



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Fluctuaciones poblacionales del insecto *Dasiops inedulis* (Diptera: Lonchaeidae) en cultivos de granadilla en Boyacá, Colombia

Diego Armando Carrero Sarmiento B.Sc

13.270.342

Maestría en Ciencia-Entomología
Facultad de Ciencias, Escuela de Postgrados
Universidad Nacional de Colombia
Medellín, Colombia
2013

**Fluctuaciones poblacionales del insecto *Dasiops
inedulis* (Diptera: Lonchaeidae) en cultivos de
granadilla en Boyacá, Colombia**

Estudiante:

**Diego Armando Carrero Sarmiento B.Sc.
13.270.342**

Director:

M.Sc. Ph.D. Sandra Ines Uribe Soto

Codirector:

M.Sc.Ph.D. Kris A.G. Wyckhuys

Maestría en Ciencia-Entomología
Facultad de Ciencias, Escuela de Postgrados
Universidad Nacional de Colombia
Medellín, Colombia

2013

**TESIS PARA ASPIRAR AL TÍTULO DE MAGÍSTER EN CIENCIAS -
ENTOMOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
SEDE MEDELLÍN**

DEDICATORIA

Dedicado a Dios y a la virgen María auxiliadora quien me dio la fe, la fortaleza, la salud y la esperanza para terminar este trabajo.

A mis padres y en especial a mi mamá que por su apoyo y firmeza lograron realidad este sueño. Gracias.

A Catalina Camargo por su amor y apoyo que me brindo durante todo este tiempo.

Agradecimientos

Agradezco a mis padres por el esfuerzo incansable para ayudarme a lograr todas mis metas.

A mi hermano mayor Willintong Carrero por mantenerse a mi lado y estar pendiente de mí todo el tiempo.

A mi segunda familia Camargo Pardo por su compañía y colaboración desmedida.

Al grupo de trabajo y compañeros del Centro de Biosistemas, Universidad Jorge Tadeo Lozano.

Al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia por financiar este proyecto MADR 2008L6772-3445. “Promoción de manejo integrado de plagas y desarrollo de paquetes de Buenas Prácticas Agrícolas en los cultivos de maracuyá, granadilla y gulupa”.

Al ingeniero Daniel Melo (director de la UMATA) que por su compañía y sugerencias durante la fase de campo fueron cruciales para cumplir los objetivos de este estudio.

A la Dra. Sandra Inés Uribe Soto, quien con su formación no solo académica, sino como persona ha logrado sembrar en mí, bases de triunfo y fortaleza.

Los sabios consejos de Kris Wyckhuys, director de tesis, Especialmente por la paciencia ante mis dudas y por escuchar atentamente mis problemas que a lo largo de esta tesis surgieron.

A los profesores y compañeros del posgrado en Ciencias-Entomología, que con sus consejos y enseñanzas han permitido formarme académica y personalmente

A mis amigos y compañeros del Grupo de Investigaciones en biología y sistemática molecular de la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín, por su confianza, apoyo y consejos en todo momento.

CONTENIDO

	Pág.
Agradecimientos.....	V
Lista de figuras.....	X
Lista de Tablas.....	XI
Lista de imágenes.....	XII
Resumen.....	XIII
1. Introducción.....	12
2. Marco de Referencia.....	16
2.1 El cultivo de la Granadilla <i>Passiflora ligularis</i> en Colombia y la Zona de estudio ...	16
2.1.1 Generalidades.....	16
2.1.2 Descripción morfológica.....	16
2.1.3 Importancia socio económica.....	17
2.1.4 Plagas asociadas.....	18
2.2 Taxonomía, Morfología y Ecología del insecto plaga <i>Dasiops inedulis</i>	19
2.2.1 Morfología y Taxonomía.....	21
2.2.2 Ecología.....	22
2.3. Actividades relacionadas con el manejo y control de <i>Dasiops inedulis</i> en cultivos de granadilla en Colombia.....	24
2.3.1 Control cultural.....	25
2.3.2 Control biológico.....	25
2.4. Fluctuaciones poblacionales y aspectos importantes sobre dinámica de poblaciones.....	27
3. Objetivos.....	32
3.1. Objetivo general.....	32
3.2. Objetivo específico.....	32
4. Materiales y Métodos.....	33

4.1. Área de estudio	33
4.2. Fluctuaciones poblacionales del insecto <i>Dasiops inedulis</i>	35
4.3. Observación y seguimiento de factores de mortalidad en adultos e inmaduros	36
4.4. Identificación de depredadores forrajeros de adultos	40
4.5. Estimativos sobre la abundancia de los depredadores forrajeros terrestres	40
4.6. Metodología usada para el análisis de los datos	41
5. Resultados.....	43
5.1. Fluctuaciones de las poblaciones del insecto <i>Dasiops inedulis</i>	43
5.1.1. Observación y seguimiento de los estados inmaduros	43
5.1.2. Observación y seguimiento de los adultos	43
5.2. Análisis de los factores de mortalidad	46
5.3. Identificación de depredadores forrajeros de adultos	50
5.4. Identidad y abundancia de depredadores forrajeros terrestres	51
6. Discusión	57
7. Conclusiones.....	63
8. Bibliografía.....	64

Lista de figuras

- Figura 1.** Ubicación de los ocho cultivos. Cada letra corresponde a una de las tres veredas en las cuales se encuentra cada cultivo de granadilla muestreado. C=Concepción, H=Honda y P=Patiño, todas ellas ubicadas en el municipio de Buena Vista en el departamento de Boyacá. 34
- Figura 2.** Fluctuaciones de las poblaciones de los estados inmaduros y adulto de *D. inedulis*. a) Porcentaje de inmaduros (Larvas y Pupas). b) Promedio de adultos registrados en trampas McPhail. c) Número promedio de botones florales, flores y frutos registrados aleatoriamente en cinco cuadrantes (1m²) por cultivo. Promedio mensual de precipitación (mm) durante el 2009-2010. 45
- Figura 3** .Promedio de huevo y larvas ($\square \pm ES$) después de los eventos de oviposición registrados durante 2009-2010. Medias con una letra común significativamente diferente (prueba de Dunn $p \leq 0.05$) 46
- Figura 4.** Tiempo utilizado por la larva de *D. inedulis* para entrar al suelo, tiempo del inicio del ataque por hormigas y observaciones sobre los efectos por exposición a factores climáticos. Imitación de la salida natural de las larvas del fruto. 47
- Figura 5.** Supervivencia (%) de estados larvales tardíos *D. inedulis* en trampas (número de larvas expuestas 10, con y sin protección). Duración de las expuestas por 48 h. Frecuencia cada dos meses. 48

Lista de Tablas

Tabla 1. El coeficiente de correlación de Spearman sobre las fluctuaciones poblacionales de inmaduros y adultos de <i>D. inedulis</i> en relación con la fenología del cultivo y la precipitación durante agosto del 2009 a julio del 2010.....	44
Tabla 2. Mortalidad (%) en diferentes estado de <i>D. inedulis</i> bajo condiciones de campo en cultivos de granadilla, Buena Vista Boyacá, 2009-2010.....	49
Tabla 3. Duración de los diferentes estados de desarrollos de <i>D. inedulis</i> (expresados en días) bajo condiciones de campo.....	49
Tabla 4. Número total de depredadores forrajeros registrados en cinco transectos (20x1m) mediante observación visual bi-mensual.....	50
Tabla 5. Número total de artrópodos depredadores terrestres, registrados en trampas de caída.....	52
Tabla 6. Número total de depredadores artrópodos terrestres, registrados en trampas cebadas con atún.....	54
Tabla 7. Análisis de correlación (Spearman) con tiempos de muestreo desfasados en uno y dos meses de las relaciones de abundancia de enemigos naturales registrados en trampas de caída y trampas de cebo atún vs porcentaje de infestación de botones frutos y adultos de <i>D. inedulis</i>	56

Lista de imágenes

Imagen 1. Vista lateral señalando la presencia de tres setas en el área poststigmatal de <i>Dasiops inedulis</i>	22
Imagen 2. a) Evento de oviposición en ovario floral. b) Marcaje para seguimiento post-oviposición.....	37
Imagen 3.a) Trampas con protección para la lluvia. b) trampas sin protección.....	38
Imagen 4. a) Trampa de caída. b) Trampa de cebo de atún.....	41
Imagen 5. Evento de depredación de <i>Protopolybia</i> sp. a <i>D. inedulis</i> en flor de <i>P. ligularis</i>	51
Imagen 6. Ataque de <i>Solenopsis</i> sp. a individuos en estado larval tardío de <i>D. inedulis</i> en cultivos de granadilla.....	55

Resumen

Los cultivos de granadilla en Colombia y en particular en la zona de estudio, son frecuentemente afectados por el insecto plaga *Dasiops inedulis* (Diptera: Lonchaeidae). El daño consiste principalmente en la caída de botones, flores y frutos, afectando significativamente la producción y generando importantes pérdidas económicas. En el presente trabajo se realizó un estudio para estimar las fluctuaciones poblaciones de la plaga en cultivos de granadilla, en el departamento de Boyacá. Adicionalmente, se apreciaron aspectos importantes sobre su actividad como plaga bajo condiciones del área de estudio y se realizaron seguimientos a algunos factores bióticos y abióticos encontrados en los cultivos evaluados, puedan ser elementos claves para el manejo y/o control del insecto.

Entre agosto de 2009 y julio de 2010, se realizó el seguimiento de la fluctuación poblacional en ocho cultivos de granadilla ubicados en veredas cercanas. Se realizó un monitoreo mensual del insecto, utilizando trampas Mcphail para adultos y colecta y disección de botones, flores y frutos para registrar la presencia de inmaduros. Se consideró el registro temporal mensual de las lluvias y fenología del cultivo. Durante el estudio se identificaron dos picos de alta presencia de adultos relacionados con estados de prefloración del cultivo, desencadenando altos niveles de infestación de estados inmaduros en el siguiente mes. La precipitación tuvo una influencia negativa en el patrón temporal de presencia y actividad de los adultos. Se elaboró una tabla de vida en campo mediante los eventos de oviposición y posterior disección de ovarios en diferentes días, registrando la mortalidad de huevos y estados larvales tempranos (16%). Para estados larvales tardíos, se expusieron larvas de último instar y se imitó la salida natural del fruto, encontrando alta

mortalidad (68%), asociada con la alta presencia de depredadores destacando vertebrados y artrópodos terrestres. Usando trampas de caída, colecta directa y cebos de atún, se registró la presencia de depredadores relacionados con ataque directos de adultos como *Polistes* sp. y *Protopolybia* sp. y con estados tardíos y pupal a *Pheidole biconstricta*, *Solenopsis* sp., *Dailodontus* sp. y *Selenophorus* sp. La actividad de estos depredadores se relacionó significativamente con la sobrevivencia de los diferentes estados de vida de *D. inedulis*, sugiriéndolos como enemigos naturales de uso potencial en control biológico.

1. Introducción

La granadilla (*Passiflora ligularis*), es originaria de la cordillera de los Andes entre Venezuela y Bolivia, se encuentra cultivada desde México, y por toda América Central y hasta el Sur en el Norte de Argentina (Holm-Nielsen *et al.*, 1988; Wagner *et al.*, 1999; Aguilar-Menezes *et al.*, 2002). Esta planta pertenece a la familia Pasifloraceae, la cual se encuentra distribuida tanto de manera nativa como cultivada en climas subtropicales. La familia Pasifloraceae está conformada por 18 géneros y aproximadamente 630 especies, de las cuales 530 son originarias del trópico (Holm-Nielsen *et al.*, 1988). Manicom *et al.*, (2003), incluye a la granadilla en el trópico, entre las 60 especies más importantes en producción de frutas comestibles.

En Colombia, los cultivos de granadilla tienen una amplia distribución que comprende desde los 1800m a 2600m de altitud, con temperaturas entre los 16 y 24°C, y humedad entre 60 al 80% (Asturizaga *et al.*, 2006; Márquez *et al.*, 2009). Cuentan con un área sembrada aproximada de 4.568 ha, con una producción de 52.305 toneladas y rendimiento de 11.450 kg/ha. El 40% de la producción se destina al consumo interno y el 60% a mercados internacionales principalmente europeos.

El cultivo de granadilla es reconocido como un componente principal en la economía campesina, convirtiéndose en uno de los frutales con mayor rentabilidad en el país (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2008) y con registros de cultivos comerciales en 16 departamentos, de los cuales, los departamentos con mayor aporte en la producción son Antioquia, Huila, Valle del Cauca, Risaralda, Quindío, Tolima, Cundinamarca y Boyacá (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2008).

El principal limitante para los cultivos corresponde al ataque de varios insectos plagas y algunos ácaros (Amaya *et al.*, 2009). La plaga primaria que más afecta estos cultivos se conoce como la mosca del ovario o del botón floral, un díptero, del género *Dasiops* (Diptera: Lonchaeidae) que corresponde a la especie *Dasiops inedulis* (Amaya *et al.*, 2009).

Dasiops inedulis causa daños en el crecimiento de los botones, flores y frutos, debido a que consume internamente las estructuras de los órganos, imposibilitando el desarrollo completo y causando la caída de todos los órganos y la reducción en la formación y producción del fruto (Norrbom y Mc Alpine, 1997; Amaya *et al.*, 2009).

Debido a que los estados inmaduros de esta mosca ocurren dentro del órgano floral, se presenta una considerable dificultad para el agricultor cuando pretende aplicar cualquier tipo de estrategia para la reducción de poblaciones del insecto (Uchôa-Fernandes *et al.*, 2002; Wyckhuys *et al.*, 2011).

En Colombia, en municipios productores como Boyacá, Caldas, Cundinamarca, Huila, Tolima y Valle del Cauca se han reportado daños en cultivos de *Passiflora ligularis* (granadilla), *Passiflora edulis* Sims f. *edulis* (gulupa), *Passiflora edulis* (maracuyá) y *Passiflora mollissima* (curuba), ocasionados por *D. inedulis*, afectando principalmente botones florales y frutos (Peñaranda, 1986; Amaya *et al.*, 2009; Wyckhuys *et al.*, 2011). En este sentido, se considera pertinente la realización de estudios relacionados con la presencia, variación poblacional, caracterización detallada del daño y evaluación de limitantes bióticos y abióticos del insecto, que permitan considerar estrategias más racionales de manejo de la plaga.

Actualmente, las principales estrategias de control de *Dasiops* utilizadas por los productores de granadilla, en Colombia, son los insecticidas, debido a que es considerado como el método más frecuente y tradicional. Además, de la utilización de trampas cebadas que no son eficientes para una disminución significativa del insecto (Wyckhuys *et al.*, 2011). En cuanto a otras opciones como el control biológico, los estudios se han enfocado principalmente en parasitoides en estado larval tardío y púpales, después de la salida de la fruta (Ovruski *et al.*, 2000; Sime *et al.*, 2007; Souza-Filho *et al.*, 2009).

Diversos trabajos dan relevancia al papel que podrían estar jugando los enemigos naturales de *Dasiops* al actuar sobre los estados expuestos como los adultos y de estados larvales tardíos y pupas (Thomas, 1993; Aluja *et al.*, 2005; Orsini *et al.*, 2007).

En este orden de ideas, los depredadores forrajeros terrestres como las hormigas (Hymenoptera: Formicidae), escarabajos estafilínidos (Coleoptera: Staphylinidae) y arañas (Araneae), se consideran de gran importancia para regular la densidad de este insecto y otras moscas de la fruta, causando la mortalidad de dichos estados (Bateman, 1972, Wong & Wong, 1988; Hodgson *et al.*, 1998; Urbaneja *et al.*, 2006, Keroumi *et al.*, 2010). Sin embargo, en el caso de *D. inedulis* en cultivos de *P. ligularis*, hay poca información sobre depredadores de pupas, adultos o larvas de estado tardío. Peñaranda *et al.* (1986) reportan a *Opius* sp. (Hymenoptera: Braconidae) y Amaya *et al.* (2009) a *Aspilota* sp. (Hymenoptera: Braconidae), *Basalys* sp. (Hymenoptera: Diapriidae), *Pachycrepoideus vindemmiae* (Hymenoptera: Pteromalidae) como parasitoides de estados inmaduros. Hemípteros *Zelus rubidus* (Hemiptera: Reduviidae) y arañas *Synaemops subropunctatum* (Araneae: Thomisidae) y *Metadidea bianulipes* (Araneae: Thomisidae) como depredadores de adultos (Amaya *et al.*, 2009).

Las poblaciones de insectos de la superfamilia Tephritoidea y en particular la mosca objeto de este estudio, son también afectadas fuertemente, por factores abióticos como temperatura o humedad, pero no hay información disponible sobre cuáles o cómo impactan la plaga, al menos para el país y en las condiciones locales de los cultivos (e.g., Aluja *et al.*, 2005; Hulthen & Clarke, 2006; Vayssieres *et al.*, 2009).

