UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

“Biología y especificidad de insectos fitófagos sobre *Conyza bonariencia* (Asteraceae)”

Liseth Marcella Suárez Pabón

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias, Escuela de Biociencias, Área Curricular de Ciencias Naturales
Medellín, Colombia
2021

“Biología y especificidad de insectos fitófagos sobre *Conyza bonariencia* (Asteraceae)”

Liseth Marcella Suarez Pabón

Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al título de:

Magister en Ciencias-Entomología

Director (a):
Sandra Inés Uribe Soto M.Sc, PhD.
Codirector (a):
Francisco Cristóbal Yepes MSc.

Línea de Investigación:
Sistemática
Grupo de Investigación en
Sistemática molecular

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias, Escuela de Biociencias, Área Curricular de Ciencias Naturales
Medellín, Colombia
2021

A mi familia y a la fuerza incansable de todos
los agricultores de mi pueblo y del mundo.

“No moriré del todo.
Cuando pase al otro lado del espejo,
como un cable tendido en el abismo
se quedarán mis versos.

Con ellos volveré y cuando alguien
abra los frágiles cuadernos
que llené de palabras
estaré viva en ellos”.

María Ofelia Villamizar

Declaración de obra original

Yo declaro lo siguiente:

He leído el Acuerdo 035 de 2003 del Consejo Académico de la Universidad Nacional. «Reglamento sobre propiedad intelectual» y la Normatividad Nacional relacionada al respeto de los derechos de autor. Esta disertación representa mi trabajo original, excepto donde he reconocido las ideas, las palabras, o materiales de otros autores.

Cuando se han presentado ideas o palabras de otros autores en esta disertación, he realizado su respectivo reconocimiento aplicando correctamente los esquemas de citas y referencias bibliográficas en el estilo requerido.

He obtenido el permiso del autor o editor para incluir cualquier material con derechos de autor (por ejemplo, tablas, figuras, instrumentos de encuesta o grandes porciones de texto).

Por último, he sometido esta disertación a la herramienta de integridad académica, definida por la universidad.

Liseth Marcella Suarez Pabón

Fecha 23/04/2021

Agradecimientos

Expreso mi total y sincero agradecimiento a todos mis familiares, amigos, colegas y compañeros que aportaron parte de su tiempo y conocimientos para avanzar en esta investigación. A la universidad Nacional de Colombia sede Medellín, al programa de la Maestría en Ciencias – Entomología por la formación académica y los espacios brindados. Gracias a la profesora Sandra Inés Uribe Soto por su paciencia, guía y apoyo académico en la ejecución de esta investigación. A mi codirector, el profesor Francisco Yepes quien supo ser guía en los momentos más oportunos.

Agradezco al CSIRO de Australia (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization) por la financiación y la oportunidad de hacer parte de este proyecto.

Resumen

Biología y especificidad de insectos fitófagos sobre *Conyza bonariensis* (L.) Cronquist (Asteraceae)

Se realizó un inventario de insectos asociados a la planta *C. bonariensis* de la familia Asteraceae considerada como una maleza que afecta el crecimiento y producción de plantas de importancia agronómica. El reconocimiento de los insectos y la caracterización del daño en la planta, se realizó en once municipios del departamento de Antioquia. Se registran seis especies en tres órdenes y cuatro familias (Tephritidae, Choreutidae, Pterophoridae y Miridae) las cuales no habían sido registradas como fitófagas de la planta en el país. La identificación taxonómica de las especies se realizó con base en caracteres morfológicos y fue posteriormente verificada con la ayuda de especialistas. Las especies encontradas fueron: *Eutreta rhinophora*, *Trupanea bonariensis* (Diptera), *Caloreas cydrota* y *Lioptiliodes* sp (Lepidoptera), *Puto barberi y Proba vitiscuttis* (Hemiptera). Se realizó la descripción del daño sobre la planta con base en observaciones de campo y laboratorio y se precisaron con base en la literatura y trabajos previos aspectos sobre el rango de hospederos y la especificidad de los insectos, lo cual es de importancia para su consideración como de uso potencial en programas futuros de control biológico de la maleza.

El ciclo de vida de la especie *T. bonariensis* fue estudiado bajo condiciones de laboratorio por considerarse entre los insectos encontrados el de mayor importancia en el contexto del biocontrol. La duración del ciclo fue de 45 a 50 días. La duración de los estados biológicos fue huevo 5-8 días, larva 25-30 días, pupa 8-13 días, adulto 16.7 ± 5 días. Se encontraron tres estadios larvales que se desarrollan en las agallas presentes en los tallos de las plantas. La formación de las agallas afecta y modifica la fenología y

crecimiento de las plantas produciendo ramificaciones y reduciendo el tamaño de las mismas. Se describe el comportamiento de cópula, el inicio, forma y duración del daño, así como aspectos de la biología de la especie.

Se presentan los registros de presencia de la planta y de las especies de insectos encontrados, como información de base para el desarrollo de futuros trabajos enfocados a la evaluación del uso potencial de insectos como control biológico de *C. bonariensis*.

Palabras clave: Insectos asociados, *C. bonariensis*, fitófagos, Control biológico.

Abstract

Biology and specificity of phytophagous insects on *Conyza bonariensis* (L.) Cronquist (Asteraceae

An inventory of insects associated with *C. bonariensis* a plant of the Asteraceae family is presented. This is considered a weed that affects the growth and production of plants of agronomic importance. The recognition of the insects and the characterization of the damage in the plant was done in eleven municipalities of the department of Antioquia. Five species are registered in three orders and four families that have not been reported as phytophages for the plant in the country. The taxonomic identification of the species was carried out based on morphological characters and was subsequently verified with the help of specialists. The species found were: *Eutreta rhinophora, Trupanea bonariensis* (Diptera), *Caloreas cydrota* and *Lioptiliodes* sp (Lepidoptera), *Puto barberi* and *Proba vittiscutis* (Hemiptera). The description of the damage on the plant was made based on field and laboratory observations and aspects about the host range and the specificity of as insects were specified based on the literature and previous works.

The life cycle of the species *T. bonariensis* was studied under laboratory conditions, bugs this are among the insects found, the most important for of biocontrol. The duration of the cycle was 45 to 50 days. The duration of the biological stages was egg 5-8 days, larva 25-30 days, pupa 8-13 days, adult 16.7 ± 5 days. Three larval stages were found that develop in galls present on plant stems. The formation of galls affects and modifies the phonology and growth of plants producing ramifications and reducing their size. The mating behavior, form and duration of the damage, as well as aspects of the biology of the species are described.

Registrer of plant and associated insect are presented as a base information for future studies of biological control of *C. bonariensis*.

Keywords: Associated insects, *C. bonariensis*, phytophagous, Biological control.

Contenido

Pág.

1. Capítulo 1 11
1.1 Materiales y métodos....13
1.1.1 Área de estudio 13
1.1.2 Muestreo en campo....14
1.2 Resultados y discusión 15
1.2.1 Muestras botánicas 17
1.2.2 Insectos encontrados sobre *C. bonariensis* 17
1.3 Discusión 51

2. Capítulo 2 54
2.1 Materiales y métodos....55
2.1.1 Área de estudio 55
2.1.2 Ciclo de vida bajo condiciones de laboratorio....55
2.1.3 Propagación de las plantas 55
2.1.4 Obtención de Agallas en campo....56
2.1.5 Obtención de adultos parentales 58
2.1.6 Obtención de estados inmaduros 58
2.1.7 Infestación....59
2.2 Resultados....61
2.2.1 Sitios de muestreo....63
2.2.2 Caracterización e identificación ampliada del daño 64
2.2.3 Evidencia del daño por localidades 66
2.2.4 Tamaño y caracterización de las agallas....67
2.3 Ciclo de vida de *T. bonariensis* bajo condiciones de laboratorio 68
2.3.1 Adultos 68
2.3.2 Observación del comportamiento sexual Parada Sexual: Cortejo y copula 68
2.3.3 Posturas de las hembras....69
2.3.4 Estados inmaduros....70
2.4 Aspectos etológicos....75
2.4.1 Comportamiento de los machos 75
2.4.2 Proporción de sexos....76
2.5 Enemigo natural....76

4. Conclusiones 82

Bibliografía....84

Lista de figuras

Figura 1-1. Mapa del departamento de Antioquia actualizando los registros de distribución de la planta *C. bonariensis*.. 16

Figura 1-2. Caracteres morfológicos familia Tephritidae. A. Cabeza en vista latera. Y frontal de Anastrepha oblicua (Macquart). B. Tórax en vista dorsal de *A. oblicua* y C. Ala derecha de *A. oblicua.* Fuente: Hernández- Ortiz Vicente. El género Anastrepha en Mexico. 21

Figura 1-3. A. Alas características de *Eutreta*; B. Vista frontal, cabeza. 23

Figura 1-4. *E. rhinophora* ♂ vista lateral. 24

Figura 1-5. A. Daño encontrado en campo; B Larva vista bajo estereoscopio con aumento de 10x. 25

Figura 1-6. A. Esclerito basolateral Ilustrada por A. L Norrbom; B. Patrón alas estrellado. Este espécimen fue identificado como *T. bonariensis.* La especie fue confirmada por el especialista en la familia Tephritidae Allen Lee Norrbom del United States Departament of Agriculture USDA, a partir de especímenes adultos. 27

Figura 1-7. Imágenes de *Trupanea* macho y hembra. 28

Figura 1-8. A Agalla en zona apical e la planta con coloración rojiza; B agalla zona apical inicio de coloración rojiza. 29

Figura 1-9. A. Orificio de salida de adultos; B. Ramificaciones secundarias. 30

Figura 1-10. A. Cabeza en vista dorsal; B. Macho de *Caloreas cydrota* ♂; C. Montaje genitalia ♂. 33

Figura 1- 11. Adulto *C. cydrota* 34

Figura 1-12. A. Inicio del daño; B. agrupamiento de las hojas. 35

Figura 1-13. A. *Lioptilodes* sp, vista dorsal ♀; B. Genitalia ♀. 39

Figura 1-14. A. Inicio del daño; 12-B. Agujero de entrada de la larva con presencia de excretas y 12-C. daño provocado por larva barrenadora. 40

Figura 1-15. A. Caracteres morfológicos ♀ adulta de *Puto barberi* 44

Figura 1-16. A- Raíz extraída de campo con presencia de la cochinilla; B. Raíz vista a 10x bajo estereoscopio, cubierta de capa cerosa que evidencia la presencia de *P. barberi*. 45

Figura 1-17. A. *P. vittscutis* vista dorsal; B. *P. vittscutis* vista lateral. 49

Figura 1-18. A-B Daño en plantas de *C. bonariensis* por *P. vittiscutis* en campo.....50

Figura 2-1. A. Trasplante de plantas en campo; B. Plantas bajo observación en laboratorio. 56

Figura 2-2. A. Corte de agallas en campo; B. Agallas seleccionadas y C. Agallas para obtención de adultos. 57

