página web: <http://www.socla.co/wp-content/uploads/2014/ClaraNicholls.pdf>

PUNTIERI, J.; GATICA, N.; GROSFEL, J. E. 2014. Flower removal increases rhizome mass in natural populations of *Alstroemeria aurea* (Alstroemeriaceae). Rev. ScienceDirect. Flora. Arg. 209 (2014) 332-339.

QUIROZ E., C.; LARRAÍN S., P.; SEPÚLVEDA R.P. 2005. Abundancia estacional de insectos vectores de virosis en dos ecosistemas de pimiento (*Capsicum annum* L.) de la región de Coquimbo, Chile. Agric. Técnica. 65(1):3-19.

R CORE TEAM. 2016. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for statistical computing. Vienna. Austria. URL:<https://www.R-project.org/>.

REYES, F. *et al.* 2016. Informe: Desempeño del sector floricultor. Superintendencia de sociedades. Disponible en la página web: http://www.supersociedades.gov.co/noticias/Documents/2016/EE-Estudio%20sector%20Flores-2016%20VI%2013_Final.pdf

RUIZ, B. N. 1981. Ciclo de vida y cria del depredador de áfidos *Eriopsis connexa connexa* (Germar). Resúmenes VII congreso SOCOLEN. Medellín. 22.p Colombia.

RUIZ, E. *et al.* 2010. Variabilidad genética y morfológica y estructuración poblacional en *Alstroemeria hookeri subsp. hookeri* (Alstroemeriaceae), endémica de Chile. Rev. Chil. Hist. Nat. 83(4): 605-616.

SACHICA, J.; VARGAS, J.; VERGARA, R. 1984. Estudios básicos de *Eriopsis connexa connexa* (Germar) Coleoptera coccinellidae. Trabajo de grado, Ingeniería Agronómica. U.P.T.C. Tunja. p 121.

SARMENTO, R. A.; OLIVEIRA, H. G.; HOLTZ, A. M.; SILVA, S. M.; SERRÃO, J. E. AND PALLINI, A. 2004. Fat body morphology of *Eriopsis Connexa* (Coleoptera, Coccinellidae) in function of two alimentary sources. Brazilian Archives of Biology and Technology 47, 407-411.

SARMENTO, R. A.; PALLINI, A.; VENZON, M.; FONSECA, F.; MOLINA, A.; LIMA DE OLIVEIRA, C. 2007. Functional response of the predator *Eriopis connexa* (Coleoptera: Coccinellidae) to different prey types. *Braz. Arch. Biol. Technol.* 50(1):121-126.

SCHENK, D.; BACHER, S. 2002. La respuesta funcional de un depredador generalista a una de sus especies presa en el campo. *Journal of Animal Ecology* . (71) 524-531.

SCHIAPPACASSE, F. 1988. Conservación de *Alstroemeria* spp. Indices de madurez de cosecha y soluciones azucaradas. Tesis de grado Ing. Agr. Santiago, Pontificia Universidad Católica de Chile. 83 p.

SHREWSBURY, P.; SMITH-FIOLA, D. 2000. Evaluation of green lacewing for suppressing azalea lace bug population in nurseries. *Journal of Environmental Horticulture* 18 (4): 207-211.

TORREALBA, J.; ARCAYA, E. 2014. Respuesta funcional de la larva de *Pseudodoros clavatus* (Fabricius, 1794) (Diptera: Syrphidae) al áfido negro del matarratón *Aphis craccivora* Koch, 1854 (Hemiptera: Aphididae). *Entomotropica*, 29(1): 9-16.

VAN LENTEREN, J. C. 2012. IOBC International book of biological control, versión 6. Disponible desde internet en: <http://www.iobc-global>.

ANEXOS

ANEXO 1: Análisis estadístico para la prueba preliminar de consumo en laboratorio.

- Test de Bartlett: Homogeneidad de varianzas

Bartlett's K-squared = 10.962, df = 5, p-value = 0.05215

- ANOVA

| | Df | Sum Sq | Mean Sq | F value | Pr(>F) |
|-----------|----|--------|---------|---------|--------------|
| Tto | 5 | 1.615 | 0.3230 | 13.04 | 2.48e-08 *** |
| Residuals | 54 | 1.337 | 0.0248 | | |