En el presente trabajo se estudió la variación en las poblaciones del insecto *D. inedulis*, en cultivos de granadilla bajo condiciones de campo y se realizaron observaciones detalladas y registros de factores y niveles de mortalidad causados por factores bióticos (fenología del cultivo, enemigos naturales y entre otros) y abióticos (temperatura y precipitación).

2. Marco de Referencia

2.1 El cultivo de la Granadilla *Passiflora ligularis* en Colombia y la Zona de estudio

2.1.1 Generalidades

La granadilla (*Passiflora ligularis*) es una de las frutas de la cordillera de los Andes, cuyo origen se registra en la literatura, de manera nativa, entre Venezuela y Bolivia (Holm-Nielsen *et al.*, 1988), además, de conocerse como cultivos con fines comerciales, en climas subtropicales, desde México, a través de América Central y hasta el Norte de Argentina (Wagner *et al.*, 1999; Aguilar-Menezes *et al.*, 2002). Entre sus características se encuentra; que tiene hábito trepador, la presencia de tallo semileñoso, el carácter perenne de las plantas y el rápido crecimiento (Rivera, 2002). La temperatura ideal de crecimiento de la planta en el rango de 16 a 24°C y la humedad relativa entre el 60 al 80%. En general, los cultivos se encuentran ubicados entre los 1800 y 2600 m. (Márquez *et al.*, 2009).

2.1.2 Descripción morfológica

La planta de granadilla, así como las demás especies pertenecientes al género *Passiflora*, se caracterizan por ser trepadoras, con tallos cilíndricos y glabros, sus flores son de color violeta, y es posible encontrar hasta dos por nudo y con presencia de brácteas ovales y filosas. Los sépalos son de color blanco en el haz y verde con márgenes blancas en el envés, con un tamaño de 4 cm de largo por 2 cm de ancho (Asturizaga *et al.*, 2006). Los pétalos son tubulares, blancos rosáceos con azul púrpura, que forman una corola de dos series con 43 pétalos al interior y al exterior simulando una corona. Las frutas son ampliamente ovoides y midiendo entre 6 a 8 cm de largo, son de color verde y amarillo, y albergan entre 200 y 205 semillas, las cuales están envueltas en un arilo translúcido y

acidulado, que constituye la parte comestible (Saldarriaga, 1998; Wagner *et al.* 1999). Los frutos poseen un sabor agridulce que constituye uno de los aspectos relacionados con su éxito como cultivos con fines comerciales (Saldarriaga, 1998; Wagner *et al.* 1999; Asturizaga *et al.*, 2006).

2.1.3 Importancia socio económica

La granadilla, es una de las frutas de clima templado, con excelentes características nutritivas y propiedades medicinales, estos cultivos proporcionan un suministro permanente de fruta durante todo el año (Rivera, 2002; Márquez *et al.*, 2009). Estas características relacionan con una gran aceptación a nivel comercial y le ha proporcionado una participación en el mercado internacional de un 60% de su exportación (Proexport, 2009). Esta cifra participa en la generación de un producto interno bruto de 43.997 millones (Agronet, 2009; Proexport, 2009).

En Colombia, el área sembrada de granadilla corresponde a 4.568 ha con una producción de 52.305 toneladas y un rendimiento de 11.450 kg/ha, siendo los departamento de Huila, Caldas, Cundinamarca, Valle del cauca y Boyacá, los que poseen una mayor superficie cultivada (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2008). El área cultivada y la productividad registrada, repercuten en la generación de 3.539 empleos directos y 8.117 indirectos para un total de 11.646 empleos a nivel nacional (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2008).

En el departamento de Boyacá, el cultivo de granadilla es un componente principal de la economía campesina. La representación de la producción del departamento para él para país es del 4,43 %, con un rendimiento de 5.290 kg/ha, lo cual se traduce en la generación

de 1200 jornales/año, con una demanda de mano de obra indirecta de hombres, mujeres y jóvenes campesinos con edades de 18 y 30 años. Los niveles de producción de Boyacá se explican por qué este departamento cuenta con suelos aptos y disponibles (Desarrollo de la fruticultura en Boyacá, MADR, 2008).

En términos generales, la realidad productiva y comercializadora de los cultivos de granadilla en el país se da en condiciones de agricultura tradicional propias de la zona campesina, donde los principales sitios de venta que utilizan los productores de granadilla son la finca y la plaza del mercado municipal, teniendo un 77% de su venta cerca de los sitios de cosecha (Ávila y Urbina 2007). La proyección del frutal se direcciona a ser la mejor opción de inversión y crecimiento en el país (Desarrollo de la fruticultura en Boyacá, MADR, 2008).

2.1.4 Plagas asociadas

El cultivo de granadilla tienen dos fases en su desarrollo, una fase vegetativa que va desde la germinación hasta el desarrollo total vegetativo y una fase reproductiva que comprende desde la prefloración (botón) a la formación del fruto (Rivera, 2002). En ambas fases, se observan daños causados por insectos plaga, considerados de importancia económica. Entre los daños más importantes, se encuentran los ocasionados por larvas del orden Lepidoptera y en particular especies como: *Dione juno* (Lepidoptera: Heliconiinae) y *Agraulis vanille* (Lepidoptera: Heliconiinae), que atacan la planta durante toda la etapa de desarrollo vegetativo del cultivo. Su presencia y distribución se han reportado en cultivos de passiflora en toda Suramérica (D'abrera 1984; Fancelli & Mesquita 1998; HDOA, 2002; Aguiar-Menezes et ál., 2002). Otro grupo de insecto plaga que afecta los cultivos de granadilla son los de la familia Coreidae especies de los géneros *Leptoglossus* spp. y *Diactor* spp. Los

estados inmaduros y los adultos de estos insectos ocasionan perforaciones en los tallos, hojas, botones florales y frutos (Fancelli & Mesquita, 1998; Aguilar- Menezes *et al.*, 2002). Otra plaga importante registrada para Colombia son los *Thrips* spp. (Thysanoptera: Thripidae), los cuales, afectan los puntos de crecimiento de las plantas, provocando en las hojas amarillamiento y encrespamiento, reduciendo el área fotosintética y causando pérdidas en la generación de flores y frutos (Lozano *et al.*, 2007). Algunas de las especies de insectos más importantes como limitante en cultivos de granadilla, son los dípteros que constituyen la principal plaga asociadas a estados fenológicos de botón floral y floración de *P. ligularis*, desarrollando sus estados tempranos en la parte interna de los órganos, esto provoca deformación y caída de botones, flores y frutos, siendo un problema en todas las etapas de producción comercial con 40% de perdidas por cosecha (Aguilar-Menezes *et al.*, 2002; Rivera, 2002; Lozano *et al.*, 2007; Amaya *et al.*, 2009).

Además de insectos, existen otros artrópodos como los ácaros que se registran como plaga, causando malformaciones, decoloración, necrosis y finalmente la caída de las hojas. Entre las especies de ácaros reportadas para cultivos de *Passiflora* están *Brevipalpus phoenicis*, *Tetranychus mexicanus* y *T. desertoru*. (Noronha, 2006; Lozano *et ál.* 2007; Noronha y Cavalcante, 2011).

2.2 Taxonomía, Morfología y Ecología del insecto plaga *Dasiops inedulis*

Especies de la superfamilia Tephritoidea, son reconocidas como plagas importantes para la región Neotropical con ocho familias; Piophilidae, Pallopteridae, Richardiidae, Ulidiidae, Platystomatidae, Pyrgotidae, Tephritidae y Lonchaeidae (Aluja & Norrbom, 1999; Nicácio *et al.*, 2011). Los tefritidos y lonqueidos, utilizan en su estado larval el crecimiento de los fruto, tejidos vegetales y otros sustratos que aporten a su desarrollo, se consideran como

una de las mayores plagas y de alto impacto económico, con aproximadamente 4500 especies, particularmente en cultivos de *Passiflora* (Uchôa-Fernandes & Zucchi, 1999; Aguiar-Menezes & Menezes, 2002; Smith & Peña 2002; Uchôa-Fernandes *et al.*, 2003; Souza-Filho, 2009; Nicácio *et al.*, 2011). Entre los géneros de mayor importancia se encuentran *Ceratitis*, *Anastrepha*, *Rhagoletis*, *Lonchea*, *Dasiops*, *Bactrocera*, entre otros (Bressan-Nascimento, 2001; Yee & Lacey, 2003; Silva *et al.*, 2006; Hui & Jianhong, 2007; Caires *et al.*, 2009).

La familia Lonchaeidae, se registra como la segunda plaga con mayor importancia en Sur América, esto se categoriza por la forma de su ovipositor, son conocidos comúnmente como mosca lanza, y se identifican por su color negro brillante o brillos metálicos azules, además de sus hábitos generalmente carpófagos. En la actualidad existen alrededor de 500 especies descritas, distribuidas en siete géneros reconocidos internacionalmente, siendo *Dasiops*, *Neosilva*, *Silba* y *Lochea*, los reportados para la región Neotropical (Korytkowski & Ojedal, 1971). Estos insectos son considerados por algunos autores como oportunistas, ya que, infestan frutos previamente atacados por otros insectos como los de la familia Tephritidae (Nicacio *et al.*, 2011), pero se conoce que estas plagas son primarias e importantes de frutales y verduras cultivadas (Aguiar-Menezes, 2002; Lozano *et al.*, 2007; Silva *et al.*, 2006).

Las plagas primarias reportadas de mayor importancia en la familia Lonchaeidae pertenecen a los géneros *Dasiops* y *Neosilba*, con los mayores registros en Brasil para *Neosilva perezii*, *Neosilva* spp. atacando brotes de yuca, *Citrus sinensis* y *C. reticulata*, entre otras 22 especies que afectan frutas asociadas a este género (Norrbom y McAlpine, 1997; Lourenção *et al.*, 1996; Uchôa-Fernandes & Zucchi 1999; Uchôa-

Fernandes *et al.*, 2002; Silva *et al.*, 2006; Nicácio *et al.*, 2011). Asimismo, para *Dasiops* spp. (*D. inedulis*, *D. caustanae*, *D. dentatus*, *D. frieseni*, *D. gracilis*, *D. rugulosus*, *D. yepezi*) su mayor importancia está relacionada con registros de al menos 12 especies del género *Passiflora* (*P. ligularis*, *P. quadrangularis*, *P. lindeliana*, *P. rubra*, *P. mollissima* y *P. edulis*) relacionados con infestación y cría de sus estados tempranos en botones, flores y frutos en crecimiento (Peñaranda *et al.*, 1986; Norrbom & McAlpine 1997; Uchôa-Fernandes & Zucchi, 1999; Umaña, 2005).

Finalmente, entre las especies de los géneros de *Neosilva* y *Dasiops* se ha reportado como plaga principal para *P. edulis* y *P. quadrangularis* en Norteamérica (Norrbom & McAlpine 1997). En Panamá como plaga importante de *Passiflora edulis* (Steyskal 1980). Uchôa-Fernandes *et al.*, (2002) en Brasil infestación frutas de *Passiflora* spp. silvestres. En Colombia, en los departamentos de Boyacá, Valle del Cauca, Huila, reportan *D. inedulis* como plaga principal en cultivos de granadilla, maracuyá y curuba (Peñaranda, *et al.* 1986; Umaña, 2005; Amaya *et al.*, 2009).

2.2.1 Morfología y Taxonomía

La subfamilia Dasiopinae a la que pertenece el género de *Dasiops*, posee 125 especies descritas (Norrbom & McAlpine, 1997), con al menos 46 especies para Sur América (Korytkowski & Ojeda, 1971). *D. inedulis* se encuentra distribuido desde Norte América hasta Perú (Norrbom & McAlpine 1997; Steyskal 1980; Uchôa-Fernandes *et al.*, 2002). Esta especie se reconoce por su tamaño de 3 a 10 mm de largo, colores corporales azul, ojos largos, ovalados o semicirculares, antenas cortas, nunca sobrepasando el margen oral, casi siempre oval-redondeadas o claramente redondas; arista variable pudiendo ser desnuda o claramente plumosa. La Facia generalmente con una carina mesal bien definida. Gena

provista de al menos una cerda fuerte cerca del margen oral, en forma de vibrissa. Abdomen ancho y plano cubierto de setulas abundantes y gruesas, Ovipositor retráctil y pronunciado en forma de lanza (Korytkowski & Ojeda, 1971; Triplehorn & Johnson, 2005). Machos con seis tergos abdominales, aedeagus corto no segmentado con la presencia de un pico alargado y bisegmentado. Hembras con tres espermatecas, usualmente alargadas y arrugadas, en forma de campana o esférica y lisa. Alas con una vena A1+CuA2 no continua cerca al margen alar en forma de pliegue. Calipteros son bien desarrollados con un margen blanquecino a marrón sin presencia de setas gruesas (Korytkowski & Ojeda, 1971; Norrbom & McAlpine, 1997).

El carácter determinante de diferenciación con los otros géneros de Lonchaeidae es la presencia de tres setas en el área poststigmatal (McAlpine, 1987 tomado de Norrbom & McAlpine, 1997; ver imagen 1). Su diferenciación a nivel de especie, es la presencia en su tipo de ovipositor aserrado y tri-angular, el séptimo syntergosternito es en forma de embudo (Norrbom & McAlpine, 1997).



Imagen 1. Vista lateral señalando la presencia de tres setas en el área poststigmatal de *Dasiops inedulius*.

2.2.2 Ecología

D. inedulius, es un insecto holometábolo de hábito estenofago relacionado con una gran variedad de flores y frutas de Passifloraceae comerciales y silvestres como hospedantes

(Aluja & Mangan, 2008), principalmente prefieren hábitats húmedos o con sombra (Korytkowski & Ojedal, 1971). Peñaranda, (1986) y Molina, (2000) describen que las hembras después de la cópula realizan de 1 a 5 posturas de huevos en botones y flores de *P. edulis* y *P. ligularis*. El desarrollo de sus estados larvales se da dentro de botones, flores y frutos inmaduros, causando su caída prematura (Uchôa-Fernandes & Zucchi, 1999). Antes de pasar a prepupa, salen del botón o fruto y se entierran en el suelo, manteniéndose cerca de su planta hospedante o en los botones y frutos caídos, para pasar a estado de pupa. El comportamiento de cortejo y cópula se conoce muy poco; se ha observado que los adultos forman enjambres de aproximadamente 5 a 50 individuos, pero se desconoce lugares de cortejo y de cópula (Peñaranda *et al.* 1986; Uchôa-Fernandes & Zucchi, 1999; Amaya *et al.*, 2009).

Estudios realizados por Peñaranda *et al.* (1986) en botones florales de maracuyá determinaron que el ciclo de vida de *D. inedulis* bajo condiciones de laboratorio comprende aproximadamente 22,8 días, cuya duración en fase de huevo, después de la oviposición es de aproximadamente 2 a 3 días $2,28 \pm 0,45$ ($\bar{X} \pm E.S$), larva 4-9 días $5,69 \pm 1,19$ ($\bar{X} \pm E.S$), pupa 10 a 17 días con $12,89 \pm 2,08$ ($\bar{X} \pm E.S$) y estado adulto con longevidad de 5 a 9 días. Este trabajo es uno de los pocos que se ha realizado sobre seguimiento completo del ciclo de vida de *D. inedulis*. En otras pasifloras como la granadilla, aunque existe el registro de su ataque, no se han realizado estudios completos de su ciclo de vida, fluctuaciones poblacionales y enemigos naturales bajo condiciones de campo.

Diferentes tipos de enemigos naturales, se han registrado para *D. inedulis*. Aguiar-Menezes *et al.*, (2004) reportan estados larvales parasitoides pertenecientes al género *Opius* sp. (Braconidae: Opiinae), registrando un parasitismo de 8,6% de 756 individuos de *D. inedulis*

colectados. Asimismo, diversos trabajos registran parasitismo provocado por la familia Eucoilinae (Figitidae) (Uchôa-Fernandes *et al.*, 2003; Aguiar-Menezes *et al.*, 2004). Para Colombia, Peñaranda *et al.* (1986) para el departamento del Valle del Cauca reportaron dos parasitoides de tipo larva-pupa del género *Opius* sp. y depredadores de adultos, registrando ninfas y adultos *Zelus rubidus* (Hemiptera:Reduviidae) y registros de dos especies de la familia Thomisidae: *Synaemops subropunctatum* y *Metadidea bianulipes*. En el departamento del Huila en cultivos de granadilla se encontraron diferentes parasitoides: *Aspilota* sp., *Pentrapia* sp., *Basalys* sp., *Pachycrepoideus indemmiaae* (Amaya *et al.*, 2009).