Figura 2-3. A. Toma de medidas de las plantas; B y C. Toma de medidas de las agallas.58

Figura 2-4. A. Agalla con larvas de *T. bonariensis*; B. Agalla con pupas de *T. bonariensis*. 59

Figura 2-5. A. Plantas de *C. bonariensis* para ensayo; B. Dieta alimenticia para adultos de *T. bonariensis*. 60

Figura 2-6. Rangos altitudinales de *T. bonariensis*. 62

Figura 2-7. Municipios con presencia de *T. bonariensis,* en gris sitios elegidos para recolecta y muestreo en campo. 63

Figura 2-8. A. Evidencia de daño causado por *T. bonariensis*; B. Agalla de 18 mm de longitud y 20 mm de largo; C. Evidencia de inicio de cambio de coloración; D. Agalla madura.....65

Figura 2-9. A. Inicio de ramificaciones secundarias; B. Ramificaciones secundarias ya desarrolladas. 66

Figura 2-10. Representación gráfica del número de agallas por localidad en el tiempo...67

Figura 2-11. Evidencia cópula bajo condiciones de laboratorio de *T. bonariensis*. 69

Figura 2-12. A. Hembra de *T. bonariensis* sobre la planta; B. selección del sitio para postura; C. Ubicación y D. Oviposición. 70

Figura 2-13. A Y B. Observación de huevos de *T. bonariensis* bajo estereoscopio, vista 40x. 71

Figura 2-14. A. Evidencia del daño inicial y presencia de huevos de *T. bonariensis*, vista bajo estereoscopio 10x; B. Evidencia de daño de la hembra y depósito de huevos, vista 40x: C Huevo de *T. bonariensis*. 72

Figura 2-15. Larvas de *T. bonariensis* a. Larva I; B. Larva 2; C. Larva III 73

Figura 2-17. Parasitoide de *T. bonariensis.* 77

Lista de tablas

Tabla 1-1. Localidades de muestreo con las respectivas coordenadas y altura. 16

Tabla 1-2. Familias encontradas y frecuencia de aparición de insectos sobre plantas de *C. bonariensis*. *R*: Raro: encontrado una o dos veces. O: Ocasional, encontrado de tres a nueve veces. *C*: Común, encontrado de diez o más veces. **Trupanea, **Eutreta*. 17

Tabla 1-3. Asignación taxonómica. 18

Tabla 2-1. Localidades con presencia de *C. bonariensis* afectadas por de T. bonariensis, se resalta en gris las localidades seleccionadas para el seguimiento 62

Tabla 2-2. LOC: Localidad; APP: Altura promedio de la las plantas; APAG: Altura promedio a la agalla; N° RAM: Numero de ramificaciones de la agalla. Nota: Promedios tomados de aproximadamente 200 registros de plantas. 66

Tabla 2-3. Registros de emergencia de adultos a partir de agallas. Hembra y macho D corresponden a Deformidades. 76

Introducción

Los insectos constituyen un grupo de gran importancia por las estrechas inter relaciones que establecen con las plantas el hombre y los animales. Los insectos fitófagos afectan numerosas plantas ocasionando pérdidas en la producción agrícola, pero también pueden utilizarse como agentes de control biológico de malezas. En este contexto el control biológico clásico cuyos orígenes se remontan al siglo pasado, consiste en la potencialización o utilización de los enemigos naturales de una plaga para reducir sus poblaciones. Las principales características de los insectos usados como agentes de control biológico son; su especificidad, permanecía, dispersión hasta los límites ecológicos del agente de control, el potencial para un alto nivel de control y la velocidad de su impacto sobre la población plaga (Van Driesche; Hoddle, & Center 2007).

Existen numerosos ejemplos exitosos de control de malezas mediante el uso de insectos, como la introducción de picudos (Curculionidae) en el Lago Victoria en África (Kimusa, Kenya) para el control del lirio acuático *Eichhornia crassipes* (Mart) en 1999. Más recientemente los estudios en países como Nigeria han incursionado en estas prácticas teniendo como ejemplos concretos el uso de *Dichrorampha odorata* (Lepidoptera) como agente de control biológico de *Chromolaena odorata* (Ateraceae).

En Colombia existen algunos trabajos enfocados principalmente al reconocimiento de insectos y estudios básicos para el control biológico. Uno de los primeros y más importantes casos en el país en control biológico de insectos es el uso de la bacteria *Coccobacillus acridiorum* para el control de la langosta migratoria en 1913 (Gómez, 2009). Entre los estudios o intentos más recientes para el control de malezas con insectos se destaca las investigaciones realizadas por Herrera, (2004) con el reporte de *Homoeosoma oconequensis* (Lepidoptera: Pyralidae) y *Ensyna hyallipennis,* para el control biológico de *Senecio inaequidens y Sonchus oleraceus*.

C. bonariensis perteneciente a las plantas de la familia Asteraceae, es una planta originaria de Suramérica, reconocida como maleza de importancia económica. Esta maleza con distribución desde los continentes europeo, australiano, africano y asiático representa un importante problema por su alto carácter invasor en diferentes países donde ha llegado a convertirse en un problema fitosanitario tanto de sistemas agrícolas como en la diversidad de especies nativas (Thebaud &Abbott, 1995).

Australia es uno de los países que registra mayores problemáticas relacionadas con esta maleza y en los últimos años han realizado esfuerzos importantes para el estudio de enemigos naturales y la evaluación de su posible uso como agentes de control biológico. Entre los estudios más importantes se encuentran alianzas internacionales y búsqueda de insectos y hongos asociados en el trópico, de forma que algunos de ellos puedan considerarse candidatos potenciales (CSIRO, 2020).

El presente trabajo se realiza en el marco de una alianza con el instituto CSIRO (por su sigla en inglés (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization) y la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, que busca reconocer en el país los insectos fitófagos y hongos fitoparásitos asociados a la planta *C. bonariensis* y proveer información de base para posibles actividades de control biológico de la planta (CSIRO, 2019).

En ausencia de estudios de insectos asociados a esta planta en el país con excepción de algunos pocos muy antiguos, en la presente investigación se realizó una búsqueda e identificación taxonómica de insectos asociados a la planta en el departamento de Antioquia. Dado que la especie hace parte de complejos de especies y se asemeja a especies similares, el trabajo inició con el reconocimiento y verificación taxonómica de la misma a partir de muestras botánicas. Posteriormente, se realizaron recorridos para evaluar su presencia en zonas con previos registros en bases de datos seleccionando once municipios. Con base en los pre-muestros se definieron las localidades para muestreos intensivos, colecta de insectos fitófagos, descripción del daño e identificación taxonómica. Con base en los resultados se provee información sobre la presencia y distribución, así como su posible utilización como agentes de control biológico teniendo también como evidencia datos sobre el ciclo de vida de una especie de particular interés.

Las evidencias de daño en la planta fueron encontradas en plantas presentes en catorce localidades de los municipios y principalmente en forma de agallas afectando los tallos.

Otras afectaciones incluyeron enrollamiento, marchitez y defoliación, tallos barrenados y daño en raíces. Con base en las observaciones de campo y laboratorio se reportan insectos pertenecientes a tres órdenes y cinco familias, sumando cinco especies y una posible nueva especie por describir, para las cuales se realizó la identificación taxonómica, la caracterización del daño y la evaluación de su calidad como fitófagos especialistas de acuerdo al análisis complementario con trabajos previos y literatura revisada.

Trupanea bonariensis (Brethes, 1908) (Diptera: Tephrithidae) fue estudiada en detalle bajo condiciones de laboratorio encontrándose como una especie sin registros previos en el país, asociada con un rango estrecho de hospedantes y con características que podrían hacerla elegible para estudios de control biológico de esta maleza con insectos.

Revisión de literatura

Conyza bonariensis y su importancia como maleza

C. bonariensis (L.) es una especie botánica que hace parte de la familia más grande de plantas asteráceas o compuestas de la tribu Astereae, subtribu Conyzinae. Originaria de Sur América, descrita por primera vez en Argentina Michael (1977), citado por (Wu, 2007), abundante en Uruguay, Paraguay, Brasil, Colombia y Venezuela kissman y Groth, (1999) citado por Mangolin, Oliveira y Machado (2012) y es conocida comúnmente en algunos países como rama negra, venadillo o yerba carnicera.

Según Urdampilleta; Amat y Bidau (2005), el género *Conyza* consta de alrededor de 100 especies, siendo algunas anuales – bienales y perennes, se encuentra ampliamente distribuido en los continentes Europeo, Australiano, Africano y Asiático, desde zonas climáticas templadas hasta subtropicales, a raíz de introducciones antrópicas. Es considerada una planta con alto carácter invasor en diferentes países del mundo donde ha llegado a convertirse en un problema fitosanitario ya que interviene en la producción

tanto de sistemas agrícolas como en la diversidad de especies nativas; este comportamiento clasifica la planta como una especie ruderal, encontrándola en diferentes hábitats que van desde bordes de carretera, páramos e incluso en sistemas de labranza.

Desde 1995, las especies botánicas de este género han sido reportadas como plantas arvenses (Thebaud & Abbott, 1995), invadiendo más de 40 cultivos en 70 países. En términos de explotación agrícola las “malas hierbas” o malezas según algunas estimaciones de la FAO pueden llegar a generar pérdidas en cultivos de casi un 15% ascendiendo a un 25 - 30% en países menos desarrollados; de igual manera, dicha entidad menciona un listado de algunas especies de malezas más importantes en el mundo, entre ellas algunas pertenecientes a las familias Cyperaceae, Poaceae, Pontederiaceae, Portulacaceae, Convolvulaceae y Amaranthaceae, resaltando que esta relación está basada en la distribución y predominio en los cultivos. Aunque no se menciona la familia Asteraceae en la anterior estimación de la FAO, Del Vitto & Petenatti (2015) aluden que probablemente esta sea una de las familias de plantas con un gran número de especies “malas hierbas” que más afectan la agricultura y que junto a las Cyperaeae y Poaceae representan cerca del 40% de las aproximadamente 2000 malezas de importancia económica en el mundo. Todo esto debido a su alta capacidad invasora, reproductiva, y a que son ecológicamente plásticas y poseen una alta resistencia a la sequía.

Generalmente las especies que son maleza dentro de esta familia presentan en su arquitectura mecanismos que les facilita su propagación, por ejemplo, frutos con papus que permiten su dispersión por medio del viento (anemocoria), otras tienen papus pegajoso, lo cual las hace adherirse al cuerpo de algunos animales logrando su difusión Holm et al., (1997, citado por Zambrano, Bastida & González, (2013)).

Para algunos cultivos se ha registrado hasta un 83% de reducción en la productividad a causa de *Conyza* spp; tal es el caso de soya y vid. Aunque para *C. bonariensis* no existe una estimación del impacto que causa en los cultivos, en revisiones sobre costos y perdidas por malezas en la industria de los granos, se menciona que son responsables de pérdidas de hasta $ 43,2 millones por año y de $3.6 millones en costos adicionales por herbicidas (Llewellyn, Ronning, Clarke, Mayfield, Walker & Ouzman,2016).