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

- HSD Test for Tdc

Mean Square Error: 0.02476787

Tto, means

| | Tdc | std | r | Min | Max |
|---|-----------|------------|----|-----------|-----------|
| 1 | 0.7900000 | 0.15238839 | 10 | 0.5000000 | 1.0000000 |
| 2 | 0.8118421 | 0.21265463 | 10 | 0.2631579 | 1.0000000 |
| 3 | 0.6940375 | 0.18650769 | 10 | 0.3333333 | 0.8571429 |
| 4 | 0.5538462 | 0.16724153 | 10 | 0.3500000 | 0.7750000 |
| 5 | 0.4764884 | 0.11053393 | 10 | 0.2800000 | 0.6400000 |
| 6 | 0.3641289 | 0.07204446 | 10 | 0.2586207 | 0.4912281 |

alpha: 0.05 ; Df Error: 54

Critical Value of Studentized Range: 4.178265

ANEXO 2: Análisis de varianza sin los días de conteo, tratamientos respecto al con control

Día 1

| | Df | Sum Sq | Mean Sq | F value | Pr(>F) |
|----------------------|----|--------|---------|---------|----------|
| Boton | 1 | 0.001 | 0.0008 | 0.13 | 0.722 |
| Tratamiento 4 *** | 3 | 3.506 | 1.1688 | 186.78 | 2.83e-14 |
| Residuals | 19 | 0.119 | 0.0063 | | |

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Día 2

| | Df | Sum Sq | Mean Sq | F value | Pr(>F) |
|--------------------|----|--------|---------|---------|----------|
| Boton | 1 | 0.005 | 0.0051 | 0.186 | 0.671 |
| Tratamiento *** | 3 | 8.480 | 2.8266 | 102.634 | 6.42e-12 |
| Residuals | 19 | 0.523 | 0.0275 | | |

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Día 3

| | Df | Sum Sq | Mean Sq | F value | Pr(>F) |
|--------------------|----|--------|---------|---------|----------|
| Boton | 1 | 0.033 | 0.033 | 0.463 | 0.504 |
| Tratamiento *** | 3 | 14.191 | 4.730 | 66.040 | 3.09e-10 |
| Residuals | 19 | 1.361 | 0.072 | | |

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Día 4:

| | Df | Sum Sq | Mean Sq | F value | Pr(>F) |
|-------------------|----|--------|---------|---------|------------|
| Boton | 1 | 0.049 | 0.049 | 0.387 | 0.541 |
| Tratamiento ** | 3 | 19.619 | 6.540 | 52.083 | 2.34e-09 * |
| Residuals | 19 | 2.386 | 0.126 | | |

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Día 5

| | Df | Sum Sq | Mean Sq | F value | Pr(>F) |
|--|----|--------|---------|---------|--------|
|--|----|--------|---------|---------|--------|

| | | | | | |
|-------------|----|--------|-------|--------|------------|
| Boton | 1 | 0.080 | 0.080 | 0.349 | 0.562 |
| Tratamiento | 3 | 27.893 | 9.298 | 40.572 | 1.86e-08 * |
| ** | | | | | |
| Residuals | 19 | 4.354 | 0.229 | | |

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Duncan's new multiple range test for Tasa.origen

Mean Square Error: 0.006257862

| | Tasa.origen | std | r | Min | Max |
|----------------|-------------|------------|---|-----------|--------|
| 1 10 000 | 0.2748056 | 0.09783934 | 6 | 0.1428571 | 0.3750 |
| 1 15 000 | 0.3063768 | 0.05407525 | 6 | 0.2291667 | 0.3600 |
| 1 20 677 | 0.2638094 | 0.05828216 | 6 | 0.2142857 | 0.3709 |
| control 273 | 1.1636592 | 0.08971666 | 6 | 1.0600000 | 1.2727 |

alpha: 0.05 ; Df Error: 19

Critical Range

| 2 | 3 | 4 |
|------------------|-----------|--------|
| 0.0955931 150 | 0.1003206 | 0.1033 |

Means with the same letter are not significantly different.

| Groups, Treatments and means | | |
|------------------------------|---------|--------|
| a | control | 1.164 |
| b | 1 15 | 0.3064 |
| b | 1 10 | 0.2748 |
| b | 1 20 | 0.2638 |

Día 2

Mean Square Error: 0.02754014

| | Tasa.origen | std | r | Min | M |
|------------|-------------|------------|---|------------|--------|
| ax 1 10 | 0.08691077 | 0.07514616 | 6 | 0.00000000 | 0.2222 |

| | | | | | | |
|---------|------------|------------|---|------------|--------|--|
| 222 | | | | | | |
| 1 15 | 0.10601719 | 0.07587681 | 6 | 0.00000000 | 0.2159 | |
| 091 | | | | | | |
| 1 20 | 0.09786098 | 0.06335462 | 6 | 0.02105263 | 0.1774 | |
| 194 | | | | | | |
| control | 1.46956602 | 0.30043044 | 6 | 1.13333333 | 1.8181 | |
| 818 | | | | | | |

alpha: 0.05 ; Df Error: 19

Critical Range

| | | | |
|-----------|-----------|------|--|
| | 2 | 3 | |
| 4 | | | |
| 0.2005380 | 0.2104555 | 0.21 | |
| 67372 | | | |