2.3. Actividades relacionadas con el manejo y control de *Dasiops inedulis* en cultivos de granadilla en Colombia

A pesar que se conoce el daño que provoca este insecto en los diferentes cultivos de granadilla presentes en Colombia, se ha prestado poca atención al desarrollo de una estrategia de manejo integrado de la plaga que reduzca el daño provocado en estos cultivos. Wyckhuys *et al.*, (2011), encontraron que las principales estrategias de manejo utilizadas por los productores de granadilla en Colombia para el control de Loncheidae. El control químico aparece como la principal alternativa, con el uso de insecticidas (Thimethoxam, Lambda Cyhalothrin y Dimethoate) y siendo el método más popular con un 90.5%, con uso desmedido en aplicaciones base calendario con frecuencias hasta de dos veces por semana. Este se considera siendo ineficiente por la capacidad de las hembras de ovipositar sus huevos en el interior de los órganos reproductivos de la planta, dificultando cualquier éxito del pesticida para el control directo o indirecto. Otro manejo es la utilización de trampas cebadas comerciales (Mcphail) y artesanales, como táctica para el control de Lonchaeidae en lugar de monitoreo de los niveles de la población de la plaga. Lo anterior se relaciona

con la falta de estudios acerca de la etología, ecología, distribución de las poblaciones de *Dasiops* spp., así como, información de sus hospedantes alternativos y enemigos naturales que sirvan como información clave para el diseño de recomendaciones de MIP.

2.3.1 Control cultural

Son prácticas agrícolas comunes, principalmente físicas y mecánicas sobre el manejo de cultivos que contribuye a prevenir ataques de los insectos; están basadas principalmente en la destrucción de las fuentes de infestación de las plagas y la interrupción de desarrollo. Unas de las prácticas más utilizada para interrumpir el ciclo de vida de *Dasiops* spp. es la recolección de botones florales y frutos caídos o con síntomas de daño e introducirlos en una fosa, cubierta con una capa delgada de cal y posteriormente una capa de tierra de 60 cm. (Rogg & Camacho, 2003 citado por Umaña, 2005; Asturizaga *et al.*, 2006; Insuasty *et al.*, 2007; Delgado *et al.*, 2010). Amaya (2009), ha explorado efectos insecticidas con extractos vegetales contra adultos de *Dasiops* spp. en cultivos de granadilla, teniendo éxito con *Ricinas communis* al 25% con 40% de mortalidad y *Hura crepitans* al 5% con 72,5% de mortalidad de *D. inedulis* en estos cultivos.

2.3.2 Control biológico

En ecosistemas naturales es muy frecuente que las poblaciones estén expuestas en algún grado de reducción, por parte de sus enemigos naturales y factores abióticos generando un control natural. Pero su identificación, conocimiento, efectos de mortalidad y la utilización de estas interacciones para controlar una plaga específica, se conoce como control biológico (Bellows & Fisher, 1999; Naranjo, 2001; Chang *et al.*, 2004). Se han registrado variedad de enemigos naturales, que por sus atributos se diferencian en tres tipos principales.

Los depredadores, son reconocidos porque matan a su presa inmediatamente o poco después de atacarla. Estos pueden ser vertebrados o invertebrados. Los vertebrados tienen mayor variedad de comportamiento que los invertebrados, por su capacidad de atacar a nuevos tipos de presa, lo que los hace de naturaleza impredecible, dejando de ser útiles para un control específico (denso-dependiente) y eficientes para un control biológico (Begon *et al.*, 1996, Speight *et al.*, 2008). Los depredadores invertebrados, son mucho más predecibles con el rango de presas atacadas, ya que tienen menos capacidad de cambiar de presa (alta relación depredador-presa), son más restringidos al uso del hábitat, al tamaño de la presa que pueden capturar y comer, así como su amplitud de dieta (Rodríguez-del-Bosque & Arredondo-Bernal, 2007).

Los Parasitoides son el mayor tipo de enemigos naturales usados para el control de invertebrados plagas, este uso preferencial con respecto a los depredadores, es debido a que los parasitoides tienen un mayor nivel de especialización, ya que se caracterizan porque su estado larval se desarrolla dentro de otro organismo (hospedante) y eventualmente matan su huésped, después de completar su desarrollo, creando una estrecha relación fisiológica con su único hospedante, siendo una característica muy importante para el control biológico aplicado a plagas como moscas de la fruta (Lozano *et al.*, 2007). En este sentido, se recomienda un manejo biólogo con liberaciones de *Pachicrepoideus* sp. (Pteromalidae) para el control de pupas de *Dasiops* spp. en cultivos de maracuyá.

Los patógenos son en su mayoría microorganismo, virus, hongos y microsporidia, que adoptan una estrategia de vida para vivir con invertebrados, a los que a final les causan enfermedad y posteriormente la muerte (Hajek, 2004; Raffel *et al.*, 2008). Las especies que más se han estudiado con buen desarrollo comercial para el control biológico son:

Paenibacillus popilliae, *Bacillus sphaericus*, *Bacillus thuringiensis* *Serratia entomophila*, *Beauveria bassiana*, *Beauveria brongniartii*, *Lecanicillium* spp., *Lagenidium giganteum* y *Metarhizium anisopliae* (Lacey, et al., 2001; Lozano et al., 2007).

Es claro que existe la necesidad de realizar trabajos de investigación que permitan hacer seguimiento a las poblaciones de *D. inedulis* y conocer las relaciones con sus plantas hospedantes y alternas, para evaluar aspectos como la presencia de enemigos naturales como factores de mortalidad que sean fundamentales para la implementación de métodos menos contaminantes, más eficientes para la elaboración de un manejo integrado de plagas eficiente en cultivos de granadilla.

2.4. Fluctuaciones poblacionales y aspectos importantes sobre la dinámica de poblaciones

En los estudios de dinámicas poblacionales se analizan los cambios en el tamaño o densidad de las poblaciones, a través del espacio y tiempo. Algunos de los factores que provocan estos cambios son: reproducción, dispersión, comportamiento, composición genética, tasa de sexo y fenómenos ambientales (abiótico/bióticos) (Nair, 2007). Por ende, la dinámica poblacional juega un papel importante en la predicción de estos cambios, y además intenta explicar sus causas (Jervis, 2005), convirtiéndose en un componente básico en la implementación de MIP, conservación de especies de interés y manejo de recursos (Schowalter, 2006; Nair, 2007).

Existe una diversidad de factores (bióticos y abióticos) que logran afectar el tamaño de la población, considerando tres variables: nacimiento, mortalidad y movimiento de insectos (migración e inmigración). Estos pueden influenciar el tamaño de una población en dos vías

principalmente. Los factores que afectan de manera constante los organismos sin depender del incremento de la densidad poblacional, esta vía considera estos factores que tienen un efecto de densidad-independiente. A diferencia de lo anterior, el efecto de un factor sobre una población, depende de la densidad poblacional, se considera que tiene un efecto de densidad-dependiente (Price, 1986; Bellows & Fisher, 1999; Berryman, 2004; Forrester, 2004; Schowalter, 2006; Nair, 2007).

Los factores abióticos (físicos) tales como temperatura, precipitación, viento, humedad, polución y radiación electromagnética pueden fluctuar más amplia y relativamente en periodos cortos de tiempo y afectar los organismos directamente, mientras otros tales como: fotoperíodos, concentraciones en las propiedades del suelo y disponibilidad de agua, pueden cambiar relativamente de manera lenta y afectar de manera indirecta las poblaciones de especies (Gutiérrez, 1996). Todos estos factores abióticos influyen sobre los diferentes estados del ciclo de vida o en diferentes procesos de vida tales como: sobrevivencia, movilidad, tasa de desarrollo y reproducción, así como los espacios físicos donde ocultarse o escapar de depredadores, competidores, parásitos y enfermedades (Price, 1986; Berryman; 2002, 2008; Nair, 2007). Consecuentemente, los efectos de estos factores se han registrado con estudios que demuestran correlación positiva de la temperatura y humedad que favorecen el incremento poblacional de especies de tefritidos en cultivos de mango y guayaba (Vayssieres *et al.*, 2009). Aluja, (2005) y El Keroumi, (2010) reportan alta mortalidad de larvas de último instar y pupas de *Anastrepha* spp y *Ceratitis capitata* provocada por la influencia del pH del suelo, temperatura, humedad, y nivel de compactación del mismo, lo que desencadena problemas de desecación y dificultad en el desarrollo de la pupa a la hora de enterrarse, así como mayor exposición y presencia de

enemigos naturales y hongos en estados larvales tardíos y pupales. El seguimiento poblacional de *Anastrepha striata* que afecta la guayaba *Psidium guajava* mostró un incremento gradual de la población con la disminución progresiva de la precipitación, esto es debido a que la precipitación ayuda con el desarrollo del estado de pupa (Rodríguez *et al.*, 1999). Resultados similares se encontraron en poblaciones de *Bractocera tau* (Tephritidae) en cultivos de *Passiflora edulis* en Indonesia, donde se registraron correlaciones positivas de la precipitación y la temperatura con el número de adultos machos capturados por trampa, al observarse que en períodos de intensa precipitación y bajas temperaturas se dio un incremento de la población (Hasyim *et al.*, 2008). La influencia de los factores abióticos (temperatura y precipitación) en las poblaciones *D. inedulis* en cultivos de granadilla es poco conocida, lo que resalta la importancia de precisar cómo influyen en los estados inmaduros y adultos en relación con el nivel de infestación de los cultivos de granadilla, lo que permitiría rediseñar estrategias de control contra esta plaga.

Los factores bióticos representados por la interacción de las poblaciones a nivel interespecífico, muestran la importancia de los efectos de los enemigos naturales como: depredadores, parasitoides y patógenos, sobre la plaga (Densidad-dependiente) (Schowalter, 2006). Aluja *et al.*, (2005), reportan la función depredadora de las hormigas como factor regulador de los estados larvales tardíos y pupas de *Anastrepha* spp. De manera similar, Bateman (1972) y Bressan-Nascimento (2001) encuentran que una de las causas de mortalidad en tefritidos, se asocia con especies depredadoras de larvas y pupas correspondientes a las familias Sthaphylinidae, Carabidae, Chrysopidae, Pentatomidae y Dermaptera. Otros estudios se refieren a la importancia de los enemigos naturales y en

especial de parasitoides, específicamente, especies de las familias Figitidae, Braconidae, Pteromalidae, Eulophidae, Diapriidae, que atacan estados de desarrollo (larva-pupa) de plagas de la Tephritidae y Lonchaeidae (Ovruski *et al.*, 2000; Uchôa-Fernandes, 2003; Aguiar-Menezes, 2004; Guimaraes y Zucchi, 2004). Otra relación es la competencia con diferentes especies plaga que muestra patrones afectan la estructura de las poblaciones en términos de distribución y abundancia. Este tipo de competencia desencadena la reducción en la fecundidad individual y sobrevivencia o crecimiento, como resultado de la competencia de explotación de recursos o por interferencia con individuos de otras especies (Begon *et al.*, 1996 tomado de Pierre-freançois *et al.*, 2004). En la competencia por interferencia, a pesar de alto costo de energía, se proveen beneficios rápidos, implicando el uso de recursos, como marcaje químicos en sitios de oviposición y rápido gasto del recurso (Pierre-freançois *et al.*, 2004). Este tipo de interferencia se ha observado en los estados inmaduros de tefritidos como ataques físicos, canibalismo o eliminación por descomposición de la fruta, sin embargo, esta interferencia da siempre ventaja a la primera larva que llega al recurso (Fitt, 1989 tomado de Pierre-freançois *et al.*, 2004).

La falta de estudios relacionados con el seguimiento en campo de los factores bióticos y abióticos en relación con la infestación de la poblaciones de *D. inedulis*, refleja claramente la existencia de pocos estudios y sólo relacionados bajo condiciones de laboratorio, lo que justifica la realización de trabajos como el presente estudio. (Peñaranda 1986; Amaya, 2009; Wyckhuys *et al.*, 2011; Wyckhuys *et al.* 2012).

3. Objetivos

3.1. Objetivo general

- Estudiar las fluctuaciones poblacionales de *Dasiops inedulis* (Diptera: Lonchaeidae) en cultivos de granadilla con énfasis en los principales factores de mortalidad en Boyacá-Colombia.

3.2. Objetivo específico

- Determinar las fluctuaciones poblacionales de *D. inedulis* en cultivos de granadilla, Boyacá-Colombia.
- Determinar los factores de mortalidad bióticos/abióticos de *D. inedulis* en cultivos de granadilla, Boyacá-Colombia.
- Identificar enemigos naturales bajo condiciones de campo y evaluar su potencial dentro de futuros esquemas de control.

4. Materiales y Métodos

4.1. Área de estudio

El estudio se realizó el Municipio de Buena Vista (Boyacá - Colombia). Este municipio se encuentra en el rango altitudinal entre 1400-2400 m, su ubicación geográfica es 05°29'46" N 73°57'22" W. La temperatura media es de 18°C y con una precipitación anual 2.205 mm. La agricultura local se caracteriza por la producción a escala pequeña de café, arveja verde y seca, frijol, pasto, caña de azúcar, gulupa (*P. edulis f.sp. edulis*) y granadilla (*P. ligularis*).

La investigación se realizó desde agosto 2009 a julio del 2010. Se seleccionaron ocho cultivos de granadilla dentro del rango altitudinal 1950-2050m. (Figura 1). La localización y altitud de cada cultivo se registró usando un GPS (Garmin Etrex Vista Hcx, Bogotá, Cundinamarca, Colombia). Los cultivos tuvieron un promedio en el área de siembra del 1.5125 ha ± 0.145 ($\bar{X} \pm D. S$). Las edades de los cultivo se registraron entre 2-3 años, con plantas separadas con una distancia de 2.5 m en forma emparrado. Todo el material de siembra de los cultivos incluidos en el estudio fue provisto por los agricultores locales. Los cultivos fueron exclusivamente manejados por sus dueños, usando prácticas de manejo comunes de la región. El manejo del cultivo por los agricultores comprendió acciones tales como: fertilización química (5 veces/año), poda (3/año) y deshierbe con herbicida (1/mes). Durante la realización del experimento los agricultores aplicaron ocasionalmente controles químicos basados en la presencia de infestaciones de botones florales o frutos infestados en campo y enfermedades de plantas (ver Wyckhuys *et al.*, 2011).

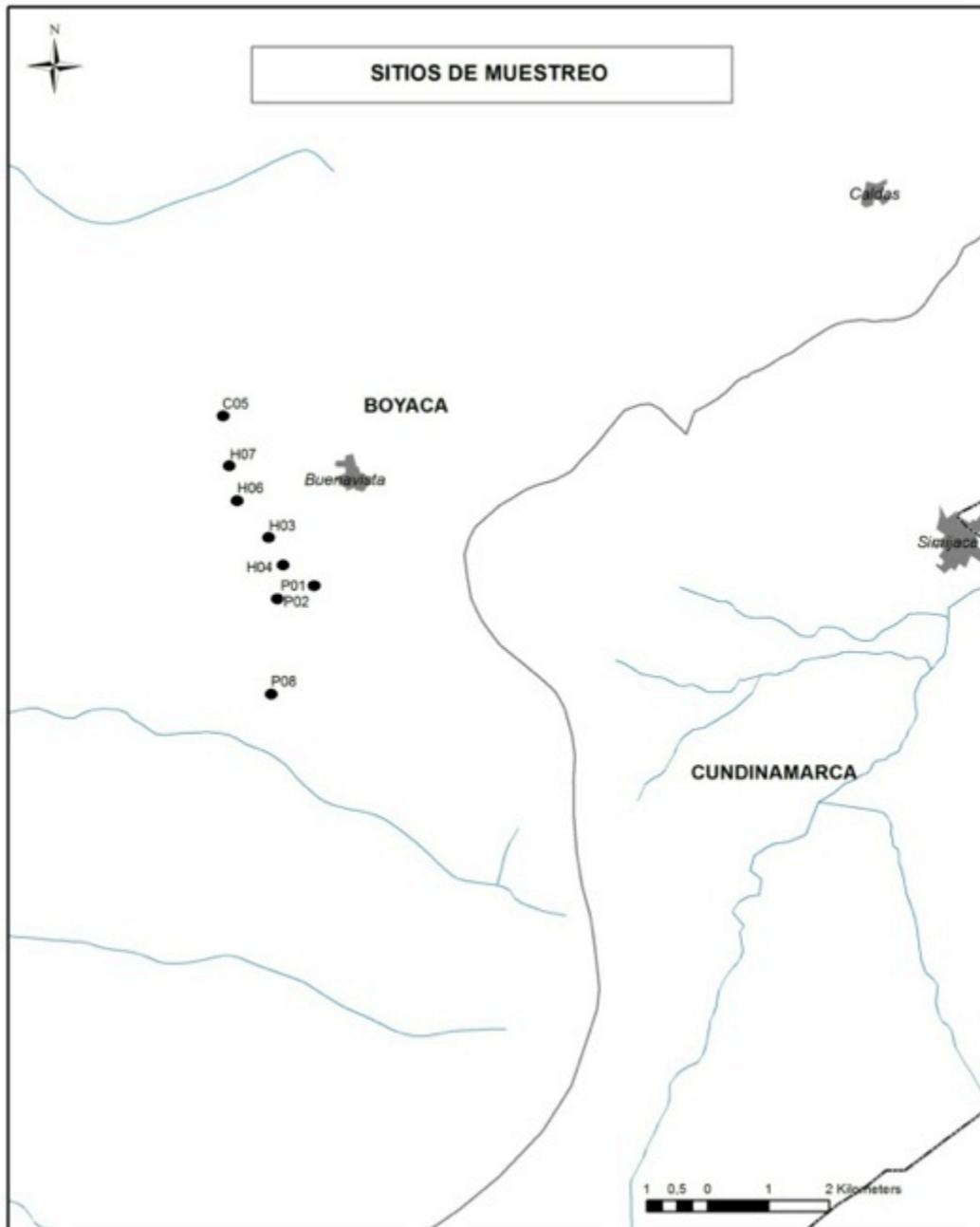


Figura 1. Ubicación de los ocho cultivos. Cada letra corresponde a una de las tres veredas en las cuales se encuentra cada cultivo de granadilla muestreado. C=Concepción, H=Honda y P=Patiño, todas ellas ubicadas en el municipio de Buena Vista en el departamento de Boyacá.