Desde un punto de vista económico, esta planta dicotiledónea herbácea se ha convertido en un problema por su gran capacidad invasora, de reproducción y crecimiento, siendo

hasta la fecha el uso de moléculas químicas tipo herbicidas, el único método de control, productos a los cuales la planta por el excesivo uso o mal manejo de los mismos ha traído como consecuencia un cierto grado de tolerancia e incluso resistencia. Esta dificultad de control se ha generado debido a la aparición de poblaciones biotipos resistentes a los xenobióticos, además causando graves daños al ecosistema donde se encuentra el cultivo asperjado.

En el mundo existen reportados once casos donde la especie *C. bonariensis* presenta resistencia a varios grupos de herbicidas de diferentes familias químicas, como el grupo de las glicinas, donde está incluido el glifosato [N-(fosfonometil) glicina], bipiridilos, inhibidores del fotosistema II e inhibidores de la ALS (Mensa & Salazar, 2006 & Navea, 2013). Entre los géneros de asteraceas con resistencia a dichas moléculas encontramos *Ambrosia* (como *A. artemisiifolia* L., y *A. trífida*) y *Conyza* (*C. bonariensis* (L.) Cronq. "hairy fleabane", *C. canadensis* (L.) Cronq., "horseweed" y *C. sumatrensis* (Retz) E. Walker, "tall fleabane". La resistencia de la planta a estas moléculas se ha dado periódicamente, en el 2003 en South África, 2004 España, 2005 Brasil e Israel, 2006 Colombia, 2007 USA (California), 2010 Australia (New South Wales), Grecia y Portugal y 2011 Australia (Queensland y South Austrialia) (Heap, 2011).

C. bonariensis en las Américas

Esta especie de la familia Asteraceae de origen suramericano y distribuida desde Norteamérica, Cuba y Centroamérica, es conocida en estos países comúnmente como rama negra, vira vira, yerba carnicera, cola de caballo, varilla, sus nombres más comunes en inglés asthmaweed y hairy fleabane. Algunos de sus sinónimos incluyen *C. allbida, C. ambigua, C. bonariensis* var. l*eiotheca, C. bonarinesis* var. m*icrocephala, C. floribunda, Conyzella linifolia, C. linifolia, E. albidus, E. ambliguus, E. bonariensis, E. bonariensis* var. m*icrocephalus, E. crispus, E. floribundus, E. linifolius, Leptilon bonarinesis, L. linifolium* y *Marsea bonariensis* (Wu, 2007). En Norteamérica, Cuba y Centroamérica es considerada una de las plantas más problemáticas en sistemas agrícolas, siendo una especie altamente invasora en diferentes cultivos como soja, algodón, girasol, sorgo, maíz, café, plátano, viñedos, maracuyá y pastos por mencionar algunos, este carácter invasor también es reportado en zonas urbanas y terrenos baldíos (Montoya 2016; Olea, 2006; Royo, Lovato & González, 2018; Parillo, 2019; Martínez, Heike, Lozada, Romero, Aguilera & Rivas, 2015; Lazaroto, Fleck & Vidal, 2008).

En América latina es considerada una de las quince malezas terrestres más importantes (Medal & Bustamante, 2009), en Colombia en cuanto su distribución según la plataforma SIB Colombia existen reportes de 841 registros del género *Conyza*, de los cuales 303 pertenecen a la especie *C. bonariensis;* según dichos registros esta planta se encuentra distribuida en dieciocho departamentos, siendo Cundinamarca, Caldas, Antioquia y Risaralda los de mayor distribución, encontrándola en altitudes que van desde los 100 msnm en el corregimiento La Pedrera en el Amazonas hasta los 3900 msnm en municipio de Génova, Quindío. Del mismo modo, ha sido reportada como maleza en cultivos de café y maracuyá Mendoza & Salazar (2006) y Hoyos, Martínez & Plaza (2015).

Conyza bonariensis **en Australia**

En Australia se conocen seis especies del género *Conyza, C. parvay, C. bilbaoana y C. primulifolia* con una distribución limitada y *C. bonariensis, C. canadienses* y *C. sumantrensis* son las principales especies con mayor distribución en el país, siendo *C. bonariensis* la que está presente en todos los estados y territorios. Además, es considerada una de las malas hierbas más difíciles de controlar por su creciente abundancia, la cual es atribuida a las prácticas de labranza mínima. Actualmente afecta la producción de cultivos reduciendo el suministro de agua almacenada en barbechos, lo que afecta la emergencia y crecimiento de las plantas deseables. Las estrategias de manejo hasta el momento han sido las mismas que los demás países donde se incluye combinación manejos químicos y culturales, siendo el resultado casi nulo por la creciente resistencia de la planta a moléculas químicas (Wu, 2007 & CSIRO 2019).

El CSIRO “Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization” es una agencia independiente del gobierno federal responsable de la investigación científica. Actualmente se encuentra adelantando investigación científica que permita el biocontrol para el manejo de esta planta y manejo sostenible de arvenses como estas, que afectan la agricultura.

El trabajo colaborativo con países en Suramérica incluyendo Colombia, avanza en la búsqueda de enemigos naturales y preferiblemente hongos e insectos que puedan ser de importancia en programas de control biológico (CSIRO, 2019).

Insectos como importancia en el control biológico de *C. bonariensis*

El uso de métodos que permitan la reducción de la población de una especie considerada plaga ha buscado integrar las diferentes fuentes y estrategias para generar programas de prevención, manejo y control de dichas especies. El uso de insectos fitófagos como alternativa de control biológico ha sido un método exitoso para el control de especies de malezas, debido a su alta diversidad, su grado de especialización de hospederos y el potencial de crecimiento rápido de la población Van Driesche; Hoddle, & Center (2007). Para la familia Asteraceae existen casos exitosos de insectos controladores de especies invasoras Dube, Zachariades, Thinandavha & Osariyekermwen (2017), como ejemplo está el uso de *Ensinia hyallipennis* (Diptera: Tephritidae) para control de *Sonchus oleraceus* (Najas, Espitia & Arrieta 2000); *Dichrorampha odorata* (Lepidoptera: Tortricidae) como agente de control biológico de *Chromolaena odorata* Nontembeko, (Costas, Thinandavhai & Osariyekemwen, 2017) y según Matthews & Lott (2005), (citado por Salinas Fuentes & Hernández, 2013), al menos 39% de las especies conocidas de insectos de la familia Pterophoridae en su estado larval están asociadas al consumo de plantas de la familia Asteraceae. En estudios sobre *Pluchea carolinensis* se registraron algunas especies de las familias (Diptera: Otitidae), (Lepidoptera: Noctuidae:), (Hemiptera: Cicadellidae, Aleroydidae, Afididae) e (Hymenoptera: Formicidae) (Escandón & Méndez 2006).

El primer paso que permite considerar el uso potencial de insectos para control biológico de *Conyza* como en otras plantas, corresponde a la búsqueda e identificación de insectos fitófagos asociados y la precisión del daño en la planta. La selección posterior de estos insectos, se relaciona con aspectos de su biología, en especial su ciclo de vida y especificidad (Van Driesche *et al*., 2007).

Para la especie *C. bonariensis* existen algunos reportes de insectos asociados, siendo Argentina uno de los países con mayores registros, actualmente poseen un catálogo de insectos fitófagos y sus plantas asociadas, donde para *C. bonariensis* hay alrededor de trece especies de insectos registradas pertenecientes a los órdenes Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Hymenoptera y Lepidoptera (Cordo, Logarzo, Braun & Di lorio, 2004). En este mismo país se han realizado estudios sobre las asociaciones de áfidos entomófagos con el fin de implementar como manejo el control biológico clásico (Manfrino, Salto & Zumoffen, 2011). Además, hay reportes de larvas minadoras del tallo de las familias

Curculionidae y Mordelidae provocando galerías (Juan *&* Núñez 2015). En Brasil hay reportadas especies de insectos fitófagos de la familia Lygaeidae (Dalazen, Carús, Carpintero, Stacke & Cagliari, 2014) y se reporta la especie *Caloreas cydrota* (Lepidoptera: Choreutidae) (Bortolotto, Silva & Bueno, 2015). En el 2012 el Museo de Historia Natural de Florida y la Universidad Atlántica de Palm Beach reportaron una nueva especie de polilla plumosa (Lepidoptera: Pterophoridae) cuyas larvas están asociadas a plantas de la familia Asteraceae. Particularmente las larvas de *Lioptilodes albistriolatus* se alimentan de las flores y semillas de especies de plantas entre ellas las del género *Conyza* y *Erigeron* (L) que actualmente es sinónimo de *Conyza* sp. Según la base de datos de las plantas hospedantes de lepidópteros, en Cuba se ha reportado a *Tebenna leptilonella* (Lepidoptera: Choreutidae) en plantas de *C. bonariensis* (Natural History Museum, 2020).

En Colombia los estudios sobre control biológico de *C. bonariensis* con insectos fitófagos han sido pocos, Botina, (1972) realizó un reconocimiento e identificación de un insecto importante para el control biológico de la Yaguacha *C. bonariensis* en el altiplano de Pasto y Figueroa (1976) actualizó un listado de 172 especies de insectos en 70 malezas, entre ellas *C. bonariensis,* en el cual enfatizó el daño que hace un microlepidóptero del género *Choreutis* (Lepidoptera: Choreutidae), el mismo que reporto Botina (1972). Los datos más recientes sobre hospederos de *C. bonariensis* son los realizados por Suarez, Gil, Benavides, Carrero & Sánchez, 2018 quienes reportaron la especie *Puto barberi* (Hemiptera: Putoidae) sobre raíces de *C. bonariensis* asociadas a cultivos de café en Norte de Santander. A la fecha se desconocen publicaciones respecto a los avances en estas investigaciones en el país.

Insectos como agentes de control biológico de malezas

El control biológico esta inherentemente relacionado con las poblaciones. Su aplicación involucra el uso de poblaciones de enemigos naturales para reducir poblaciones plaga a densidades menores, ya sea temporal o permanentemente. (Van Driesche *et al*., 2007).

El control biológico fue originalmente definido como "la acción de parásitos, depredadores o patógenos que mantienen poblaciones de otros organismos a un nivel más bajo de lo que pudiera ocurrir en su ausencia" (DeBach, 1964). La Organización Internacional de Lucha Biológica (OILB) define el control biológico como "la utilización de organismos vivos, o de sus productos, para evitar o reducir las pérdidas o daños

causados por los organismos nocivos". Desde este punto de vista se incluyen en este concepto no solo los parasitoides, depredadores y patógenos de insectos y ácaros, sino también fitófagos y patógenos de malezas así como feromonas, hormonas juveniles, técnicas autocidas y manipulaciones genéticas.