Means with the same letter are not significantly different.

| Groups, Treatments and means | | |
|------------------------------|---------|---------|
| a | control | 1.47 |
| b | 1 15 | 0.106 |
| b | 1 20 | 0.09786 |
| b | 1 10 | 0.08691 |

Día 3.

Mean Square Error: 0.07163052

| | Tasa.origen | std | r | Min | Max |
|---------|-------------|------------|---|-------------|----------|
| 1 10 | 0.009259259 | 0.02268046 | 6 | 0.000000000 | 0.055555 |
| 56 | | | | | |
| 1 15 | 0.023660863 | 0.02843427 | 6 | 0.000000000 | 0.068181 |
| 82 | | | | | |
| 1 20 | 0.019019030 | 0.01253544 | 6 | 0.004651163 | 0.040816 |
| 33 | | | | | |
| control | 1.793123264 | 0.52664439 | 6 | 1.226666667 | 2.454545 |
| 45 | | | | | |

alpha: 0.05 ; Df Error: 19

Critical Range

| | | | |
|-----------|-----------|----------|---|
| | 2 | 3 | 4 |
| 0.3234168 | 0.3394113 | 0.349542 | |
| 1 | | | |

Means with the same letter are not significantly different.

| Groups, Treatments and means | | |
|------------------------------|---------|-------|
| a | control | 1.793 |
| b | 1 15 | 0.023 |
| b | 1 20 | 0.019 |
| b | 1 10 | 0.009 |

Dia 4

Mean Square Error: 0.1255624

| | Tasa.origen | std r | Min | Max |
|---------|-------------|-----------|------------|--------|
| 1 10 | 0.000000 | 0.000000 | 6 0.000000 | 0.0000 |
| 1 15 | 0.000000 | 0.000000 | 6 0.000000 | 0.0000 |
| 1 20 | 0.000000 | 0.000000 | 6 0.000000 | 0.0000 |
| control | 2.088001 | 0.6977485 | 6 1.313333 | 2.9090 |

alpha: 0.05 ; Df Error: 19

Critical Range

| 2 | 3 | 4 |
|-----------|-----------|-----------|
| 0.4281968 | 0.4493731 | 0.4627860 |

Means with the same letter are not significantly different.

| Groups, Treatments and means | | |
|------------------------------|---------|-------|
| a | control | 2.088 |
| b | 1 10 | 0 |
| b | 1 15 | 0 |
| b | 1 20 | 0 |

Dia 5

Mean Square Error: 0.229162

| x | Tasa.origen | std r | Min | Ma |
|---------|-------------|-----------|------------|-----|
| 1 10 | 0.00000 | 0.0000000 | 6 0.000000 | 0.0 |
| 1 15 | 0.00000 | 0.0000000 | 6 0.000000 | 0.0 |
| 1 20 | 0.00000 | 0.0000000 | 6 0.000000 | 0.0 |
| control | 2.48966 | 0.9416965 | 6 1.426667 | 3.6 |

alpha: 0.05 ; Df Error: 19

Critical Range

| 4 | 2 | 3 |
|-----------|-----------|-------|
| 0.5784754 | 0.6070837 | 0.625 |
| 2040 | | |

Means with the same letter are not significantly different.

| Groups, Treatments and means | | |
|------------------------------|---------|------|
| a | control | 2.49 |
| b | 1 10 | 0 |
| b | 1 15 | 0 |
| b | 1 20 | 0 |

ANEXO 3: Modelo estimado de la curva logística de depredación

Formula: $y \sim \text{theta1}/(1 + \exp(-(\text{theta2} + \text{theta3} * x)))$

Parameters:

| | | | | |
|--------|----------|------------|---------|-------------|
| | Estimate | Std. Error | t value | Pr(> t) |
| theta1 | 22.1495 | 0.9696 | 22.844 | < 2e-16 *** |

```
theta2 -2.0575    0.5945  -3.461 0.001026 **  
theta3  0.1468    0.0396   3.707 0.000477 ***
```

```
---  
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 4.759 on 57 degrees of freedom

Number of iterations to convergence: 15
Achieved convergence tolerance: 2.308e-05