Para el propósito del seguimiento de las poblaciones, se realizaron visitas de campo con diferentes frecuencias dependiendo del objetivo particular del estudio.

4.2. Fluctuaciones poblacionales del insecto *Dasiops inedulis*

Se realizó un seguimiento poblacional mensual de estados inmaduros y adultos de *D. inedulis*, donde se colectó aleatoriamente un total de 20 flores, 30 botones florales y 20 frutos inmaduros de cada cultivo. Las muestras se tomaron directamente de la planta y luego se ubicaron por 48 horas en copas plásticas de 7cm alto y 2 cm diámetro, permitiendo el desarrollo larval o emergencia del adulto del órgano colectado. Se introdujo en el fondo de cada copa un papel ligeramente humedecido, éstas fueron tapadas con fina malla. Después de haber pasado este tiempo, se disectó cada uno de los órganos y se registró el número de larvas de *D. inedulis* por órgano infestado (Wyckhuys *et al.*, 2011). Las larvas fueron transferidas a una caja de Petri ventilada con un diámetro 4.5 cm y 1.5 cm con vermiculita humedecida para permitir la pupación. La caja de Petri y copas de plástico se mantuvieron a 21°C y 66% HR hasta emergencia del adulto (Modificado de Uchôa *et al.*, 1999). Se determinó el número de larvas por órgano, registrando el nivel de infestación por cultivo, con el número dado de un órgano infestado con al menos una larva de *D. inedulis*. Por cada monitoreo y cultivo, el porcentaje de infestación se calculó por la división del número de órganos infestados por el total de colectados.

Mensualmente, se ubicaron dos trampas McPhail con cebo de proteína hidrolizada (Cebofruit-Agrobiologicos-Safer, Bogotá, Cundinamarca, Colombia) dentro de cada cultivo, se cebó con una dilución del 10% (30 ml en 220 cc de agua) para cada trampa (Silva *et al.*, 2006). Las trampas de cebo se dejaron en campo durante 15 días por mes. Después de este tiempo se desmontaron las trampas y se contó el número de adultos de *D.*

inedulis dentro de cada trampa, por cultivo y mes, se registró, el número promedio de adultos por trampa y día. Para todos los inmaduros y adultos colectados fueron verificados su identidad taxonómica por Cheslavo Korytkowski de la Universidad de Panamá. Los individuos colectados se depositaron en la colección del Museo Francisco Luis Gallego de la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín.

Para el seguimiento del estado fenológico de los ocho cultivo de *P. ligularis*, se utilizaron cinco cuadrantes de 1 x 1m ubicados aleatoriamente en cada cultivo de *P. ligularis*, en cada área del cuadrante se registró el número de botones, flores y frutos. Permitiendo identificar los estados de prefloración, floración y fructificación. Este seguimiento se hizo mensualmente durante en los ocho cultivos en todo el estudio.

4.3. Observación y seguimiento de factores de mortalidad en adultos e inmaduros

Esta parte de la investigación consta de cuatro secciones diferentes relacionada con cada estado de desarrollo de *D. inedulis* (huevo, estado larval temprano, estado larval tardío y pupa) indicando la mortalidad bajo condiciones ambientales naturales. El trabajo experimental se realizó, tomando en cuenta el ciclo de vida de *D. inedulis* en botones florales de *P. edulis f. sp. flavicarpa*, bajo condiciones de laboratorio con temperatura de 23.7 °C y humedad relativa de 74.3% (Peñaranda *et al.*, 1986); Las fases registradas en días fueron de huevo de 2-3 días, larva 4-9 días, pupa 10-17 días y estado adulto con longevidad de 5-9 días .

Teniendo en cuenta lo anterior, primero se determinó en campo la mortalidad de huevos e instares larvales tempranos dentro del desarrollo del ovario floral de *P. ligularis*. En cada cultivo, se registraron los eventos de oviposición de *D. inedulis* en los ovarios florales y se

marcaron los ovarios infestados con cinta de color iridiscente en el pedúnculo de la flor para su fácil visualización y seguimiento (ver imagen 2 a y b). Posteriormente, los ovarios marcados se recolectaron a los dos, cuatro, seis, ocho, 12 y 14 días, tiempo correspondiente a la formación del fruto, desarrollo del huevo y estado larval temprano de *D. inedulis*. Se disectó cada órgano colectado durante los diferentes tiempos y registrando el número total de huevos y larvas vivas o muertas de *D. inedulis*.

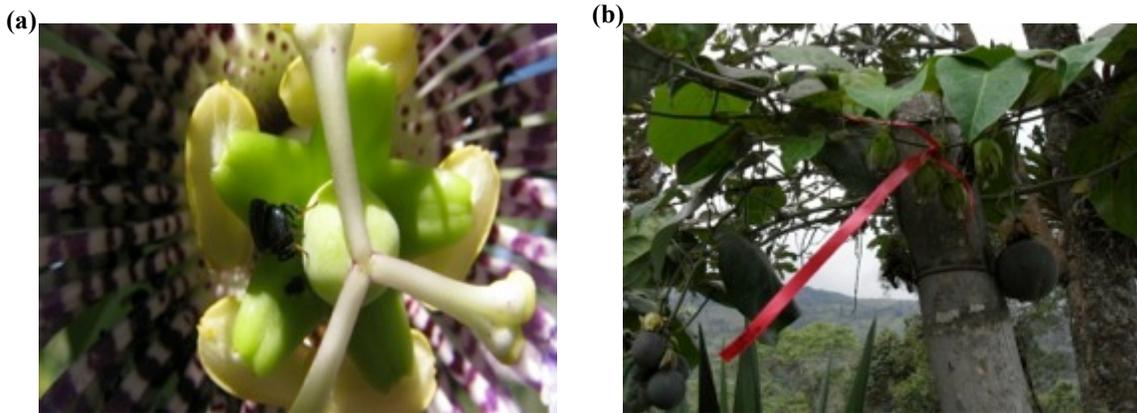


Imagen 2. a) Evento de oviposición en ovario floral. **b)** Marcaje para seguimiento post-oviposición.

Segundo, se calculó la mortalidad de larvas de instar tardío de *D. inedulis* luego de la salida del fruto. Se colectaron larvas completamente desarrolladas de frutos infestados naturalmente en campo. Las larvas se transportaron dentro de una caja de Petri de plástico con papel filtro humedecido, y se utilizaron entre las 1 a 5 horas de haber sido colectados. Se imitó la salida natural larval del fruto dejando caer la larva a la misma altura de un fruto infestado (i.e., 1.7-2.0 m), esta imitación fue con cinco repeticiones por cultivo a una razón bimensual durante todo el estudio. Al llegar a la superficie del suelo, se observó el comportamiento y el destino de cada larva durante 20 minutos, se registraron los comportamientos de: Distancia recorrida sobre la superficie del suelo, éxito al entrar al

suelo, muerte por exposición climática, interacción con parasitoides o depredadores y resultados de todas estas interacciones (Aluja *et al.*, 2005).

Tercero, se evaluó en campo la mortalidad de larvas de instar tardío de *D. inedulis* o de pupas recientemente formados sobre la superficie del suelo. Dentro de cada cultivo, se ubicaron aleatoriamente cuatro trampas. Cada trampa consistió de una excavación de un ancho de 0.5 m² y 5 cm de profundidad, cubierto en el fondo por una lámina plástica perforada para evitar inundación. En la parte superior de la excavación, se colocó una capa de arena tamizada con un espesor de 3 cm, allí se ubicó un total de 10 larvas en la arena suelta, y se dejó para que se sumergieran naturalmente en el sustrato (modificado de Guillen *et al.*, 2002). De las cuatro trampas por cultivo, dos fueron cubiertas con una malla plástica a una altura de 15 cm y 5 cm de diámetro (ver imagen 3a), con una tapa para la protección de la lluvia y depredadores, mientras las dos trampas restantes se dejaron sin malla de protección contra depredadores y lluvia (ver imagen 3 b). Después de 48 horas, se tamizó la arena suelta de cada trampa y se contó el número total de larvas y pupas recuperadas. También se registró el número e identidad de depredadores dentro de la arena tamizada de cada trampa y posibles marcas de depredadores.

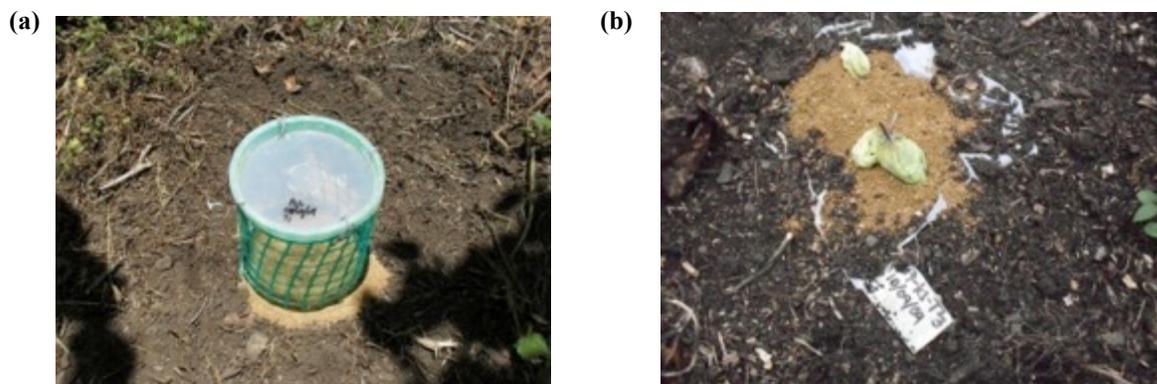


Imagen 3.a) Trampas con protección para la lluvia. **b)** trampas sin protección.

Cuarto, se determinó en campo la mortalidad de pupas de *D. inedulis* por acción de parasitoides y depredación. De los frutos se colectaron larvas completamente desarrolladas y estas se pasaron dentro de una caja de Petri de plástico con vermiculita humedecida permitiendo su pupación. Las pupas que se utilizaron tenían entre 1 a 5 días de desarrollo. Cada trampa constó de una caja de Petri de 4.5 cm de diámetro y 1.5 cm de profundidad con vermiculita humedecida, las paredes exteriores de la caja de Petri estuvieron cubiertas con vaselina para prevenir la entrada de depredadores artrópodos terrestres. Adicionalmente, la caja de Petri se cubrió con una malla de plástico para proteger contra depredadores y lluvia (ver párrafo anterior). Dentro de cada caja de Petri, se sumergió parcialmente un total de 20 pupas de *D. inedulis* en vermiculita, la caja estuvo cubierta por dos o tres botones o flores caídas de *P. ligularis* (Metodología modificada de Guillen *et al.*, 2002), con el fin de crear un escenario más óptimo para cualquier tipo de parasitoides. Después de 48 horas, se colectaron las pupas de cada trampa, y se ubicaron dentro de copas plásticas de 132 cc, las cuales, tenían en el fondo vermiculita y en la parte superior estaban cubiertas por una malla de tela (muselina), este material se almacenó bajo la misma condición de campo con temperaturas promedio (19 ° C) y humedad (64%). Las pupas se inspeccionaron con una frecuencia diaria para el seguimiento de la emergencia de parasitoides o emergencia del adulto de *D. inedulis*, teniendo un tiempo máximo de observación de 45 días (doble del tiempo que tarda para la emergencia del adulto o del parasitoides). Los adultos de *D. inedulis* se dejaron de dos a tres días en seco, para lograr su completa coloración, y posteriormente se preservaron al 70% de etanol para confirmación taxonómica (Aguilar-Menezes *et al.*, 2002). Las trampas con y sin protección se realizaron con una frecuencia de dos meses para un total de seis muestreos durante todo el estudio.

4.4. Identificación de depredadores forrajeros de adultos

Para obtener un acercamiento de la mortalidad de adultos de *D. inedulis*, se caracterizó la comunidad de depredadores artrópodos en cada cultivos de *P. ligularis* y se registraron los eventos de depredación sobre los adultos de *D. inedulis*; se seleccionaron aleatoriamente cinco transectos de 20x1m dentro de cada cultivo. Cada transecto se realizó por 20 minutos, durante cada recorrido se registró visualmente la abundancia e identidad de depredadores artrópodos. También, se anotaron los eventos de depredación sobre los adultos de *D. inedulis*, asimismo, se registró la identidad de depredadores y una colecta de referencia para su confirmación en el Museo Francisco Luis Gallego de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Todas las observaciones se realizaron cada dos meses entre 8:00 y 17:00h.

4.5. Estimativos sobre la abundancia de los depredadores forrajeros terrestres

Para la descripción de la comunidad de depredadores relacionados con los estados larvales tardíos y pupal, se realizaron muestreos con trampas de caída ubicadas en el suelo de cada cultivo. Para esto, se ubicaron aleatoriamente dos trampas de caída, la cual consto de un vaso de 250 cc con una solución de agua con detergente, éstas tuvieron una protección contra la lluvia (Baldosa de 30cm x 30cm) a una altura de 6 cm del suelo (imagen 4 a). Después de 48 horas, se registraron los depredadores artrópodos de cada trampa y se preservaron en frasco de 50ml con etanol al 70% para su posterior identificación. Adicionalmente, la comunidad de hormigas forrajeras terrestres, fueron muestreadas usando dos trampas cebadas con atún en aceite de 2x2 cm sobre un papel filtro de 10x15cm ubicadas aleatoriamente (Wyckhuys & O'Neil, 2006) (Imagen 4b). Después de 30 minutos, se colectaron las hormigas encontradas en y alrededor de 10 cm del cebo y se preservaron

en alcohol al 70% para su posterior identificación. Las trampas de caída y de atún fueron expuestas bimensualmente durante todo el estudio.

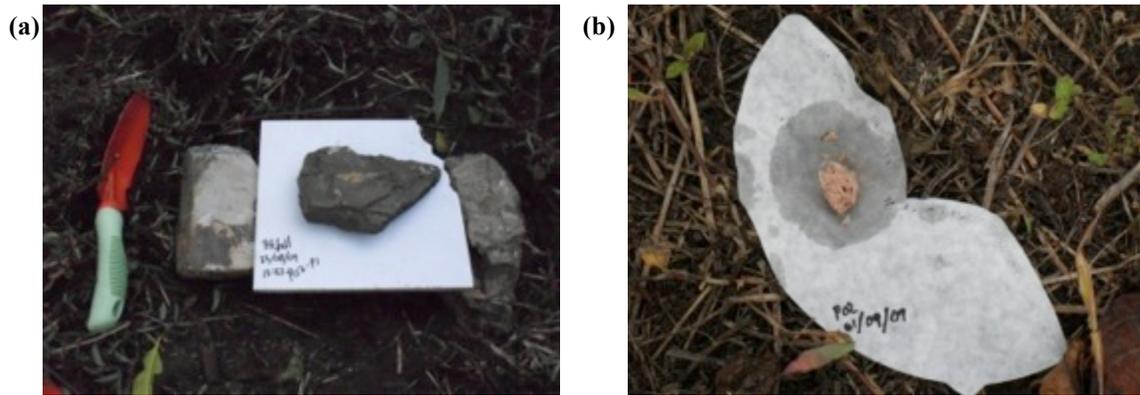


Imagen 4. a) Trampa de caída. b) Trampa de cebo de atún.

4.6. Metodología usada para el análisis de los datos

El seguimiento de las poblaciones en los estados inmaduros y adultos, se agrupó en meses, relacionándolo con las variables de fenología del cultivo (número de botones, número de flores y número de frutos por mes y promedio de precipitación (mm), sometiéndose a un análisis de correlación de Spearman como alternativa no paramétrica, ya que los datos no se ajustaron a los supuestos de normalidad, homocedasticidad y linealidad. Para el análisis de mortalidad en estados tempranos (huevo y larvales tempranos) y tardío (larval tardío y pupal) se realizó un análisis de varianza no-paramétrica de Kruskal Wallis (con una prueba de Dunn para comparaciones múltiples pareadas). Para identificar la influencia en función de temperatura, humedad ambiental y exposición del sol versus el tiempo de sobrevivencia se utilizó el modelo de regresión proporcional de riesgos de Cox (Crawley, 2007 tomado de

El Keroumi *et al.*, 2010). Para definir las relaciones en abundancia de la comunidad de enemigos naturales y los porcentajes de infestación y la presencia de adultos, se utilizó el análisis de correlación de Spearman, el cual determina el grado de correlación en diferentes eventos de muestreo (X- Meses, X-1 mes, X-2 meses). La comparación de la variabilidad de infestación de inmaduros, presencia de adultos y la abundancia de depredadores, se realizó usando un análisis de varianza no-paramétrica (Kruskal Wallis). La abundancia de depredadores terrestres fue agrupada en categorías (baja, media y alta) basadas en abundancia relativa. La categoría baja incluye el depredador que estuvo entre 10 -30% con respecto a la máxima abundancia registrada, media entre 30- 50% y alta por encima de 50%, todos los análisis se realizaron usando el programa estadístico InfoStaf versión 2011e.