De esta manera, el control biológico clásico trata de controlar una especie plaga invasora no nativa (eventualmente nativa) a través de la introducción de sus enemigos naturales; concepto totalmente aplicable para el caso del control biológico clásico de malezas, cuyo propósito no es erradicar la planta, si no, mantener sus poblaciones bajas para la coexistencia con otras especies vegetales. Ante este panorama, los insectos fitófagos se presentan como una oportunidad para el control y regulación de especies vegetales que logran convertirse en plaga al no tener sus controladores naturales en el lugar que invadieron. Para que un insecto sea un buen candidato para el control biológico de una maleza, debe cumplir ciertos requisitos, entre ellos, ser enemigo natural especialista de la planta, solo de esta manera el insecto fitófago logrará afectar la abundancia, productividad y vigor de su planta hospedera, y así, las plantas deseables, van a poder competir exitosamente con ella, para que al liberarse incremente sus poblaciones ya que no cuenta con parasitoides nativos (Van Driesche et al,2007).

OBJETIVOS

General

Identificar insectos fitófagos asociados a *Conyza bonariensis* en el departamento de Antioquia y precisar aspectos de su biología y uso potencial como controladores biológicos de esta especie.

Específicos

- Describir y documentar la presencia y el daño de insectos fitófagos asociados a *Conyza bonariensis.*
- Precisar los aspectos biológicos y ciclo de vida de al menos una especie fitófago-especifica de *Conyza bonariensis,* bajo condiciones de laboratorio.
- Revisar con base en información secundaria los hospederos y hábitos fitófagos de las especies encontradas.

1. Capítulo 1

Presencia y daño de insectos fitófagos asociados a *Conyza bonariensis*

Resumen

Se registra la presencia de seis familias (Tephritidae, Choreutidae, Pterophoridae, Putoidae y Miridae) como fitófagos asociados a *Conyza bonariensis.* Las especies encontradas fueron *Eutreta rhinophora*, *Trupanea bonariensis* (Diptera), *Caloreas cydrota* y *Lioptiliodes* sp (Lepidoptera), *Puto barberi y Proba vitiscuttis* (Hemiptera).

Los daños observados en plantas juveniles y adultas fueron causados principalmente por insectos del orden Diptera, como agallas en tallos. Los daños causados por los lepidópteros se registraron en hojas y tallos y los de hemipteros en hojas y raíces.

En todos los casos los daños generan cambios en la morfología de la planta originando aparición de agallas, galerías, enrollamiento de hojas y síntomas como marchitez y clorosis.

Se describe el proceso de identificación taxonómica y el daño en detalle para cada especie encontrada, cinco especies habían sido registradas previamente en Asteraceae. Para *C. bonariensis* cinco especies encontradas constituyen nuevos registros en el país.

Con base en las observaciones en campo y laboratorio además de la información secundaria, tres especies se consideran especialistas. Las especies de la familia Tephritidae y en particular *T. bonariensis* se consideró en este contexto como un candidato potencial para el biocontrol de *C. bonariesis*.

Palabras clave. Fitófagos, Agallas, Taxonomía, Control biológico de malezas.

1.1 Materiales y métodos

1.1.1 Área de estudio

Antioquia es uno de los 32 departamentos de Colombia, ubicado en la zona noroccidental del territorio colombiano, comprende el área de terreno encerrado entre los 05°26´20´´ y 08°53´23´´ de latitud Norte y los 73°53´11´´ y 77°07´16´´ de longitud Oeste. Tiene como principales zonas de vida ecológicas las “tierras calientes” o “piso térmico cálido” llamado así para las regiones donde la temperatura promedia es superior a 24°C, encontrando en esta zona de vida el Cañón del río Cauca, el valle del río Magdalena y Urabá. Los “pisos térmicos templados”, “tierra templada” o “zona del café” corresponden a alturas entre los 1.000 y 2.000 metros, representando así la zona cafetera del departamento. Las zonas entre los 2.000 y 3.000 metros de altura presentan temperaturas aproximadas de entre los 12 y 18°C y representan las “tierras frías” o “piso térmico frio” a esta hacen parte algunas regiones como La Ceja, Marinilla, Santa Rosa de Osos, Sonsón y el valle de Rionegro. La región denominada “paramo” o “piso térmico paramuno” corresponde a tierras con más de 3.000 metros, con temperaturas de menos de 12°C, Paramo de Sonsón, Frontino y Belmira. Los límites geográficos están distribuidos al Norte con el departamento de Bolívar, Sucre, Córdoba y el Mar Caribe, al Sur con el departamento de Caldas y Risaralda, al Este con Santander y Boyacá y al Oeste con Chocó (Gobernación de Antioquia, 2018). Sus municipios se encuentran agrupados en nueve subregiones: Valle del Aburrá, Bajo Cauca, Norte, Noreste, Suroeste, Occidente, Oriente, Urabá y Magdalena Medio, para un total de 125 municipios.

Esta investigación se realizó desde noviembre de 2019 hasta marzo de 2021. Para la elección los sitios a trabajar, inicialmente se tomó como base la información en línea de los herbarios de la Universidad Nacional, Universidad de Antioquia, Universidad de Nariño y la plataforma SIB Colombia donde se

encontraron registros de dieciocho municipios del departamento con presencia de *C. bonariensis*, por motivos de la pandemia COVID el muestreo fue limitado a áreas cercanas y con fácil acceso que pudieran visitarse con frecuencia determinada por las restricciones cambiantes. En el desarrollo de la investigación se visitaron catorce localidades en once municipios procedentes de cinco subregiones, Norte (Municipio de Bello y Yarumal), Occidente (Santa Fe de Antioquia, San Jerónimo), Oriente (Rionegro, Abejorral, La Ceja, El Retiro), Urabá (Arboletes, Turbo) y Valle del Aburrá (Medellín). Posteriormente se establecieron algunos sitios estratégicos para las observaciones de campo, recolección de insectos, fitófagos y muestras botánicas.

1.1.2 Muestreo en campo

Recolecta de plantas y herborización

Una vez evidenciada la presencia de *C. bonariensis* se procedió a recolectar muestras botánicas las cuales se prensaron y almacenaron en bolsas plásticas con alcohol de acuerdo a la metodología de Marín (2008), para la verificación de su identidad taxonómica en las instalaciones del Herbario Gabriel Gutiérrez V. (MEDEL) de la Universidad Nacional de Colombia.

Recolecta e identificación de insectos fitófagos

En cada visita a campo se ubicaron los sitios donde estaba presente *C. bonariensis* y se realizaron entre 2 a 3 recorridos por día, con el fin de tener un mayor número de encuentros con las especies de insectos sobre las plantas de *C. bonariensis.* Se realizaron observaciones para precisar los daños o presencia de insectos alimentándose de estas. Los insectos evidenciados se encontraron en diferentes estados biológicos. De este modo, para cada uno se realizó diferente forma de recolecta. Los insectos encontrados en estado larval y alimentándose de la planta, fueron depositados en recipientes con parte de la planta para no interrumpir su desarrollo y llevarlos al laboratorio de Fisiología de insectos -

Insectario de la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín, para realizar seguimiento a su crecimiento y obtención de adultos para su identificación; otros se depositaron en viales con alcohol al 80% y se llevaron a las instalaciones del Museo Entomológico Francisco Luis Gallego (MEFLG) de la misma sede para su identificación taxonómica.

1.2 Resultados y discusión

En total se visitaron catorce localidades diferentes en once municipios del departamento, en ellas se registró la presencia de las plantas e insectos fitófagos. En la (Figura 1-1 y Tabla 1-1) se actualizan los datos de presencia de la planta y los insectos estudiados, además de registrar los sitios de donde se tomaron las muestras y que estaban previamente reportados en las plataformas digitales las cuales fueron confirmadas.

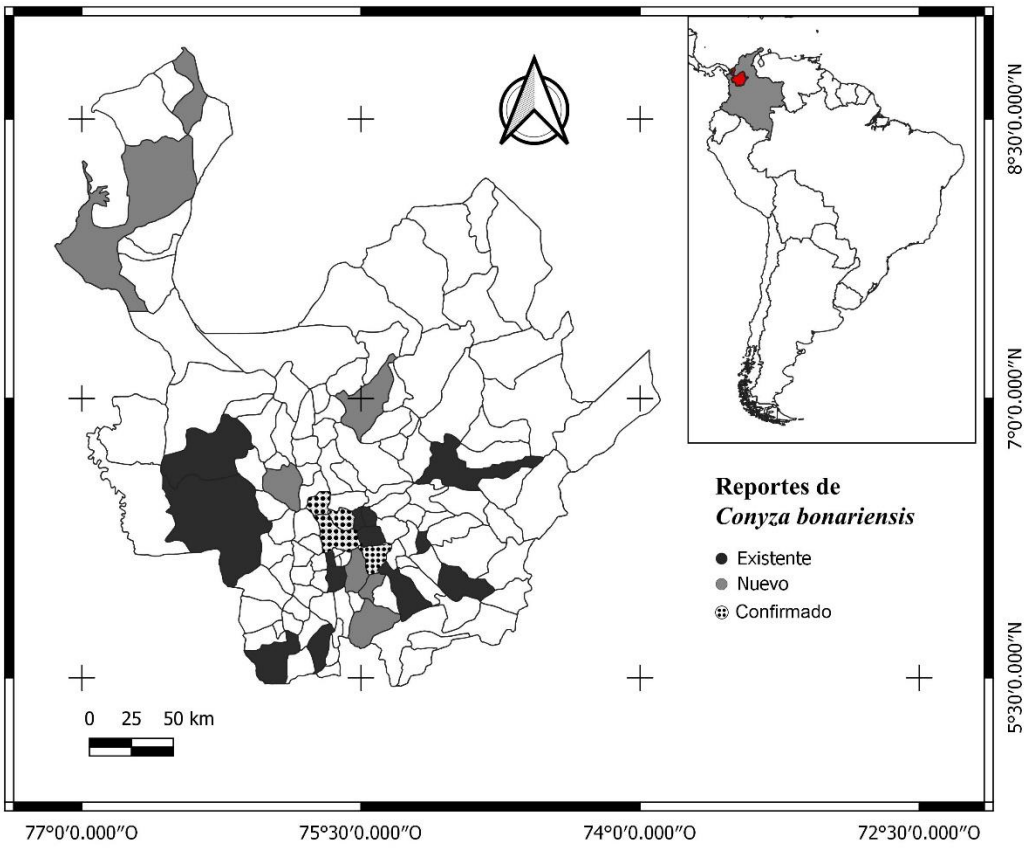


Figura 1-1. Mapa del departamento de Antioquia actualizando los registros de distribución de la planta *C. bonariensis*. Resaltando los sitios previamente reportados por plataformas digitales como Existente. Confirmado, son aquellos que están en plataformas digitales y que además se visitaron en el desarrollo de esta investigación y Como Nuevo, se presentan las localidades que no estaban reportadas y que fueron incluidas durante el proyecto.

Tabla 1-1. Localidades de muestreo con las respectivas coordenadas y altura.