5. Resultados

5.1. Fluctuaciones de las poblaciones del insecto *Dasiops inedulis*

5.1.1. Observación y seguimiento de los estados inmaduros

Durante todo el estudio se colectaron y se examinaron un total de 2.528 botones florales, 937 flores y 1.824 frutos, registrando 1.863 inmaduros (larvas-pupas). El porcentaje de infestación en frutos por *D. inedulis* registró un patrón temporal de tres picos de presencia en los meses de agosto (30%), enero (25%) y julio (43%) (Figura 2a). En botones se observaron dos picos en los meses de agosto (19.5%) y julio (23%) (Figura 2a). Aunque, se registró infestación en flores no fue superior el 5% en todo el estudio, por lo que no se tuvo en cuenta para los análisis. El mayor promedio de inmaduros de *D. inedulis* por fruto se observó en los meses de septiembre $1,94 \pm 0.8$ ($\bar{X} \pm E.S$) y julio $3,2 \pm 0.6$ ($\bar{X} \pm E.S$) y en botones florales el mayor promedio de inmaduros se registró en el mes de agosto (0.625 ± 0.27) ($\bar{X} \pm E.S$; Figura 2a). El patrón temporal de la abundancia de inmaduros presente en botones y frutos tuvo un coeficiente de correlación positivo las etapas de prefloración (número de botones) y fructificación (número de frutos) presente en los cultivos ($r=0.72$; $p=0.034$), lo que no se observó en las etapas de floración (número de flores) (Tabla 1). El promedio de la precipitación no mostró ninguna relación directa con los patrones de infestación de inmaduros (Tabla 1).

5.1.2. Observación y seguimiento de los adultos

Se registró e identificó un total de 463 adultos de *D. inedulis* en trampas McPhail en los ocho cultivos de granadilla. El promedio de adultos registrados en trampas McPhail por mes, mostró un patrón temporal con dos picos de alta presencia en diciembre del 2009 (3,9

$\pm 1,2$) ($\bar{X}\pm E.S$) y en mayo del 2010 con una mayor abundancia ($6,3\pm 2,2$) ($\bar{X}\pm E.S$), (figura 2b). La abundancia de adultos por trampa fue muy baja en los meses de agosto, noviembre y junio (Figura 2b). A través de una correlación de rangos de Spearman, se observó que la abundancia de adultos de *D. inedulis* en trampas McPhail se encontró relacionada positivamente con el número de flores ($r=0.81$; $p=0.043$) y botones ($r= 0.34$; $p=0.307$) y sin relación significativa con la abundancia de frutos ($r=-0.61$; $p= 0,035$) (Figura 2b y 2c; tabla 1).

Los meses de mayor precipitación fueron noviembre y abril coincidiendo con la baja presencia de adultos *D. inedulis* (Figura 2b y 2c), lo que permitió observar una clara influencia de la precipitación con la presencia y actividad de adultos ($r=-0.607$; $p=0.037$) (Tabla 1; figura 2c).

Tabla 1. El coeficiente de correlación de Spearman sobre las fluctuaciones poblacionales de inmaduros y adultos de *D. inedulis* en relación con la fenología del cultivo y la precipitación durante agosto del 2009 a julio del 2010.

Fenología de <i>P. ligularis</i>	Adultos	Promedio de Inmaduros		Porcentaje de infestación	
		Botones	Frutos	Botones	Frutos
Boton floral	$r= 0.61$; $p=0.035$	$r=0.57$; $p=0.07$	$r=-0.41$; $p=0.08$	$r= 0.61$; $p= 0.05$	$r=-0.32$; $p= 0.307$
Flores	$r=0.81$; $p=0.043$	$r=0.56$; $p=0.06$	$r=0.133$; $p=0.68$	$r=-0.129$; $p=0.6$	$r=-0.49$; $p=0.102$
Fruto	$r=-0.34$; $p=0.30$	$r=-0.08$; $p=0.78$	$r=0.68$; $p=0.04$	$r=-0.04125$; $p=0.10$	$r=0.72$; $p=0.034$
Precipitación	$r=-0.607$; $p=0.037$	$r=0.02$; $p=0.781$	$r=0.47$; $p=0.78$	$r= 0.255$; $p= 0.23$	$r=-0.37$; $p=0.35$

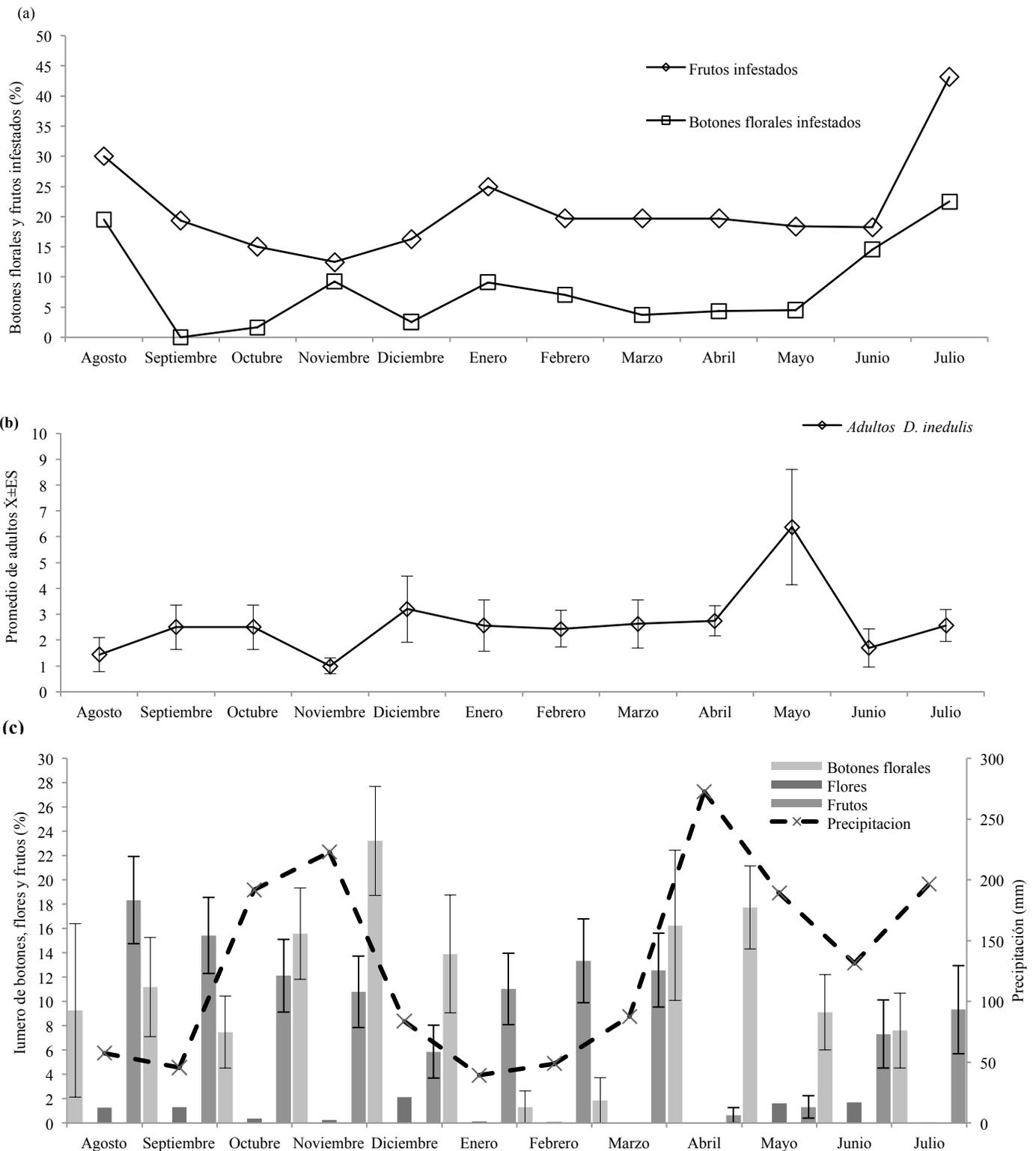


Figura 2. Fluctuaciones de las poblaciones de los estados inmaduros y adulto de *D. inudulis*. a) Porcentaje de inmaduros (Larvas y Pupas). b) Promedio de adultos registrados en trampas McPhail. c) Número promedio de botones florales, flores y frutos registrados aleatoriamente en cinco cuadrantes (1m²) por cultivo. Promedio mensual de precipitación (mm) durante el 2009-2010.

5.2. Análisis de los factores de mortalidad

En el seguimiento de los estados de huevo y larvales tempranos de *D. inedulis*, se colectaron 724 individuos; dentro de 40 flores y 80 frutos inmaduros. El análisis de varianza no paramétrica de Kruskal Wallis mostró diferencias significativas en el número de huevos y en estado larval temprano entre los días estudiados ($H=35.27$; $df= 5$; $p= 0.0001$). De acuerdo, con el análisis de comparaciones múltiples pareadas, mediante el test de Dunn, se encontraron diferencias para dos grupos estrechamente relacionados entre sí, la primera agrupación se observó en los días 2 y 4 coincidiendo con el estado de huevo, y el otro grupo fue los días 6,8,12 y 14 identificados con el estado larval temprano (Figura 3). Asimismo, se observó un patrón gradual general de disminución de medias, registrando para cada estado (huevo-larval temprano) una mortalidad del 16%.

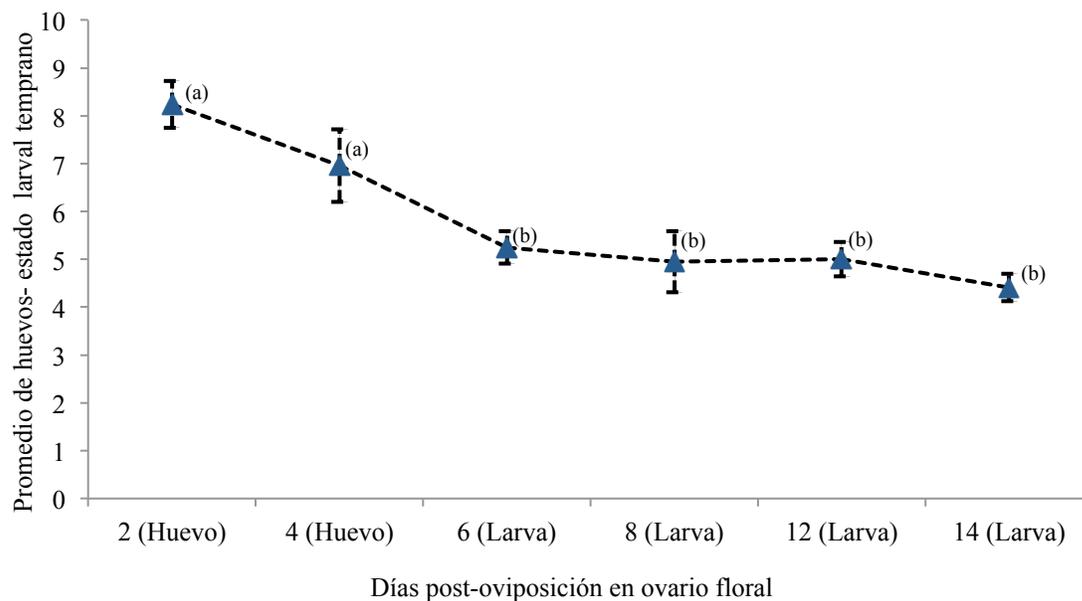


Figura 3 .Promedio de huevo y larvas ($\bar{x} \pm ES$) después de los eventos de oviposición registrados durante 2009-2010. Medias con una letra común significativamente diferente (prueba de Dunn $p \leq 0.05$)

Las observaciones realizadas en cuanto a la imitación de la salida natural de larvas del fruto indicaron que las 240 larvas de último instar, se enterraron o murieron por choque térmico o por ataque de artrópodos, la mayoría de larvas no permaneció más de 40 minutos sobre el suelo. El modelo de Cox indicó que el tiempo de sobrevivencia no se ve influenciado por los factores climáticos temperatura ($\chi^2=0.045$; $p=0.832$) y humedad ($\chi^2=0.036$; $p=0.849$). El coeficiente de correlación de Pearson indicó una relación negativa ($r= -0.92$; $p= 0.01$) entre tiempo y el número de larvas que tienen éxito de entierro, permitiendo registrar que se tuvo un éxito del 76% antes de nueve minutos, resaltando que el 42% se enterró antes de los tres minutos; o sugiere un patrón temporal de disminución del número de larvas con respecto al aumento del tiempo de exposición. Aunque no se encontró una fuerte relación entre ataques por Formicidae (*Brachymyrmex* sp., *Pheidole biconstricta* y *Solenopsis* sp.), se observó un aumento progresivo de estos ataques con el tiempo de exposición de larvas mostrando una relación positiva hasta el minuto nueve ($r=0.95$; $p=0.04$), ocasionando el 13% de mortalidad de larvas de último instar. (Figura 4)

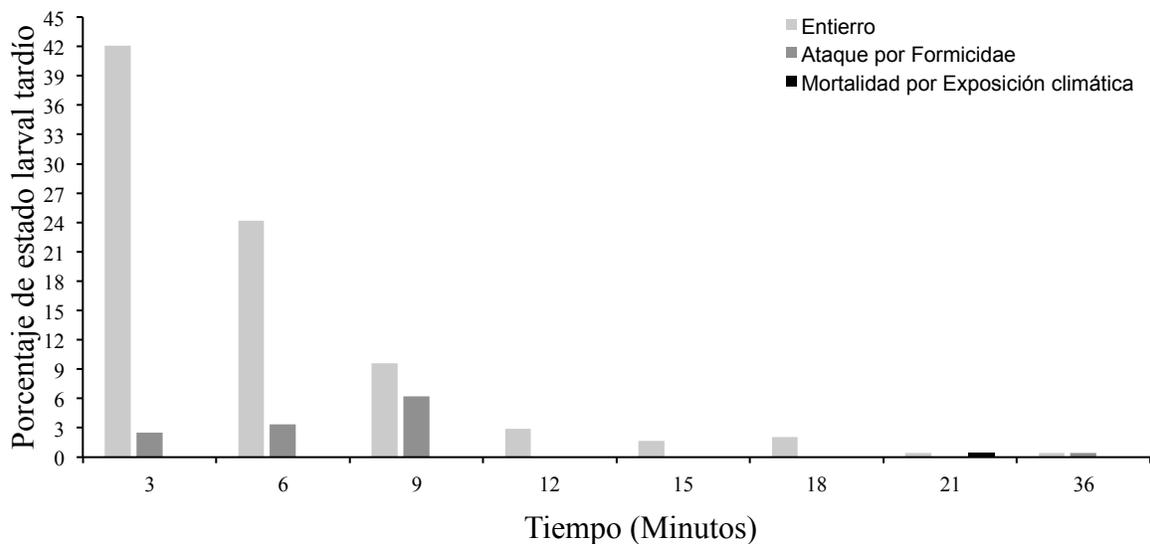


Figura 4. Tiempo utilizado por la larva de *D. inedulis* para entrar al suelo, tiempo del inicio del ataque por hormigas y observaciones sobre los efectos por exposición a factores climáticos. Imitación de la salida natural de las larvas del fruto.

En estados larvales tardíos y pupas recién formadas, se observó que la menor sobrevivencia fue del 16.8% en trampas sin protección, a diferencia en las trampas con protección fue superior al 49% (Figura 4). El análisis de varianza de medidas repetidas, usó como factor de interés el tipo de trampa (con y sin protección) y como factor de medidas repetidas el cultivo, mostrando diferencias significativas entre trampas con y sin protección ($DF= 1$; $F= 12.7$; $p= 0.0009$), indicado la importancia de depredadores artrópodos terrestres como *Dailodontus* sp. *Pheidole biconstricta* y *Solenopsis* sp. que se observaron con alta presencia atacando sobre estados larvales tardíos y pupales en trampas sin protección y vertebrados como factor relevante de mortalidad en estados tardíos de *D. inedulis*. No se encontraron diferencias en la supervivencia larval y pupal en cada tipo de trampa entre los eventos de muestreo y cultivos ($DF=5$; $F= 0.54$; $p= 0.74$), demostrando que la factores abióticos (precipitación y temperatura) no afectan de manera directa la sobrevivencia de estados inmaduros tardíos y pupales (Figura 5).