LOCALIDAD	COORDENADAS	A.S.N.M
Colombia, Antioquia, Medellín, Antigua vía al mar	6°18'02"N;75°38'18"W	2289
Colombia, Antioquia, Borde de carretera Llano Grande-Rionegro	6°07'30"N;75°25'10"W	2117
Colombia, Antioquia, Borde de carretera Montería - Arboletes	8°51'12"N;76°25'13"W	12
Colombia, Antioquia, Borde de carretera vía las palmas-La fe	6°05'26'N;75°29'35"W	2148
Colombia, Antioquia, Borde de carretera vía Turbo - Necoclí	8°51'12"N;75°25'13"W	9
Colombia, Antioquia, Borde de carretera vía Yarumal-Llanos de Cuiva	6°54'19"N;75°26'07"W	2315

Colombia, Antioquia, Rionegro, centro de investigación Agrosavia	6°07'54"N;75°24'42"W	2116
Colombia, Antioquia, Cotove, Granja Unalmed	6°31'50"N;75°49'39"W	501
Colombia, Antioquia, Bello, Represa La García	6°22'19"N;75°36'04"W	2470
Colombia, Antioquia, Abejorral, Vereda La Loma	5°51'53"N;75°31'28"W	1083
Colombia, Antioquia, San Jerónimo, Vereda Pantanillo	6°26'02"N;75°39'44"W	2450
Colombia, Antioquia, vía La Ceja - Abejorral	5°56'27"N;75°25'19"W	2148
Colombia, Antioquia, corregimiento San Cristóbal, vía las antenas del Cerro del Padre Amaya	6°18'04"N;75°38'19"W	2528
Colombia, Antioquia, vía Medellín San Pedro de los milagros	6°19'17"N;75°35'48"W	2288

1.2.1 Muestras botánicas

Los especímenes botánicos recolectados fueron identificados por especialistas del Herbario Gabriel Gutiérrez V. (MEDEL), confirmando la identidad como *Conyza bonariensis*, familia Asteraceae. La muestra reposa en las instalaciones del mismo.

1.2.2 Insectos encontrados sobre *C. bonariensis*

Se realizó el registro de seis insectos fitófagos (Tablas 1-2 y 1-3), pertenecientes a cuatro ordenes, dos microlepidópteros de las familias Pterophoridae y Choreutidae, dos dípteros de la familia Tephritidae y dos hemípteros de las familias Putoidae y Miridae, todos encontrados haciendo daño en diferentes estructuras de la planta como se ilustra en la Taba 3. Adaptada de (Matienzo et al., 2003).

Tabla 1-2. Familias encontradas y frecuencia de aparición de insectos sobre plantas de *C. bonariensis*. *R*: Raro: encontrado una o dos veces. O: Ocasional, encontrado de tres a nueve veces. *C*: Común, encontrado de diez o más veces. **Trupanea, **Eutreta*.

FAMILIA	FRECUENCIA DE APARICIÓN	ESTADOS BIOLÓGICOS ENCONTRADOS	ESTRUCTURA DE LA PLANTA AFECTADA
Tephritidae *	C	Inmaduros	Tallos

Tephritidae **	R	Inmaduros	Tallos
Choreutidae	C	Inmaduros y adultos	Hojas
Pterophoridae	O	Inmaduros	Tallos
Putoidae	C	Inmaduros y adultos	Raíz
Myridae	O	Adultos	Hojas

A continuación, se precisa la identificación morfológica y se amplían aspectos relevantes de cada una de las familias a las que pertenecen con énfasis en sus hospederos. Las especies fueron confirmadas con base en reportes de literatura y observaciones en laboratorio.

Las determinaciones taxonómicas de los especímenes se realizaron con base en caracteres morfológicos mediante el empleo de claves dicotómicas, además de verificación por especialistas.

Tabla 1-3. Asignación taxonómica.

FAMILIA	GENERO	ESPECIE
Tephritidae	*Trupanea*	*bonarienis*
Tephritidae	*Eutreta*	*rhinophora*
Choreutidae	*Caloreas*	*cydrota*
Pterophoridae	*Lioptilodes*	sp
Putoidae	*Puto*	*barberi*
Miridae	*Proba*	*vitiscuttis*

Familia Tephritidae Newman, 1834

Las verdaderas moscas de la fruta pertenecen a la superfamilia Tephritoidea que comprende nueve familias entre ellas Lonchaeidae, Richardiidae, Piophilidae, Ulidiidae (=Otitidae), Platistomatidae, Ctenostylidae, Pyrgotidae, Tachisnoscidae y Tephritidae que es la más diversa y la más importante del orden Diptera; esta familia, incluye alrededor de 4.716 especies en 492 géneros (Pape, Blagoderov & Mostovski, 2011). Según Hernández, Hernández & Steck (2020) tiene una distribución mundial, encontrándose en

casi todas las regiones biogeográficas como la región Oriental, Afrotropical, Australiana, Paleártica, Neártica y Neotropical, resaltando que su mayor riqueza se encuentra en las regiones tropicales y subtropicales. Para el continente Americano ocurren cerca de 977 especies y se estima que el 73% se ha registrado en la región Neotropical que incluye desde México hasta Chile y Argentina. La familia Tephritidae, a su vez, se divide en 5 subfamilias que son Phytalmyiinae, Blepharouneuridae, Trypetinae, Dacinae y Tephritinae.

Generalmente las especies de la familia Tephritidae son de hábitos fitófagos, las larvas se alimentan obligadamente de una gran variedad de tejidos vivos de diferentes especies de plantas, entre ellos, frutos, semillas, flores, tallos y raíces (Headrick & Goeden, 1998, Hernández et al. 2011), además algunas de sus especies usan las partes vegetativas de las platas hospedantes y las cabezas de las flores como alimento para las larvas, llegando algunas a formar agallas en y sobre estructuras vegetales principalmente de plantas de las familias Asteraceae, Verbenaceae y Lamiaceae (Headrick & Goeden, 1998). Por este tipo de hábitos alimenticios, algunas de las especies son consideradas plagas de importancia económica y cuarentenaria alrededor del mundo, lo que las convierte en causantes de problemas de carácter fitosanitario debido a los daños que se presentan en los frutos por oviposición y desarrollo de sus larvas Heinrich et al. (2015, citado por Sánchez, 2018). Los principales géneros de importancia económica son *Dacus, Rhagoletis, Ceratitis, Bactrocera, Anastrepha* (ICA, 2005).

En Colombia

Según el Instituto Colombiano agropecuario ICA la presencia de especies de los géneros *Anastrepha* spp y *Ceratitis capitata* son de gran relevancia por ello gran parte de las investigaciones sobre esta familia están dirigidas hacia las especies de importancia agrícola de estos géneros. Algunos autores como Norrbom, Carrol, Thompson, Whide & Ammon (1999), enumeraron 52 especies en 20 géneros para el país, aunque resaltaron que pueden ocurrir muchas más.

Caracteres Morfológicos de la familia

Las especies de esta familia presentan alas y cuerpos de colores brillantes y estampados, pero no metálicos, principalmente de cuerpos amarillo, naranja, café o negro, sus cuerpos se están cubiertos de pelos o cerdas, con cabeza grande y ancha; ojos grandes y de colores verde luminoso o violeta; ocelos y cerdas ocelares presentes o ausentes; antenas tipo decumbente que forman tres segmentos, son cortas y presentan aristas, aparato bucal con probobóscide corta, carnosa y con labella grande (Figura xx). El tamaño de los adultos varía de 2 a 35 mm de longitud y pueden reconocerse por la forma de la subcosta y por la presencia de setas frontales inclinadas. El tórax está cubierto de setas y manchas diferentes según la especie (Figura xx), las alas igualmente presentan diversos patrones de coloración (Figura xx). El abdomen de 5 a 6 segmentos. La genitalita del macho es pequeña y en algunos casos está parcialmente expuesta (ICA, 2005).

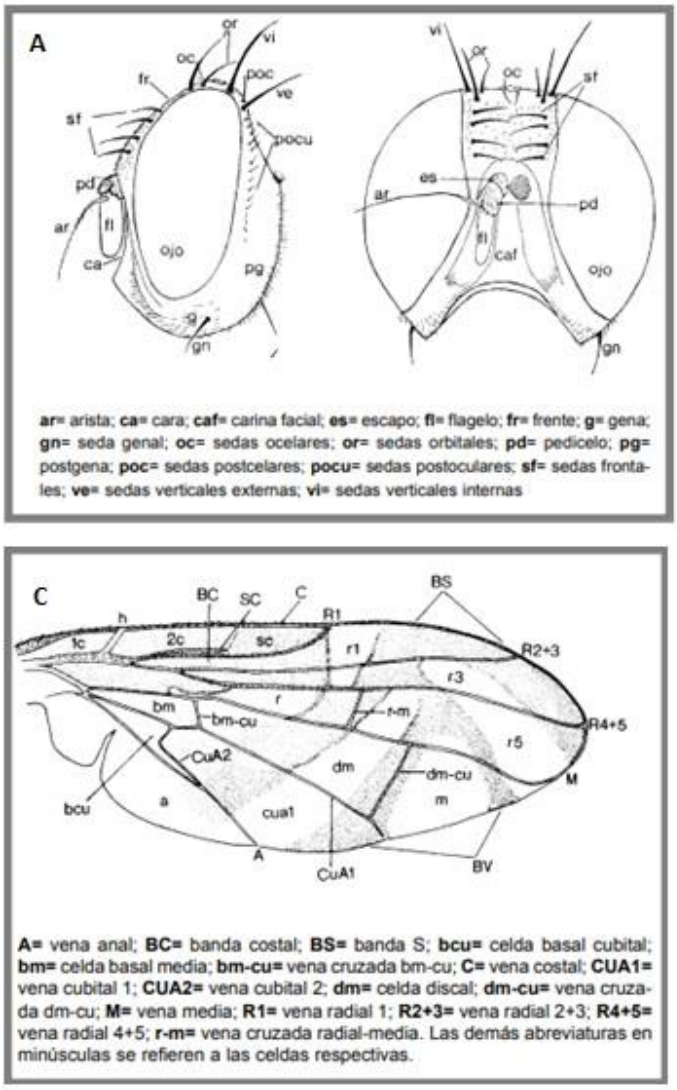


Figura 1-2. Caracteres morfológicos familia Tephritidae. A. Cabeza en vista latera. Y frontal de Anastrepha oblicua (Macquart). B. Tórax en vista dorsal de *A. oblicua* y C. Ala derecha de *A. oblicua.* Fuente: Hernández- Ortiz Vicente. El género Anastrepha en Mexico.

Dos de los caracteres morfológicos de la superfamilia son tener el sub escutelo bien desarrollado y una vena costal con ruptura humeral presente (excepto en Piophilidae, Ctenostylidae y Tachiniscidae), tambien anapisterno con una sutura más o menos perpendicular anterior a las setas anapisternales; machos con terguitos 6, 7 y 8 reducidos o ausentes, lóbulo interno medio provistos con prensisetas: hembras con el terguito y esternito 8 abdominal divididos longitudinalmente en un apéndice rígido y alargado

denominado aculeus. Segmento 7 en su totalidad (=sintergosternito 7) que protege el aculeus (sensu McAlpine, 1989), siendo la característica para separar a la familia Tephritidae la presencia de la vena abruptamente doblada formando un ángulo casi recto antes de alcanzar la vena costal, adelgazándose distalmente en el ápice, con 2-5 pares de setas frontales y 1-2 pares de sedas orbitales presentes (ICA, 2005).

Reportes de los géneros de Tephritidae encontrados

- ✓ **Género *Eutreta* Loew, 1873**

El género está conformado por aproximadamente 35 especies descritas y muchas aún sin describir; se distribuyen desde el sur de Canadá hasta Sur América y según Stoltzfus (1977), 14 de estas se podrían encontrar en México y América del Sur y al menos 15 al norte de México en América del Norte. Como otros miembros de la subfamilia Tehritinae suelen alimentarse y desarrollar sus ciclos de vida sobre plantas hospedantes de familias botánicas como Asteraceae y Verbenaceae Townsend, (1893, citado por Stoltzfus, 1974; Matienzo, Ramos & Rijo (2003). Se cree que todas las especies de *Eutreta*, a excepción de una forman agallas en los tallos o raíces de Asteraceae y que junto con los géneros *Tetreuaresta* y *Procecidochares* algunas especies de *Eutreta* han sido empleadas en programas como agentes de control biológico en algunos países (Hernández & Hernández, 2018). Uno de estos casos es el estudio en *E. diana, especie* formadora de agallas la cual se ha reportado sobre cinco especies y dos variedades de plantas del género *Artemisa* en el suroeste del condado de Crosby, Texas (Benbow, 1978). Así mismo, estudios en Veracruz México sobre moscas de la fruta, registran las especies *E. apicalis* (Coquillett) y *E. rhinophora* Hering que tienen como hospederos plantas de *Calea longipedicellata* y *Lippia* sp; también se encuentran registradas *E. intermedia* Stolzfus y *E. margaritata* Hering (Conabio, 2011); Steck & Wharton, 1986 han reportado los estados inmaduros de *E. diana* y *E. angusta* Banks encontradas en plantas de *Ratibida columnifera* en Texas y *A. tridentata* en California. *E. xanthochaeta* se ha reportado como enemigo natural de *Lantana camara* L que es considerada una de las 10 malezas más nocivas del mundo Matienzo et al. (2003), por ello esta especie de díptero

nativo de México, ha sido llevada a países como Hawaii, Australia, India y Sudafrica donde se ha usado como agente biológico para el control de esta maleza Hernández & Hernández (2018).

En Colombia

Según una de las publicaciones más recientes sobre los Tephritidae reportados para Colombia por Savaris, Marinoni & Norrbom (2016) hay 23 géneros conocidos de esta familia, las especies *E. aczeli, E. oblicua* y *E*. *rhinophora* están registradas para el país, esta última siendo también registrada en el Salvador y Venezuela.

Identificación taxonómica

La determinación taxonómica se realizó con base en caracteres morfológicos mediante el empleo de claves dicotómicas para las subfamilias de Tephritidae (modificadas de Korytkowski, 1986) y para la determinación a nivel de género las claves de Diptera del Neártico (Foote, Steyskal, 1987) teniendo en cuenta algunos caracteres, como escutelo con dos pares de setas marginales; banda hialina en el margen apical y anteroapical del ala (Figura 1-3A); centro de la celda cu_1 sin marca hialina oblicua; algunas o todas las setas anepistermales lanceoladas, dorsalmente en fila; cara con manchas marrón (Figura 1-3B).

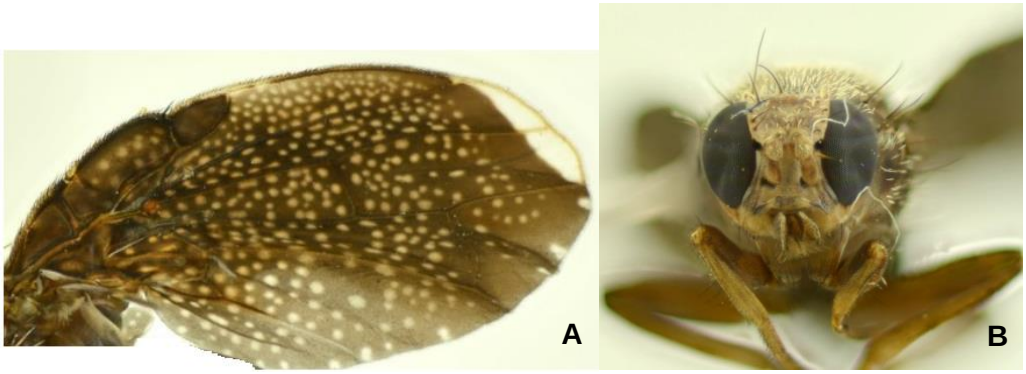


Figura 1-3. A. Alas características de *Eutreta*; B. Vista frontal, cabeza.

Este espécimen fue identificado como *Eutreta rhinophora* (Figura 1-4). La verificación morfológica de la especie fue realizada por el doctor Vicente Hernández Ortiz especialista e investigador de la diversidad biológica de moscas (Diptera: Tephritidae) en la región Neotropical y que estudia las interacciones tróficas insectos- plantas en México.

***Eutreta rhinophora* Hering, 1937**

Figura 1-4. *E. rhinophora* ♂ vista lateral.

Localidades tipo: Costa Rica, San José. NT M (PAN). Neotipo designado por Stoltzfus, 1977: 387. Distr.: Belize, Colombia, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, y Venezuela.

Localidad y descripción del daño

E. rhinophora se encontró en una sola de las localidades muestreadas en la vía Medellín San Pedro de los Milagros. 6°19'17"N 75°35'48"W. 2286 msnm. 58% HR. 23°C. En tallos de *C. bonariensis.*

Se observó la formación de nódulos esferoides en tallos de la planta los cuales contenían una larva (Figura 1-5A y B). Aparentemente y según registros previos de estados inmaduros de *Eutreta* (Steck & Wharton, 1985), esta correspondía a primer instar larval con base en las medidas tomadas en esa investigación. Para la emergencia del adulto, la

larva tardo 25 días, tiempo similar al reportado por Hernández (2011), quien especificó que las larvas se desarrollan en un promedio de 20 a 40 días. Hernández & Hernández (2018), señalan que la formación de este tipo de agallas en los tallos está influenciada por el cambio del flujo de los nutrientes en la planta, los cuales alteran el crecimiento y demás procesos fisiólogos, por ende, aunque no se produce la muerte inmediata de la planta el daño generado por esta especie logra detener el desarrollo normal de la misma.

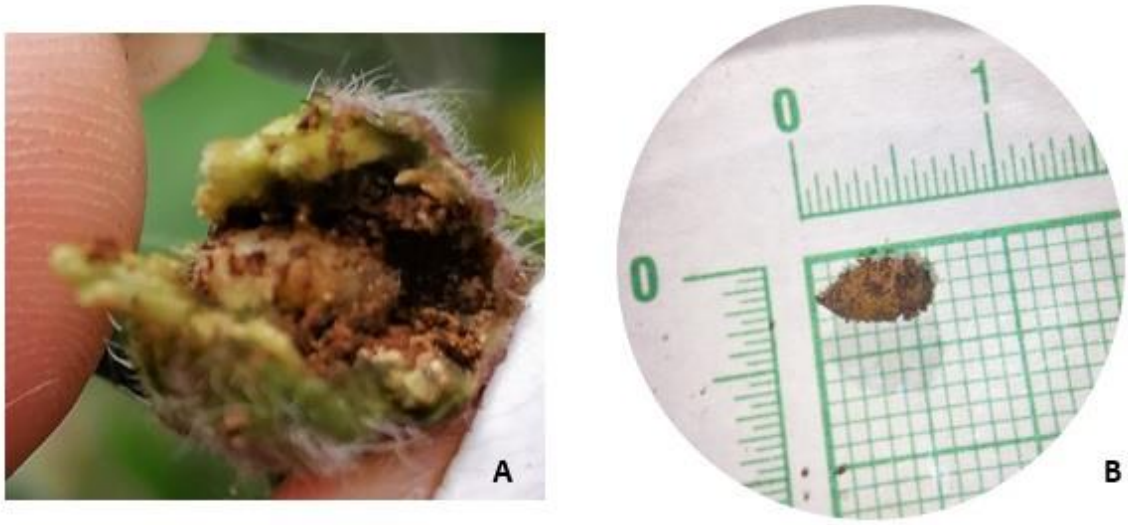


Figura 1-5. A. Daño encontrado en campo; B Larva vista bajo estereoscopio con aumento de 10x.

Para Colombia según la publicación más reciente de Tephritidae por Savaris, Marinoni & Norrbom (2016) esta especie se encuentra registrada en el territorio y aunque no existen publicaciones sobre las especies hospederas en el país, Stoltzfus (1974) en su publicación de la biología y taxonomía de *Eutreta* específica que *E. rhinophora* ha sido criada a partir de agallas de *C. bonariensis* y *C. spatula,* aunque no menciona las localidades donde se ha realizado dichas observaciones.

Como agente de control biológico es un buen candidato con pocos registros de plantas hospederas diferentes a Asteraceae y uso previo de algunas especies del género para biocontrol en otros países.

- ✓ **Género *Trupanea* Schrank, 1795**

Es uno de los géneros más diversos de la subfamilia Tephritinae, con alrededor de 218 especies válidas, 88 de ellas conocidas en la región neotropical y al menos 17 se encuentran en la región centroamericana, pero se cree que podrían ser más (Norrbom 2004, Hancock, 2008, Norrbom & Neder 2014). Norrbom & Neder (2014), señalan que estas especies ocurren en todas las regiones biogeográficas excepto en la Antártida, además se cree que la mayor diversidad de especies está presente en la región Neotropical (37,73%) (Norrbom et al., 1998).

Machos y hembras de este género han sido reportados visitando plantas de la familia Asteraceae, donde los estados larvales se alimentan de sus ovarios florales (Freidberg, 1984, Frías, 2005). Aunque como mencionan McKay & Galdonfo, 2001 la mayoría de los estados inmaduros de las especies neotropicales de *Trupanea* son desconocidos, gran parte de la información existente es sobre plantas hospederas y algunos datos bionómicos básicos, encontrándose que en la mayoría de casos conocidos las larvas de estas moscas se desarrollan en capítulos o rara vez como cecidógenas en tallos de plantas de la familia Asteraceae. Por mencionar algunos ejemplos, en países como Chile, se ha registrado la especie *T. foliosi* infestando botones florales de *Haplopappus foliosus, T. simpátrica* en *H. decurrens,* además, *T. chrysanthemifolii* en *H. chrysanthemifolius*, *T. footei* en *Haplopappus* sp, *T. thuriferae Flourensia thurifera, T. asteroides en H. cerberoanus* y *T. edwarsi en Pulchea absinthioides* (Frías, 1985).