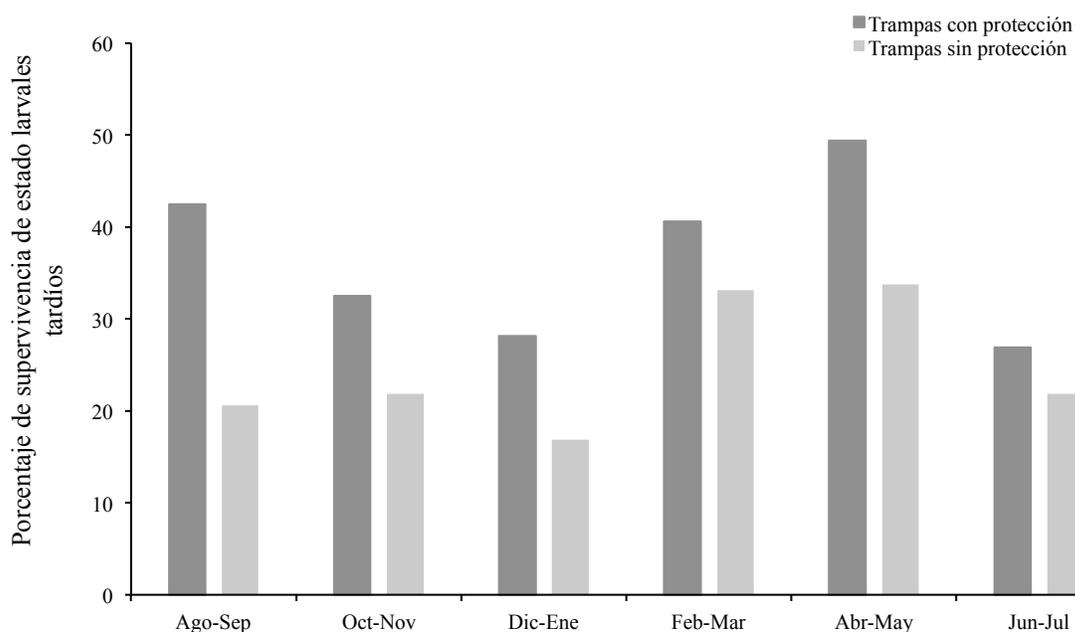


Figura 5. Sobrevivencia (%) de estados larvales tardíos *D. inedulis* en trampas (número de larvas expuestas 10, con y sin protección). Duración de las expuestas por 48 h. Frecuencia cada dos meses.

El seguimiento en campo de *D. inedulis* permitió estimar la mortalidad relacionada con los estados de vida de huevo, estado larval temprano, estado larval tardío y pupa. Lo que permitió determinar que el estado de huevo y larval temprano presentara los niveles más bajos de mortalidad con un 16% comparados con el estado larval tardío y pupal, que registraron mayor mortalidad con un 68% (Tabla 2).

Tabla 2. Mortalidad (%) en diferentes estado de *D. inedulis* bajo condiciones de campo en cultivos de granadilla, Buena Vista Boyacá, 2009-2010.

Estado	Duración prueba (Días)	Número de individuos (IX)	Número de Muertes (dx)	Mortalidad (%)
Huevos	4	340	54,4	16
Larval temprano	9	384	54,4	16
Larval Tardío - Pupa	2	1920	1315	68

El seguimiento de los diferentes estado de vida de *D. inedulis* permitió conocer que el desarrollo de huevo y estado larval temprano fue en promedio de 17 días dentro del ovario floral y frutos inmaduros, el estado larval tardío en el suelo y frutos infestados del cultivo con una duración de 3 días y el estado de pupa es el más largo con 25 días (Tabla 3).

Tabla 3. Duración de los diferentes estados de desarrollos de *D. inedulis* (expresados en días) bajo condiciones de campo.

Estado de desarrollo	n	Tiempo de desarrollo (Días)	
		$\bar{X} \pm D.S$	Rango
Huevo	340	3 ± 0,3	3-4
Estado larval temprano	384	14 ± 1,3	14-15
Estado larval Tardío	1920	3 ± 0,7	2-3
Pupa	1920	25 ± 2,8	24-29
Total (Huevo-Pupa)	4564	45 ± 3,8	43-47

5.3. Identificación de depredadores forrajeros de adultos

Se registró un total de 157 depredadores forrajeros en 358 transectos (20x1m), la mayor presencia de estos depredadores se encontró sobre los órganos vegetativos (botones, flores y frutos) con un 65% seguido de las hojas con un 22% y los tallos con un 13%. Los depredadores más abundantes fueron de las familias Vespidae con 44 % y Chrysopidae con 35.5 % (Tabla 4). La abundancia de adultos de *D. inedulis* en los cultivos no mostró una correlación significativa con la abundancia ($r=-0.42$; $p=0.3$) y la riqueza ($r=0.28$; $p=0.5$) de depredadores forrajeros de adultos. Aunque no se encontró una relación, se registraron especies como *Polistes* sp., *Protopolybia* sp (imagen 5) y telarañas de la familia Nesticidae en los diferentes órganos de granadilla depredando adultos de *D. inedulis*.

Tabla 4. Número total de depredadores forrajeros registrados en cinco transectos (20x1m) mediante observación visual bi-mensual.

Depredadores	Especies	Abundancia	
		Absoluta	Relativa (%)
Araneae			
Nesticidae	sp.*	4	4.3
Thomisidae	sp.	10	10.8
Hymenoptera			
Vespidae			
Polistinae	<i>Agelaia angulata</i>	5	5.4
	<i>Parachartergus</i> sp.	4	4.3
	<i>Epipona</i> sp.	14	15.1
	<i>Polistes</i> sp*.	8	8.6
	<i>Protopolybia</i> sp.*	7	7.5
Pompilidae	<i>Pepsis</i> sp.	3	3.2
Neuroptera			
Chrysopidae			
Huevos		22	23.7
Adulto	sp.	8	8.6
Hemerobiidae	sp.	3	3.2
Diptera			
Asilidae	sp.	3	3.2
Tachinidae	sp.	2	2.2
Total general		93	100

* Registro visual de ataque a adulto de *D. inedulis*.



Imagen 5. Evento de depredación de *Protopolybia* sp. a *D. inedulis* en flor de *P. ligularis*.

5.4. Identidad y abundancia de depredadores forrajeros terrestres

Se registró 1.010 depredadores en trampas de caída (tabla 5). Desatancándose el grupo de Formicidae (79.7%), Carabidae (9.1%) y Lycosidae (3.27%). Entre estos, se conocen como depredadores que pueden relacionarse con estados larvales tardíos y pupales de *D. inedulis* a las familias Formicidae, Forficulidae, Staphylinidae, Carabidae y Lycosidae (tabla 5). Este grupo de depredadores, mostró una dominancia del 95.1% de todos los demás depredadores encontrados durante el estudio. Dentro de la familia Formicidae, se encontró un total de 11 especies pertenecientes a 6 subfamilias, destacando por su abundancia *Pheidole biconstricta* con un 63.7%, seguido por *Solenopsis* sp. 9.3% y *Odontomachus erithrocephalus* 1,1% (tabla 5). En la familia Carabidae se registraron cinco especies pertenecientes a dos subfamilias, de las cuales tres especies (*Dailodontus* sp. *Selenophorus* sp. y *Laemostenus* sp.) fueron las más comunes.

Tabla 5. Número total de artrópodos depredadores terrestres, registrados en trampas de caída.

Familia/Subfamilia	Especies	Absoluta	Relativa (%)
Araneae			
Lycosidae	sp.1	21	2.08
	sp.2	5	0.50
	sp.3	7	0.69
Blattaria			
Blattellidae	sp.1	1	0.10
	sp.2	1	0.10
Blattidae	<i>Periplaneta</i> sp.	3	0.30
	sp.	1	0.10
Coleoptera			
Carabidae			
Harpalinae	<i>Dailodontus</i> sp.	21	2.08
	<i>Selenophorus</i> sp.	31	3.07
	<i>Laemostenus</i> sp.	28	2.77
	<i>Incagonum</i> sp.	2	0.20
	<i>Pachyteles</i> sp.	10	0.99
Paussinae			
Coccinelidae			
Coccinelinae	<i>Harmonia</i> sp.	1	0.10
Staphylinidae			
Aleocharinae	sp.1	3	0.30
	sp.2	3	0.30
	sp.3	1	0.10
Oxytelinae	sp.	1	0.10
Dermaptera			
Forficulidae			
Forficulinae	<i>Forficula</i> sp.	7	0.69
	sp.	6	0.59
Heteroptera			
Gelastocoridae			
Nerthrinae	<i>Nesthra</i> sp.	1	0.10
Lygaeidae	<i>Ozophora subimpicta</i>	4	0.40
Pentatomidae			
Asopinae	<i>Alcaeorrhynchus</i> sp.	2	0.20
	<i>Supputius</i> sp.	8	0.79
Reduviidae	sp.	1	0.10

Tabla 5. (Continuación)

Familia/Subfamilia	Especies	Abundancia	
		Absoluta	Relativa (%)
Hymenoptera			
Formicidae			
Ecitoninae	<i>Labidus</i> sp.	4	0.40
	<i>Eciton</i> sp.	6	0.59
Formicinae	<i>Brachymymex</i> sp.	6	0.59
	<i>Paratrechina</i> sp.	26	2.57
Myrmicinae			
Ponerinae	<i>Monomorium</i> sp.	2	0.20
	<i>Pheidole</i> sp.	644	63.76
	<i>Solenopsis</i> sp.	93	9.21
Dolichodorinae	<i>Odontomachus erithrocephalus</i>	11	1.09
	<i>Pachycondila</i> sp.	1	0.10
Dolichodorinae	<i>Linepithema angulata</i> .	12	1.19
Proctotrupidae	sp.	2	0.20
Vespidae			
Polistinae	<i>Parachartergus</i> sp.	1	0.10
Miriapoda	sp.	3	0.30
Opiliones	sp.	1	0.10
Orthoptera			
Gryllidae			
Gryllinae	<i>Acheta</i> sp.	8	0.79
	<i>Gryllus</i> sp.	7	0.69
	sp.1	12	1.19
Quilopoda	sp.	2	0.20
Total general		1010	100

A lo largo del estudio en trampas cebadas de atún, se registró un total de 1.838 individuos de cuatro especies pertenecientes a tres familias. Las especies más abundantes fueron *Solenopsis* sp. con 52% y *Pheidole biconstricta* con 41.5% de todas la hormigas colectadas en este tipo de trampa (Tabla 6).

Tabla 6. Número total de depredadores artrópodos terrestres, registrados en trampas cebadas con atún.

Familia / Subfamilia	ESPECIES	ABUNDANCIA	
		Absoluta	Relativa (%)
Hymenoptera			
Formicidae			
Dolichodorinae	<i>Linepithema angulata.</i>	62	3.37
Formicinae	<i>Acropyga sp.</i>	54	2.94
Myrmicinae	<i>Pheidole biconstricta</i>	763	41.51
	<i>Solenopsis sp.</i>	959	52.18
Total		1838	100

Los niveles de infestación de inmaduros en botones florales, frutos inmaduros y adultos de *D. inedulis* se relacionaron con la comunidad de enemigos naturales más abundantes en seis eventos de muestro, a través de todo el año de estudio. Esto se evidenció con los análisis de correlaciones en diferentes series de tiempos de la abundancia de la comunidad enemigos naturales (evento x, x-1 mes y x-2 meses), con los niveles de infestación de *D. inedulis* a través de todo al año de muestreo. Este análisis mostró una relación negativa entre los niveles de infestación de *D. inedulis* y la abundancia de la comunidad enemigos naturales (tabla 7). La abundancia de la familia Carabidae mantuvo una relación negativa con los niveles de infestación de botones y adultos en un evento de muestreo (x-1 mes y x-2 meses). Las hormigas fueron los enemigos naturales que mantuvieron una relación con la infestación de inmaduros y adultos en todos los eventos de muestreo. Otros enemigos naturales (Gryllidae, Forficulidae), mostraron relaciones en ambos sentidos en los diferentes eventos de muestreo con los niveles de infestación de *D. inedulis*.(tabla 7).

La relación de las especies de hormigas registradas en trampas cebadas de atún, con la infestación (%) de *D. inedulis* fue negativa en todos los eventos de muestreo. Sólo la especie *Pheidole biconstricta* mostró una relación significativa con la infestación (%) de inmaduros en botones y frutos en los eventos de muestreo x-1 y x-2 meses. Patrones significativos se observaron con las especies de *P. biconstricta* y *Solenopsis* sp. con la sobrevivencia en estados inmaduros a través de todo el estudio (Tabla 7). La variabilidad de infestación de inmaduros (en botones y frutos) y adultos, se relacionó con la abundancia categorizada como baja, media y alta de los enemigos naturales seleccionados. La infestación en botones difirió sólo en las categorías de enemigos naturales de la familia Formicidae ($H= 6.7$; $p= 0.001$) y Carabidae ($H= 8.5$; $p=0.002$).



Imagen 6. Ataque de *Solenopsis* sp. a individuos en estado larval tardío de *D. inedulis* en cultivos de granadilla.

Tabla 7. Análisis de correlación (Spearman) con tiempos de muestreo desfasados en uno y dos meses de las relaciones de abundancia de enemigos naturales registrados en trampas de caída y trampas de cebo atún vs porcentaje de infestación de botones frutos y adultos de *D. inedulis*.

a) Relaciones en tiempos desfasados de muestreos de la abundancia de enemigos naturales en trampas de caída contra infestación (%) de *D. inedulis*.

Estados de <i>D. inedulis</i>	Enemigos naturales en trampa de caída		
	Evento x mes	Evento x-1 mes	evento x-2 meses
Adultos		Ca (-0.75; p=0.043) Gr (-0.88; p=0.01) F (-0.65; p=0.015)	Ca (-0.87; p=0.018)
Infestación % de botones	For (0.88; p=0.0019) F (-0.77; p=0.002)	F (-0.49; p=0.05) Ca (-0.59; p=0.05) For (-0.64; p=0.05)	Ca (-0.94; p=0.004)
Infestación % de Frutos	F(-0.49; p=0.056)		

b) Relaciones en tiempos desfasados de muestreos de la abundancia de hormigas capturadas en trampas de cebo de atún contra porcentajes de infestación de *D. inedulis*.

Estados de <i>D. inedulis</i>	Trampas de cebo de atún		
	Evento X mes	Evento x-1 mes	Evento x-2 meses
Adultos			
Infestación % de botones		Ph (-0.6; p=0.05)	
Infestación % de frutos			Ph (-0.77; p=0.05)
Sobrevivencia % estado inmaduros	Ph (-0.66; p=0.004) Ca (-0.71; p=0.002) Acr (-0.76 ;p=0.03)		

a). Las relaciones de los porcentajes de infestación y adultos se determinaron en seis eventos de muestreo a lo largo de todo el estudio. La correlación se hizo con la abundancia de enemigos naturales registrados en eventos x , x-1 y x-2 .solo se presentaron la relaciones significativas. Los enemigos naturales son: Ca (Carabidae), F(Formicidae), Gr(gryllidae), For (Forficulidae), Ly (Lycosidae). b). Las relaciones de infestación, adultos y sobrevivencia (%) en estado inmaduros se determinaron en seis eventos de muestreo a lo largo de todo el estudio. La correlación se hizo con la abundancia de hormigas colectadas en trampas de cebo de atún en eventos x , x-1 y x-2 . Las hormigas son: Ph (*Pheidole biconstricta*), S (*Solenopsis* sp.), Acr (*Acropyga* sp. y L (*Linepithema angulata*).

6. Discusión

En este estudio se obtuvo una mayor presencia y actividad de estados inmaduros de *D. inedulis* en los estados fenológicos de prefloración y fructificación de *P. ligularis* (Tabla 1; figura 2a y 2c). Estos resultados coinciden con trabajos previos sobre infestación de *D. inedulis* en granadilla en Colombia, donde el mayor porcentaje de inmaduros se observó en botones florales y frutos inmaduros (Umaña 2005; Wyckhuys *et al.*, 2011 y Wyckhuys *et al.*, 2012).

La variación temporal de adultos de *D. inedulis* se encontró corelacionada positivamente con la floración de los cultivos de *P. ligularis* y no con los periodos de fructificación (Tabla 1), (Peñaranda *et al.*, 1986; Uchôa *et al.*, 2002). Esta asociación, se ha evidenciado en trabajos realizados en *Passiflora* spp. en donde describen los ataques con *D. inedulis* en el estado fenológico de floración de dicha planta (Peñaranda, 1986; Norrbom & McAlpine, 1997; Umaña, 2005). Esto puede estar relacionado con el hecho que el ovario floral es de textura más suave y fácil perforación por el ovipositor de la hembra (Imagen 2a), a diferencia de los frutos inmaduros con exocarpio duro, donde se dificulta su perforación. (Peñaranda *et al.*, 1986; Amaya, 2009).