Identificación taxonómica

La determinación taxonómica se realizó con base en caracteres morfológicos mediante el empleo de claves dicotómicas para la subfamilias de Tephritidae (modificadas de Korytkowski, 1986) y para la determinación a nivel de género las claves de Diptera del Neártico (Foote, Steyskal, 1987) para la determinación de este los caracteres principales son: cabeza generalmente con coloraciones predominantes entre amarilla o gris amarillenta; margen oral anterior no muy marcado; probóscide no geniculado; dos pares de setas fronto orbitales superiores; tres pares de fronto-orbitales inferiores, el par anterior a menudo más

corto y más débil que otros, pero rara vez falta. Tórax y escutelo densamente grises espolvoreados; venas humerales y supra-alar presentes; un par de setas dorso centrales, más cercano a la sutura que a la línea trazada a través de los supra-alares; un par de escutelares, además de algunas setas que bordean el margen posterior del escutelo. Aunque sus principales características son: frentes con tres setas frontales, o (raramente) con dos; glande masculino pequeño y en su mayoría membranoso excepto por esclerito basolateral en forma de gancho grande (Figura 1-6A); patrón del ala generalmente estrellado (Figura 1-6B) pero a veces más extensamente oscuro o raramente con bandas.

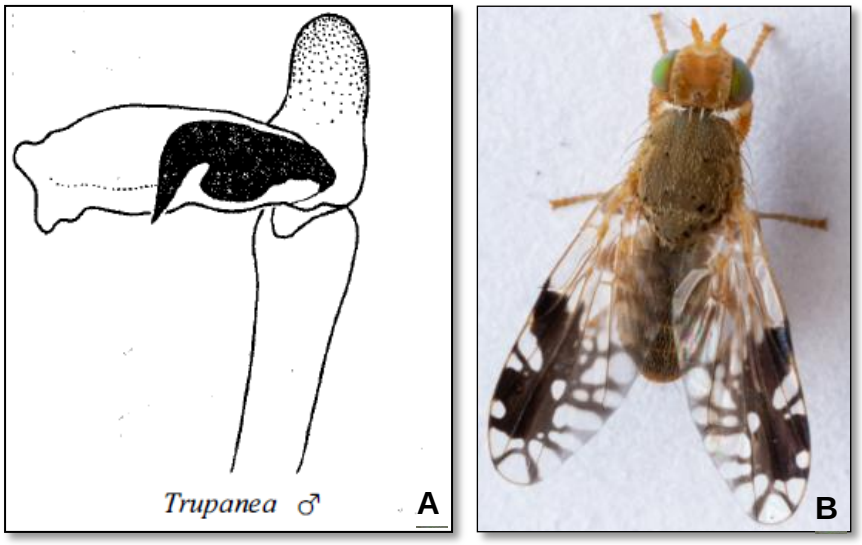


Figura 1-6. A. Esclerito basolateral Ilustrada por A. L Norrbom; B. Patrón alas estrellado. Este espécimen fue identificado como *T. bonariensis.* La especie fue confirmada por el especialista en la familia Tephritidae Allen Lee Norrbom del United States Departament of Agriculture USDA, a partir de especímenes adultos.

***Trupanea bonariensis* Brethes, 1908**

Figura 1-7. Imágenes de *Trupanea* macho y hembra.

Descrita por Bréthes (1908). Aunque en (1914) Hendel consideró a *T. bonariensis* (Bréthes) sinónimo de *T.a novarae* (Schiner 1868), posteriormente, Aczél (1914a) aceptó la sinonimia propuesta por Hedel y presento una descripción del estado adulto, de lo que para él era *T. novarae*. Luego, Hardy (1968) sugirió que la sinonimia planteada por Hendel (1914) y aceptada por Aczél (1953a) era incorrecta, y que *T. bonariensis* era una especie distinta. Este último criterio ha sido adoptado en el último catálogo de la familia Tephritidae (McKay & Gandolfo, 2001).

Localidad y descripción del daño

T. bonariensis se encontró en 10 de las localidades visitadas, **Medellín**, Antigua vía al mar. 6°18'02''N 75°38'18''W. 2289 msnm. 59%HR. 20°C. **San Cristóbal** vía las antenas del Cerro del Padre Amaya. 6°18'04''N 75°38'19''W. 2528 msnm. 56% HR. 29°C. **Rionegro**, borde de carretera Llano Grande- Rionegro. 6°07'30''N 75°25'10''W. 2117 msnm. 65% HR. 24°C. Centro de investigación Agrosavia. 6°07'54''N 75°24'42''W. 2116 msnm. 70% HR. 25°C. **El Retiro**, borde de carretera vía las palmas-La fe. 6°05'26'N 75°29'35''W. 2148 msnm. 83% HR. 16°C. **Abejorral,** vereda La Loma. 5°51'53''N 75°31'28''W. 995 msnm. 95%HR. 28°C. **Bello**, Represa La García. 6°22'19''N 75°36'04''W. 2470 msnm, 53% HR. 27°C. Vía Medellín San Pedro. 6°19'17''N 75°35'48''W. 2288 msnm. 58% HR. 23°C. **San Jerónimo**, vereda Pantanillo. 6°26'02''N 75°39'44''W. 2450 msnm. 83% HR. 26°C. **La Ceja**, vía La Ceja – Abejorral. 5°56'27''N 75°25'19''W. 2148 msnm. 59%. 18°C.

Una de las principales características del daño se evidencia por la interrupción del crecimiento y clorosis en la zona apical de la planta. Dicha interrupción a su vez genera la formación de una estructura en forma de agalla en el tallo. Las agallas se identifican

fácilmente en la planta ya que en la parte apical del tallo se observa un engrosamiento que varía de tamaño dependiendo de su estado de desarrollo del insecto. Estas estructuras a medida que van creciendo cambian de forma redondeada a ovalada, principalmente con una medida mayor en el sentido de crecimiento de la planta, de igual manera los tonos de color varían entre verdes y rojizos (Figura 1-8A y 1-8B). En algunas ocasiones se observó un orificio o canal que se puede evidenciar con facilidad generalmente en la parte superior de la agalla (Figura 1-8B) esto indica que ya hubo emergencia de los adultos y que dentro no hay estados inmaduros.

Figura 1-8. A Agalla en zona apical e la planta con coloración rojiza; B agalla zona apical inicio de coloración rojiza.

Dada la interrupción en el crecimiento, se genera una producción de yemas secundarias en la parte inferior de la agalla que da como resultado la formación de ramificaciones secundarias (Figura 1-9B), el número de estas varía dependiendo del desarrollo de la agalla puede ser desde 4-16 en algunos casos.

Figura 1-9. A. Orificio de salida de adultos; B. Ramificaciones secundarias.

Hernández & Hernández (2018) especifican que, aunque estas alteraciones no generan la muerte inmediata de la planta, si disminuyen sus capacidades reproductivas y fisiológicas. Por lo tanto, estas especies de moscas actúan como reguladoras naturales de poblaciones, cumpliendo papeles importantes en los ecosistemas.

En cuanto al fenómeno de crecimiento de agallas producidas por insectos Silva et al.1996; Foss & Rieske (2004), señalan que son producidas por estímulos químicos denominados hipertrofia (crecimiento anormal de las células) e hiperplaxia (multiplicación anormal de las células) lo que permite el desarrollo de estas estructuras.

Para Colombia actualmente no existen reportes en la literatura sobre la presencia de la especie *T. bonariensis*. En esta investigación se generan los primeros registros para el departamento y el país, además de su planta hospedera y un parasitoide.

Este tipo de daño no fue observado en campo en ninguna de las plantas que crecen junto a *C. bonariensis*, muchas de las cuales eran asteráceas, tampoco existe en la literatura otro hospedero botánico diferente a esta planta. Por ende, la especie es considerada como un agente potencial para uso en estrategias de control biológico de la maleza. En el capítulo 2 se profundiza sobre aspectos de su biología, ciclo de vida e identificación del parasitoide.

Familia Choreutidae Stainton, 1854

La familia Choreutidae hace parte de la superfamilia Choreutoidea, dentro de esta familia ocurren 19 géneros y 406 especies. Se subdivide en tres subfamilias: Brenthiinae (*Benthia, Litobrenthia*), Millieriinae (*Millieria, Nyx, Phomoestes*) y Choreutinae (*Anthophila. Asterivora, Caloreas, Choreutis, Hemerophilla, Melanoxena, Peotyle, Prochoreutis, Rhobonda, Saptha, Tebenna, Telosphrantis, Tortyra, Zodia)* Rota (2003) (citado por Rota, 2008).

Estos microlepidópteros generalmente presentan hábitos diurnos, encontrándose cerca de sus plantas hospederas de las cuales se alimentan las larvas, solo existen tres casos en esta familia que realizan minas en las hojas; estas han sido reportadas en Nueva Zelanda y una en América del Norte (Heppner & Duckworth, 1981). A excepción de algunas especies de interés económico se conoce muy poco sobre la biología y comportamiento de estos microlepidópteros; sus tamaños relativamente pequeños, entre 7 a 25 mm de envergadura tal vez son una de las razones por la que estas polillas han recibido poca atención. Sin embargo, existen estudios y reportes de algunas especies botánicas hospederas y la identificación de familias de parasitoides de estos coreutidos. Cánovas (1998) reporta la distribución de *Choreutis nemorana* en la Península Ibérica y resalta que es una especie que podría ser monófaga de especies botánicas de *Ficus* en España. *C. pariana* (Clerck) es conocida conocida como el esqueletizador de las manzanas por causar daños en estos cultivos. Las larvas de *Tebenna micalis* (Mann, 1857) se han reportado sobre plantas de *Gnaphalium luteoalbun* y otras Asteraceae Huertas & Fuentes (2004), y larvas de *Anthophila fabriciana* se han encontrado alimentándose de plantas de la familia Canarias (Garcia, Garcia & Bacallao, 2016).

Para *C. bonariensis* según la base de datos de las plantas hospederas de lepidópteros del mundo reportadas en la página web del Natural History Museum se han reportado las especies *C. augustella* y *T. leptionella* (Choreutidae).

En Colombia

Castellanos, Crotes, Llano, Guevara, Ríos (2016) en una de sus publicaciones sobre diversidad de lepidópteros en paisajes agrícolas mencionan un reporte de la familia Choreutidae y en registros en línea de la plataforma Gbif solo existe una ocurrencia de

esta familia recolectada en 1976 y que reposa en las instalaciones del Museo de Entomología de la Universidad del Valle. Para el país también existe un reporte de reconocimiento de un insecto con posibles usos de control biológico de *Conyza bonariensis,* este fue realizado en 1972 por Botina, en el cual identifica un microlepidóptero del género *Coreutis* sp que para entonces estaba dentro de la familia Glyphipterigidae.

Género de Choreutidae encontrado

- ✓ **Género *Caloreas* Heppner 1977**

Hace parte de la subfamilia Coreutinae, cuenta con alrededor de dieciocho especies descritas presentes en las regiones Neárticas y Neotropicales.