En los resultados se evidencia que la precipitación muestra una incidencia en el patrón temporal de la actividad de los adultos (Figura 2b y c), así se registró una mayor abundancia de adultos capturados en trampas Mcphail en periodos de baja precipitación (diciembre y enero), esto probablemente está relacionado la dificultad en el desplazamiento, búsqueda y realización de eventos de oviposición del adulto *D. inedulis* en periodos de alta precipitación (noviembre y abril), resultados concordantes por lo

enunciado por Price (1986), Berryman (2002, 2008) y Nair (2007). Es de resaltar, que otros factores como la disponibilidad de flores y botones florales juegan un papel importante en la abundancia temporal de los adultos en el cultivo (Ferrara *et al.*, 2005), mostrando una relación positiva con el número de flores y la mayor actividad de adultos (Tabla 1).

Este estudio demuestra la influencia de la precipitación, así como, el papel que juega la disponibilidad de recursos alimenticios con el número botones florales y flores, en la dinámica poblacional de *D. inedulis*, ayudando sustancialmente a la permanencia temporal de las poblaciones locales sobre el tiempo (Aluja & Mangan, 2008). Estas relaciones permiten generar conocimiento de cuál es el momento apropiado para iniciar un manejo más eficiente y controlar la infestación en períodos de fructificación, direccionando futuros trabajos sobre tácticas que disminuye la abundancia de adultos y reduzca el impacto en la caída prematura y daño sobre frutos del cultivo.

Durante el proceso de disección periódica de flores y frutos inmaduros realizada en el estudio se observa una diferencia significativa en la cantidad de huevos que oviposita *D. inedulis* y la baja mortalidad en los estados de huevo y larval temprano (Figura 3). Las hembras de *D. inedulis* establecieron un promedio de 8,24 huevos, de los cuales el 86% se desarrollaron hasta el final del estado larval tardío, durante un periodo de 14 días (Figura 3). En este sentido, los datos obtenidos concuerdan con los registrados por Leyva *et al.*, (1991) y Diaz-Fleischer & Aluja, (2003), en donde variabilidad en número de huevos ovipositados y su posterior desarrollo inmaduro se relaciona con varios aspectos de la fruta hospedante. Las bajas mortalidades posiblemente se deben al desarrollo de los estados inmaduros tempranos en la parte interna del órgano, lo que les confiere protección directa a factores abióticos (temperatura y precipitación) y bióticos (depredadores o parasitoides)

(Uchoa, 2012), restringiendo la mortalidad observada por competencia intraespecífica y causas naturales (Begon *et al.*, 1996; Pierre-Francois *et al.*, 2004). Aunque, existen datos preliminares sobre la historia de vida de *D. inedulis* en maracuyá (Peñaranda *et al.*, 1986), se carece de información sobre la fisiología o estrategias de oviposición de *Dasiops* sp.

En las observaciones de la salida natural de estados larvales tardíos. Las larvas minimizan el riesgo de depredación y exposición al clima, al entrar al suelo inmediatamente después de salir del fruto inmaduro (Figura 4), con un éxito de entierro del 76% antes de los nueve minutos lo que coincide con lo encontrado por Aluja *et al* (2005) y El Kaerumi *et al.* (2010) en Tephritidae. Este un periodo de tiempo, aunque es muy corto, registra una ventana de susceptibilidad para el ataque de hormigas, mostrando una relación positiva de estos ataques con el aumento en el tiempo de entierro. Aluja *et al.*, (2005) y Kaerumi *et al.* (2010), encontraron en sus estudios que la mayoría de larvas de Tephtiridae son atacadas por hormigas en los primeros 2 minutos antes del entierro. Estos ataques de hormigas se presentan por encuentros con larvas que inmediatamente insertan sus mandíbulas inmovilizándola y provocando su muerte.

Se encontraron registros de tres especies de hormigas, siendo *P. biconstricta* la especie dominante en los ataques a estados larvales tardíos, contribuyendo con un 13% de la mortalidad en este proceso de entierro (Figura 4), resultados similares son reportados por Aluja *et al.*, (2001) y Aluja *et al.*, (2005). La causa de muerte por exposición climática sólo ocurrió después de los 20 minutos, probablemente por la combinación de estrés térmico, deshidratación y posible quemadura en la cutícula por la superficie caliente (Aluja & Birke 1993; Aluja *et al.*, 2005).

En la exposición de estados larvales tardíos y pupales en trampas con y sin protección a vertebrados y artrópodos terrestres, se registraron diferencias significativas en la sobrevivencia (Figura 5), indicando mayor mortalidad en trampas sin protección, lo que confirma el papel clave que cumplen los depredadores terrestres en el control de plagas en los estados tardíos y pupales (Peñaranda *et al.*, 1986; Uchôa-Fernandes *et al.*, 2003; Aguiar-Menezes *et al.*, 2004; Lozano *et al.*, 2007; Amaya *et al.*, 2009).

La duración del tiempo de ciclo de vida de *D. inedulis* desde huevo hasta adultos reportado por Peñaranda *et al.* (1986) en botones florales de maracuyá (*Passiflora edulis f. sp. flavicarpa*) bajo condiciones de laboratorio fue de 22,8 días, periodo mucho más corto que el encontrado en este estudio, en el que desde huevo a la emergencia del adulto tardo 45 días (Tabla 3). La diferencia en tiempo en el desarrollo entre los dos hallazgos pueden estar asociadas con las condiciones de precipitación, temperatura, humedad relativa y altitud, en las que se realizaron ambos estudios, ya que este estudio se realizó a 1950m de altitud con temperaturas más bajas (19°C), por lo tanto son factores reconocidos que influyen en el tiempo de desarrollo del insecto.

El depredador más común relacionado con adultos *D. inedulis* observado durante el presente estudio fue *Epipona* sp. (Vespidae) (Tabla 4). Estos registros con observaciones directas de ataques de *Polistes* sp. y *Protopolybia* sp., constituyen el primer registro de ataque relacionados con esta plaga (Tabla 4). También, se encontró en menor abundancia, especies de la familia Thomisidae, que coinciden con lo encontrado en el trabajo de Peñaranda *et al.* (1986). Para los artrópodos depredadores terrestres colectados en trampas de caída se registró alta diversidad y representatividad en todos los ocho cultivos de granadilla estudiados, lo que se sugiere, como una herramienta útil para cuantificar y

comparar especies de artrópodos terrestres activos relacionados con la disminución de esta plaga (Sabu *et al.*, 2011).

Entre todos los depredadores, la familia Formicidae fue el más abundante y rico en especies. Las familias Carabidae, Forficulidae y Lycosidae fueron encontradas en menor densidad, pero frecuentemente a través de todo el estudio (Tabla 5). Miembros de estas familias de depredadores (Forficulidae y Formicidae) se relacionaron con el incremento de su abundancia y baja infestación en botones y frutos. Asimismo, *Pheidole* spp. han sido registradas como depredador de estados larvales tardío y pupales (Aluja *et al.*, 2005; Uchoa., 2012).

La composición y abundancia de la comunidad de enemigos naturales presentes en los cultivos de granadilla (Tabla 5) pueden influir en los patrones temporales de infestación de *D. inedulis*. Por lo que se sugiere a las familias Carabidae (*Selenophorus* sp. y *Laemastenus* sp.), Forficulidae, Gryllidae, Polistinae y Formicidae (*P. biconstricta*, *Acropyga* sp. y *Solenopsis* sp.) como factor biótico que contribuye a la mortalidad de estado larvales tardíos y pupales, lo que se convierte en un papel crucial en la disminución de la población de *D. inedulis* en cultivos de granadilla.

En este estudio, *Pheidole biconstricta* fue la especie dominante que ocupó las trampas de cebo de atún asociándose significativamente con la infestación en botones y frutos, e importante como agente de control natural en la sobrevivencia en estados inmaduros (larvales tardíos y pupales); también, se registra *Acropyga* sp. en menor densidad (Tabla 6), pero que cumple un papel importante en contribuir a reducir la sobrevivencia de estados inmaduros. En las relaciones en diferentes series de tiempo de la comunidad de enemigos

naturales con la infestación de inmaduros y la presencia de adultos permitió identificar los potenciales depredadores de *D. inedulis* en los diferentes estados de vida.

Las correlaciones del evento $x-1$ de Formicidae, Carabidae y Gryllidae mostraron una influencia negativa con la abundancia temporal de adultos de *D. inedulis* (Tabla 7a), lo que podría ser indicio de depredación en estado larval tardío y de pupas, que estarían disminuyendo el incremento en la emergencia de adultos en el mes siguiente. De igual forma, se observó relación entre estos enemigos naturales y los de la familia Forficulidae con la infestación en botones, esto probablemente se debe a que ejercen depredación en estados larvales tardíos y pupales que se da después de la salida natural del órgano infestado hacia el suelo, cortando el ciclo de vida de *D. inedulis*, disminuyendo así, la población de adultos y el éxito de oviposición en botones florales y flores.

Para la comunidad de hormigas registradas en las trampas cebadas con atún, se reportó relación negativa con la densidad *P. biconstricta* y el crecimiento de la población de *D. inedulis* en cultivos de granadilla durante todos los eventos de muestreo (Tabla 7b). En este sentido, estos patrones de correlación de eventos de muestreo en el tiempo, permitieron resaltar el papel fundamental que juega esta comunidad de enemigos naturales en la regulación de la población de *D. inedulis*, estas observaciones son similares a los resultados presentados por los distintos estudios en donde evidencian la contribución de los depredadores con el control de plagas de Lonchaeidae y Tephritidae (Aguiar-Menezes *et al.*, 2002; Forrester & Steele, 2004; Aluja *et al.* 2005; Hui & Jianhong, 2007), numerosos trabajos señalan la importancia de parasitoides como factor limitante en el crecimiento poblacional de *D. inedulis* (Uchôa-Fernandes *et al.* 2003; Aguiar-Menezes *et al.*, 2004;

Guimarães & Zucchi, 2004; Asimwe *et al.*, 2007; Amaya *et al.*, 2009; Souza-Filho *et al.*, 2009; Nicácio *et al.* 2011; Uchoa, 2012).

Durante todo el seguimiento realizado de las pupas expuestas de *D. inedulis* en los ocho cultivos de *P. ligularis*, no se registraron eventos de parasitismo, a diferencia de los estudios de Peñaranda *et al.*, (1986) y Amaya *et al.*, (2009) en donde reportan el parasitismo de pupas de *D. inedulis* con *Opius* sp., *Aspilota* sp., *Pentrapia* sp., *Basalys* sp. y *Pachycrepoideus indemniae*. Los resultados obtenidos en este estudio, probablemente, se relacionan con el uso excesivo de aplicaciones de insecticidas (ingredientes activos: Thimethoxam, Lambda cyhalothrin y Dimethoate) base-calendario de amplio espectro sobre los cultivos de granadilla por parte de los agricultores locales en el municipio de Buena Vista, Boyacá, Colombia (Wyckhuys *et al.*, 2011).

7. Conclusiones

- La fluctuación poblacional de los estados inmaduros de *D. inedulis* se relaciona con dos etapas fenológicas del cultivo de *P. ligularis*: prefloración y fructificación, incrementando la actividad de este insecto en estas etapas.
- La actividad y presencia de adultos *D. inedulis* es afectada por la alta precipitación y estado fenológico de prefloración en *P. ligularis*.
- La alta tasa de sobrevivencia (68%) de *D. inedulis* en sus estados de huevo y larval temprano es en el ovario floral y el fruto inmaduro.
- La alta mortalidad registrada en los estados larvales tardíos y pupales de *D. inedulis* evidencian una ventana de susceptibilidad ideal para propiciar a futuro estrategias más eficientes que permitan regular las poblaciones de esta plaga en cultivos de granadilla.
- Se identificó en cultivos de *P. ligularis* el uso potencial para control biológico de *D. inedulis* en los estados larval tardío y pupal a depredadores artrópodos forrajeros terrestres (Formicidae: *P. biconstricta* y *Solenopsis* sp.; Carabidae: *Dailodontus* sp. *Selenophorus* sp. y *Laemostenus* sp) y vertebrados.

8. Bibliografía

- Aguiar-Menezes, E., Menezes, E.B., Cassino, P.C.R. & Soares, M.A. (2002). Passion fruit. Tropical fruit pests and pollinators: biology, economic importance, natural enemies and control. 361-390.
- Aguiar-Menezes, E. L., Nascimento, R.J. & Menezes, E.B. (2004). Diversity of Fly Species (Diptera: Tephritoidea) from *Passiflora* spp. and their Hymenopterous parasitoids in two municipalities of the Southeastern Brazil. *Neotropical Entomology*. 33(1):113-116.
- Asturizaga A. S., Øllgaard, B. & Balslev, H. (2006). Frutos comestibles. *Botánica Económica de los Andes Centrales* Editores: M. Moraes R., B. Øllgaard, L. P. Kvist, F. Borchsenius & H. Balslev. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz. 329-346.
- Amaya, O.S, Devia Varon, H. E & Salamanca, J. (2009). Prueba de extractos vegetales para el control de *Dasiops* spp., en granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) en el Huila, Colombia. *Corpoica Ciencia. Tecnología Agropecuaria*. 10(2):141-151.
- Asiimwe, P., Ecaat, J. S., Otim, M., Gerling, D., Kyamanywa, S. & Legg J. P. (2007). Life-table analysis of mortality factors affecting populations of *Bemisia tabaci* on cassava in Uganda. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 122:37-44.
- Aluja, M., & Mangan, R. (2008). Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) Host status determination: Critical conceptual, methodological, and regulatory considerations. *Annual Review of Entomology* 53: 473-502.
- Aluja, M., Sivinski J, Rull J. & Hodgson P.J. (2005). Behavior and predation of fruit fly larvae (*Anastrepha* spp) (Diptera: Tephritidae) After Exiting fruit in four types of habitats in tropical Veracruz, Mexico. *Environmental Entomology*, 34(6):507-1516.
- Aluja, M., Diaz-Fleischer, F., Papaj, D.R., Lagunes, G., Sivinski, J. (2001). Effects of age, diet, female density, and the host resource on egg load in *Anastrepha ludens* and *Anastrepha obliqua* (Diptera: Tephritidae). *J Insect Physiol* 47: 975-988.
- Aluja, M., & Birke, A.(1993). Habitat use by *Anastrepha obliqua* flies (Diptera: Tephritidae) in a mixed mango and tropical plum orchard. *Ann.Entomol.Soc. Am.* 18: 799- 812.
- Bateman, M.A. (1972). The ecology of fruit flies. *Annu. Rev.Entomol.* 17: 49-18.
- Begon, M., Mortiner, M & Thompson, D.(1996). *Population Ecology. A unified study of animals and plants.* Third edition. Blackwell science ltd.
- Beyene, Y., Hofsvang, T. & Azerefegne.(2007). Population dynamics of tef epilachna (*Chnootriba similis* Thunberg) (Coleoptera, Coccinellidae) in Ethiopia. *Crop protection* 26:1634-1643.

- Bellows , T. S. & Fisher , T. W. (eds.) (1999). Handbook of Biological Control: Principles and Applications of Biological Control. Academic. Press, San Diego, CA.
- Berryman A.A.(2002). Population: a central concept for ecology?.*Oikos*.97:3.
- Berryman A.A.(2004). Limiting factors and population regulation.*Oikos*.105:3:449–670.
- Bressan-Nascimento, S. (2001).Emergence and Pupal Mortality Factors of *Anastrepha obliqua* (Macq.) (Diptera: Tephritidae) along the Fruiting Season of the Host *Spondias dulcis* L. *Neotropical Entomology*, 30(2): 207-215.
- Caires, C. S., Uchôa-Fernandes, M.A., Nicácio, J. & Strikis, P.C. (2009). Frugivoria de larvas de *Neosilba* McAlpine (Diptera, Lonchaeidae) sobre *Psittacanthus plagiophyllus* Eichler (Santalales, Loranthaceae) no sudoeste de Mato Grosso do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia* 53(2): 272–277.
- Carey, J.R.(1993). Applied demography for biologist with special emphasis on insect. Oxford University press, New York.
- Chang, G. C. and Snyder, W. E. (2004).The relationship between predator density, community composition, and field predation of Colorado potato beetle eggs. 31: 453–461
- Da Silva, F., Meirelles, R.N., Redaelli, L.R. & Dal Soglio, F.K. (2006). Diversity of Flies (Diptera: Tephritidae and Lonchaeidae) in Organic Citrus Orchards in the Vale do Rio Caí, Rio Grande do Sul, Southern Brazil. *Neotropical Entomology*. 35(5):666-670.
- D'abrera, B. (1984).Butterflies of the Neotropical Region.Part II Danaidae, Ithomiidae, Heliconidae & Morphidae.Victoria, Hill House. 384.
- Delgado, A., Kondo, T., Lopez, K.,Quintero, M.E., Burbano, M.B& Medina, J.A. (2010). Biología y algunos datos morfológicos de la mosca del boton floral de la pitaya amarilla, *Dasiops saltans* (TOWNSEND) (Diptera:Lonchaeidae) en el valle del Cauca, Colombia. *Boletín del museo de entomología de la universidad del Valle*. 11:1-10.
- Di Rienzo J.A., F. Casanoves, M.G. Balzarini, L. Gonzalez, M. Tablada & C.W. Robledo. InfoStat versión 2011e. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL<http://www.infostat.com.ar>.
- Diaz-Fleischer F, Aluja M (2003a) Behavioural plasticity in relation to egg and time limitation: the case of two fly species in the genus *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae). *Oikos* 100: 125-133.
- Fancelli, M. & A.L.M. Mesquita. (1998). Pragas do Maracujazeiro, p. 169-180. *In*: R.B. Sobrinho; J.E. Cardoso & F.C.O. Freire. (Eds). Pragas de fruteiras tropicais de importância agroindustrial.Brasília, EMBRAPA-SPI, 209p.

- Ferrara, F.A.A, Aguiar-Menezes, E.L, Uramoto, K., Marco J.P., de Souza, S.A.S, Cassino P.C.R.(2005). Análise faunística de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) da Região Noroeste do estado do Rio de Janeiro. *Neotrop Entomol* 34: 183-190.
- Forrester, g. E. & Steele, M. A. (2004).Predators, prey refuges, and the spatial scaling of density-dependent prey mortality.*Ecology*.85(5):1332-1342.
- Guimarães, J. A. & Zucchi, R.A.(2004).Parasitism behavior of three species of Eucoilinae (Hymenoptera: Cynipoidea, Figitidae) parasitoids of fruit flies (Diptera). *Neotrop. Entomol* 33:217–224.
- Guillén, L. Aluja, M., Equihua, M. & Sivinski, J.(2002).Performance of Two Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) Pupal Parasitoids (*Coptera haywardi* (Hymenoptera: Diapriidae) and *Pachycrepoideus vindemiae* (Hymenoptera: Pteromalidae) under Different Environmental Soil Conditions. *Biological Control* 23,219–227.
- Guitierrez, A.P.(1996). Applied population ecology.Asupply-demand approach.Chaper 3.The role of Abiotic factors.27-41. Jhon wiley & sons, Inc.
- Guimarães, J. A., Zucchi, R.A., Diaz, N.B. Souza Filho, M.F.& Uchôa, M.(1999).Espécies de Eucoilinae (Hymenoptera,Cynipoidea: Figitidae) parasitóides de larvas frugívoras (Diptera: Tephritoidea) no Brasil. *Ann. Soc. Entomol. Brasil.* 28:263–273.
- Hajek, A.(2004). Natural Enemies. An Introduction to Biological Control.Chapter 7 Predators.124-143.Cambridge University Press.
- Hasyim, A., Muryati, R.& kogel W.J.(2008). Population fluctuation of adult males of the fruit fly, *Bactrocera tau* walker (Diptera: Tephritidae) in passion fruit orchards in relation to abiotic factors and sanitation *Indonesian Journal of Agricultural Science.* 9(1):29-33.
- HDOA (Hawai'i Department of Agriculture).(2002). Distribution and Host Records of Agricultural Pests and Other Organisms in Hawai'i. State of Hawai'i, Department of Agriculture, Honolulu, HI.
- Hochberg, Y.& Tamhane, A.(1987). Multiple comparison procedures. Wiley,New york, NY, USA.
- Hodgson PJ, Sivinski J, Quintero G, Martin, A. (1998) Depth of pupation and survival of fruit fly (*Anastrepha* spp.: Tephritidae) pupae in a range of agricultural habitats. *Environ Entomol* 27: 1310-1314.
- Holm-Nielsen L.B., Jørgensen.,P. M. & Lawesson, J.E.(1988). Passifloraceae. In: Harling & L. Andersson (eds.), *Flora del Ecuador* 31: 124.
- Hui,Y. & Jianhong, L .(2007) Population dynamics of oriental fruit fly *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae) in Xishuangbanna, Yunnan Province, China. *Frontiers of Agriculture in China* 1: 76-80

- Hulthen AD, Clarke AR (2006) The influence of soil type and moisture on pupal survival of *Bactrocera tryoni* (Froggatt) (Diptera: Tephritidae). Aust J Entomol 45: 16-19.
- Jervis, M.A.(2005). Insect as natural enemies.A practical perspective.Published by Springer.
- Insuasty, O.,J., Cuadros, R. Monroy & J. Bautista.(2007).Manejo integrado de moscas de la fruta de la guayaba (*anastrepha* spp.).Colombia. editorial, Produmedios.
- Lacey, L. A., Frutos, R., Kaya, H. K.and Vails, P.(2001). Lacey Insect Pathogens as Biological Control Agents: Do They Have a Future?.Biological Control 21,230–248
- Lourenção, A.L.; Lorenzi, J.O. & Ambrosano, G.M.B. (1996). Compartimento de clones de mandioca em relação a infestação por *Neosilba perezii* (Romero & Ruppell) (Diptera:Lonchaeidae). Scientia Agricola 53:304-308.
- Lei, G.,Hanski, I. (1997). Metapopulation structure of *Cotesia melitaearum*, a specialist parasitoid of the butterfly *Melitaea cinxia*.Oikos 78, 91-100.
- Leyva JL, Browning HW, Gilstrap FE (1991) Development of *Anastrepha ludens* (Diptera: Tephritidae) in several host fruit. Environ Entomol 20: 1160-1165.
- Lozano J., Chamorro, L., Floriano, J., Vera, L. & Segura, J.(2007). Enfermedades y plagas en el cultivo de granadillas (*Passiflora ligularis*) en el departamento del Huila. Boletín técnico.
- Manicom, B., C. Ruggiero, R. C. Ploetz & de Goes, A. (2003). Diseases of passion fruit. pp 413-441. En: Ploetz, R.C. (ed.). Diseases of tropical fruit crops. CAB International, Wallingford.
- Márquez C., Mirlet De J. Peláes S. & Misael Cortes R. (2009). Deshidratación de granadilla (*Passiflora ligularis*) por convección forzada para elaboración de bebidas aromáticas. Revista Ces / medicina veterinaria y zootecnia, 4:2.
- Ministerio de Agricultura y pesca del valle, SAPV.(2008). Guía de costos de producción agrícola. Disponible en:
URL:<http://www.valledelcauca.gov.co/agricultura/publicaciones.php?id=966>.
- Ministerio de agricultura y Desarrollo Rural-MADR.(2008). Desarrollo de la Fruticultura en Boyacá. Plan fruticultura nacional.
- Molina, E. (2000). Moscas que afectan los órganos de la reproducción de la Passiflora. Sanidad vegetal del ICA. Seccional Boyacá. p.1-4.
- Nair, K.S. (2007).Tropical forest insect pest, ecology, impact, and management. Capitulo 7. Population dynamic: What makes an insect a pest?.119-133.
- Naranjo, S. E.(2001).Conservation and evaluation of natural enemies in IPM systems for *Bemisia tabaci*. Crop Protection.20:835–852.

- Nicácio, J. N., Uchôa, M.A., Faccenda, O., Guimarães, J.A. & Marinho, C.F.(2011). Native larval parasitoids (hymenoptera) of frugivorous Tephritoidea (diptera) in south pantanal region, brazil. *Florida Entomologist*, 94(3):407-419. 2011.
- Norrbom, A.L & McAlpine J.F. (1997). A revision of the neotropical species of *Dasiops rondani* (Diptera: Lonchaeidae) attacking *Passiflora* (passifloraceae). *Memoir entomol. Soc. Wash.* 18:189-211.
- Noronha, A. C.(2006). Biological aspects of *Tetranychus marianae* McGregor (Acari, Tetranychidae) reared on yellow passion fruit (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) leaves. *Rev. Bras. Zool.* vol.23 no.2 Curitiba.
- Noronha, A.C.S. and Cavalcante, A.C.C. (2011). Aspectos biológicos de *brevipalpus obovatus* donnadieu (Acari: Tenuipalpidae) em maracujazeiro. *Arq. Inst. Biol.*, São Paulo, v.78, n.3, p.453-457.
- Orsini, MM, Daane KM, Sime KR, Nelson E.H (2007) Mortality of olive fruit fly pupae in California. *Biocontrol Sci Technol* 17: 797-807.
- Ovruski, S., Aluja, M., Sivinski, J. & Wharton, R.(2000). Hymenopteran parasitoids on fruit-infesting Tephritidae (Diptera) in Latin America and the southern United States: Diversity, distribution, taxonomic status and their use in fruit fly biological control. *Integrated Pest Management Reviews* 5: 81–107
- Peñaranda, I.A., Chacon, P. & Rojas, M. (1986). Biología de la mosca de los botones florales del maracuyá *Dasiops inedulis* (Diptera: Lonchaeidae) en el valle del Cauca. *Revista Colombiana de Entomología*. 12:16-22.
- Proexport.(2009). Informe de frutas exóticas, mermeladas y frutas deshidratadas. Colombia.
- Pierre-Francois, D., Patrice, D. & Quilici, S.(2004). A review of relationships between interspecific competition and invasions in fruit flies (Diptera:Tephritidae). *Ecological Entomology*. 29:511-520.
- Price, (1986). *Insect ecology* second edition. Chapter 12 Population dynamics: Conceptual Aspects: 262-303. Chapter 13 Population Dynamics: Modeling. 306-331.
- Korytkowski. C.A & Ojeda D.(1971). Revisión de las especies de la familia Lonchaeidae en el Perú (Diptera: Acalypratae). *Revista Peruana de Entomología* 14: 87-116.
- El Keroumi, A., Naamani, K., Dahbi, A., Luqueu, I., Carvajal, A., Cerda, X. & Boulay, R. (2010). Effect of ant predation and abiotic factors on the mortality of medfly larvae, *Ceratitis capitata*, in the Argan forest of Western Morocco. *Biocontrol Science and Technology*. 20:751-762.
- Raffel, T.R., Martin, L. B. & Rohr, J. R.(2008). Parasites as predators: unifying natural enemy ecology. *Trends in Ecology and Evolution*. 23 (11): 610-618

- Rivera, B., Miranda, D. & Avila, L.A.(2002). Manejo integral del cultivo de granadilla (*Passifora, ligularis* Juss). Editorial Litoas, Manizales, Colombia.130.
- Rodríguez-del-Bosque, L. A. & H. C. Arredondo-Bernal (2007). Teoría y Aplicación del Control Biológico. Sociedad Mexicana de Control Biológico, México. 303.
- Rodríguez, G., Delvalle, M.P., Silva-Acuña, R.(1999). Fluctuación poblacional y aplicación del análisis de sendero a la época del incremento de *Anastrepha striata* Schiner (Diptera: Tephritidae) afectando a *Psidium guajava* L. en el estado Monagas, Venezuela. Bol Entomol Venez 14(1):63-76 .
- Rueda L. C., Ortega, L. G., Segura, N. A., Acero, V. M. & Bello, F. (2010). *Lucilia sericata* strain from Colombia: Experimental Colonization, Life Tables and Evaluation of Two Artificial Diets of the Blowfly *Lucilia sericata* (Meigen) (Diptera: Calliphoridae), Bogotá, Colombia Strain. Biol Res.43:197-203.
- Saldarriaga, R.L.(1998).Manejo poscosecha de granadilla (*Passiflora ligularis* Juss).Serie de paquetes de capacitación sobre manejo poscosecha de frutas y hortalizas No. 7. Convenio SENA-Reino Unido, Armenia, Colombia.266
- Sabu, T.K, Shiju, R.T, Vinod, K.V. & Nithya, S.(2011). A comparison of the pitfall trap, Winkler extracto and Berlesse funnel for sampling ground-dwelling arthropods in tropical montanecloud forest. journal of insect Science.11:28 available online: insectscience.org. 11.28.
- Silva, F.F., Meirelles,R.N., Redaelli,L.R. & Soglio, F.K.D.(2006).Diversity of flies (Diptera: Tephritidae and Lonchaeidae) in organic citrus orchards in the Vale do Rio Caí, Rio Grande do Sul, Southern Brazil.Neotropic. Entomol.5:666–670
- Schowalter, T.(2006). Insect ecology.An ecosystem approach. Second edition:153-176.
- Sime KR, Daane KM, Kirk A, Andrews JW, Johnson MW, Messing RH (2007) *Psytalia ponerophaga* (Hymenoptera: Braconidae) as a potential biological control agent of olive fruit fly *Bactrocera oleae* (Diptera: Tephritidae) in California. Bull Entomol Res 97: 233-242.
- Smith, D. & Peña, J.E.(2002). Tropical fruit pests and pollinators: Biology, economic importance, natural enemies and control. Wallingford, CAPI Publishing, In J.E. Peña, J.L. Sharp & M. Wysoki (eds.).Tropical citrus pests.57-101.
- Speight .M.R., Hunter, M.D & Watt A.D.(2008). Ecology of insects. Concepts and applications.Second edition.
- Steyskal, G.C.(1980). Two-winged flies of the genus *Dasiops* (Diptera: Lonchaeidae) attacking flowers or fruit of species of *Passiflora* (passion fruit, granadilla, curuba, etc.). In: proceeding of entomological society of Washigton. 82:166-170.
- Souza-Filho, MF., Raga, A., Azevedo-Filho, JA., Strikis, PC., Guimarães, JA.and Zucchi, RA.(2009). Diversity and seasonality of fruit flies (Diptera: Tephritidae and

- Lonchaeidae) and their parasitoids (Hymenoptera: Braconidae and Figitidae) in orchards of guava, loquat and peach. *Braz. J. Biol.* 69:31-40.
- Thomas DB (1993) Survivorship of the pupal stage of the Mexican fruit fly *Anastrepha ludens* (Loew) (Diptera: Tephritidae) in an agricultural and a nonagricultural situation. *J Entomol Sci* 28: 150-362.
- Triplehorn, C.& Jhonson, N. (2005). Introduction to the study of insects seven edition. Thomson learning. 672-736
- Uchôa-Fernandes, M. A & Zucchi, R.A.(1999). Metodología de colecta de Tephritidae y Lonchaeidae frugívoros (Diptera: Tephritoidea) y sus parasitoides (Hymenoptera). *An. Soc. Entomol. Brasil.* 28:601-610.
- Uchôa-Fernandes, M. A., Oliveira, I., Molina, R. M. S. & Zucchi, R. A. (2002). Species diversity of frugivorous flies (Diptera: Tephritidae) from hosts in the cerrado of the State of Mato Grosso do Sul, Brazil. *Neotropical Entomology.* 31:515-524.
- Uchôa-Fernandes M, Molina, R.M., Oliveira, I., Zucchi, R.A., Canal, N.A. & Díaz, N.B.(2003). Larval endoparasitoids (Hymenoptera) of frugivorous flies (Diptera, Tephritoidea) reared from fruits of the cerrado of the State of Mato Grosso do Sul , Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia.*47:2.
- Uchoa, M.A.(2012). Fruit Flies (Diptera: Tephritoidea): Biology, Host Plants, Natural Enemies, and the Implications to Their Natural Control. en el libro de Larramendy M.L y Soloneski, S.(2012) Integrated Pest Management and Pest Control - Current and Future Tactics. Capitulo 12:271-300.
- Umaña, M.(2005). Mosca de la fruta del genero *Dasiops* (Diptera:Lonchaeidae) asociadas a la curuba y recomendaciones generales para su manejo agroecologico en la vereda cañon, municipio de Sutamarchan- Boyaca. *Revista colombiana de Entomología* 31(1): 59-65.
- Urbaneja A, Garcia Mari F, Tortosa D, Navarro C, Vanaclocha P, Bargues L, Castañera P (2006) Influence of ground predators on the survival of the Mediterranean fruit fly pupae, *Ceratitis capitata*, in Spanish citrus orchards. *BioControl* 51: 611-626.
- Vayssieres, J.F., Korie, S.and Ayegnon, D. (2009). Correlation of fruit fly (Diptera Tephritidae) infestation of major mango cultivars in Borgou (Benin) with abiotic and biotic factors and assessment of damage. *Crop Protection.* 28:477-488
- Wagner, W.L., D.R. Herbst, and Sohmer, S.H. (1999). Manual of the Flowering Plants of Hawaii. 2 vols. Bishop Museum Special Publication 83, University of Hawaii and Bishop Museum Press, Honolulu, HI.
- Wong MA, Wong TTY (1988) Predation of the Mediterranean fruit fly and the Oriental fruit fly (Diptera: Tephritidae) by the fire ant (Hymenoptera: Formicidae) in Hawaii. *Proc Hawaii Entomol Soc* 28: 169-177.

Wyckhuys, K.A.G & O'neil, R.J (2006).Population dynamics of *Spodoptera frugiperda* Smith (Lepidoptera: Noctuidae) and associated arthropod natural enemies in Honduran subsistence maize. *Crop protection*. (25):1180-1190.

Wyckhuys, K.A.G., Lopez, F., Rojas, M & Ocampo, J.(2011). The relations of farm surroundings and local infestation pressure to pest management in cultivated *Passiflora* species in Colombia?.*International journal of pest manegement*. 57(1):1-10.