Son polillas de tamaños pequeños muy similares a los Tortricidae siendo la diferencia entre estas que las primeras presentan coloraciones más llamativas que van de tonalidades metálicas en algunos casos, por ello son conocidas como “metalmark moths”, además, su probóscide es escamada y presentan ocelos de mayor tamaño. Su distribución va desde las regiones Orientales, Australia, Sur de Canadá, Nueva Inglaterra, Europa, América del Norte y Sur América presentando mayor diversidad en los trópicos (Bortolotto, Silva & Bueno, 2015).

Identificación taxonómica

La identificación se realizó con base en caracteres morfológicos y el uso de claves dicotómicas para la familia Choreutidae (Heppner & Duckworth, 1981) y subfamilias de Chroreutidae (Rota, 2003). Para la disección de genitalia se utilizó la metodología descrita por Zimmerman (1978) (Figura 1-10C). Morfológicamente esta familia se distingue fácilmente de otras por el haustellum de escamas basales, este es de tipo escamado está presente en todas las especies de Choreutidae, estas escamas están generalmente unidas en dos filas, una en cada gálea.

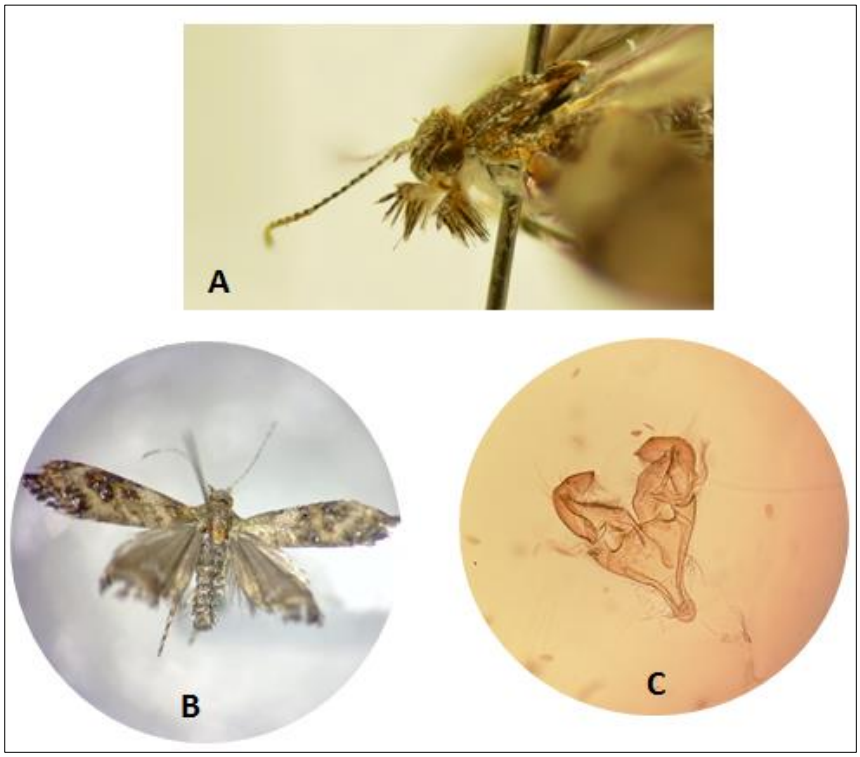


Figura 1-10. A. Cabeza en vista dorsal; B. Macho de *Caloreas cydrota* ♂; C. Montaje genitalia ♂.

La especie fue identificada como *C. cydrota* (Figura 1-10). Verificada por la doctora Jadranka Rota, curadora de entomología del Museo Biológico de la Universidad de Lund Suecia y especialista en de polillas Metalmark moths (Choreutidae).

***Caloreas cydrota* (Meyrick, 1915)**

Figura 1- 11. Adulto *C. cydrota*

Tipo. Meyrick Coll. B.M. 1938-290. La Cumbre, Colombia. P. 6,600 ft. 5-14. *Cydrota* Meyr. *Choreutis cydrota*. E. Meyrick det. In Meyrick Coll ♂ genitalia en placa 3.I 1948. J. F. G. C. 6556. BMNH.

Localidad y descripción del daño

La especie se encontró en seis localidades en los municipios, **Rionegro**, Centro de investigación Agrosavia. 6°07'54"N 75°24'42"W. 2116 msnm. 70% HR. 25°C. **Santa Fe de Antioquia, Estación agraria de** Cotové, vereda El espinal, Granja Unalmed. 6°31'50"N 75°49'39"W. 501 msmn. 54%HR. 31°C. **Abejorral,** vereda La Loma. 5°51'53"N 75°31'28"W. 995 msnm. 95%HR. 28°C. **Medellín**, Antigua vía al mar. 6°18'02"N 75°38'18"W. 2289 msnm. 59%HR. 20°C. **Bello,** Vía Medellín San Pedro. 6°19'17"N 75°35'48"W. 2288 msnm. 58% HR. 23°C. **Yarumal,** borde de carretera vía Yarumal-Llanos de Cuiva. 6°54'19"N 75°26'07"W. 2315 msnm.75%HR. 23°C.

El daño generado en la planta por estos microlepidópteros se evidencia por la observación de un aparente agrupamiento de las hojas (Figura 1-12), unidas con una seda que posiblemente les ayuda a protegerse del ambiente exterior, al realizar la apertura de estas hojas se encontraron en ocasiones alrededor de 3 a 4 larvas de diferentes estadíos alimentándose del tejido foliar. En una sola planta se encontraron de dos a tres agrupaciones de hojas, este proceso genera en la planta síntomas como enrollamiento de las hojas y perturbación en los procesos de fotosíntesis, por ello la planta se ve con aparente marchitez y pérdidas del tejido foliar. Sin duda alguna son las larvas quienes generan el daño en la planta, pero también se pudo observar a menudo los adultos posados sobre las estas plantas hospederas.

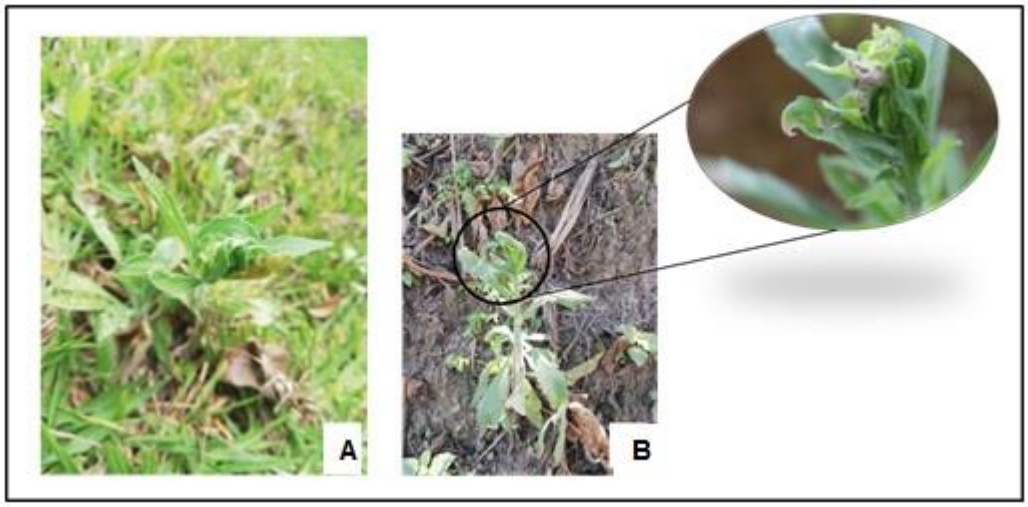


Figura 1-12. A. Inicio del daño; B. agrupamiento de las hojas.

Para Aiello y Solis (2003) la característica de juntar las hojas por estas larvas es un comportamiento, que les permite camuflarse para protegerse de sus enemigos naturales. (Bortolotto, Silva & Bueno, 2015) reportan daños similares a los causados por larva de *C. cydrota* en Brasil sobre plantas de *C. bonariensis.* En su trabajo encontraron que las larvas producen un agrupamiento similar al mencionado en el párrafo anterior, el cual denominan “plegamiento foliar” y describen que dicha estructura les sirve como refugio a las larvas, quien su vez, van generando daño al irse alimentando de la región central de la hoja.

Este microlepidóptero fue reportado por primera vez en Colombia en 1915 (Meyrick, 1915), después de la fecha no estaba documentado en otras regiones del mundo, sino hasta el 2015 cuando Bortolotto, Silva & Bueno realizaron el primer reporte de la especie en Brasil y su hospedero botánico *C. bonariensis.*

Siendo esta especie originaria del país, en la literatura no se encuentra documentación sobre su distribución ni hospederos botánicos. Los estudios más cercanos en el territorio han sido los de Botina, (1972) sobre “Reconocimiento e identificación de un insecto en el control biológico de la “Yaguacha” *C. bonarienis* (L.) Cronq. (Campanulales, Compositae) en el altiplano de Pasto”. La identificación de la especie fue realizada por W. D. Duckwoeth como *Choreutis* sp para entonces de la familia Gliphipterigidae, pero a la fecha no existen reportes en la literatura del seguimiento o avances de la publicación.

Esta especie se presenta como una opción para candidato a control biológico, debido a su aparente especificidad basada en observaciones de campo y reportes de la literatura (Bortolotto, Silva & Bueno, 2015).

Familia Pterophoridae Zeller, 1841

Los Pterophoridae hacen parte de la superfamilia Pterophoroidea, presentan una amplia distribución, reuniendo alrededor de 1.413 especies y 91 géneros en todo el mundo, aunque se estima que muchas especies tropicales aún no han sido registradas (Díaz & Salazar, 2015) y que más de la mitad de estas se encuentran en la región Paleártica Heppner (1991) (citado por Agius, 2017). Se distribuyen en cinco subfamilias, siendo Pterophorinae la más numerosa con 986 especies (Gielis, 1993).

Estos microlepidópteros son conocidos comúnmente como polilla pluma y sus larvas poseen hábitos fitófagos, consumiendo hojas y meristemos, lo que lleva a la pérdida de tejidos y marchitamiento de los mismos. Algunas de las especies de esta familia son barrenadoras de tallos o raíces, aunque la mayoría se alimentan del follaje externo.

En cuanto a sus hospederos botánicos se conocen alrededor de veinte familias dicotiledóneas registradas como hospedantes de larvas de Pterophoridae, entre ellas, Lamiaceae, Fabaceae y en menor proporción Solanaceae, Rosaceae y Boraginaceae siendo el mayor número de plantas hospederas pertenecientes a la familia Asteraceae (Vargas & Parra, 2005), el cual es el grupo taxonómico con mayor incidencia y afectación (Montiel & Ruge, 2017; Vargas & Parra, 2005). Según Gielis, (2006) generalmente se los encuentra enrollando hojas y barrenando tallos mayormente en plantas de la familia Asteraceae, aunque se han reportado hospederos en otras 20 familias de plantas. Algunos ejemplos son las larvas de *Hellinsia chlorias* que son barrenadoras de tallos de *Croptilon divaricatum* (Nutt) Raf., *C. canadensis* (L) Cronquist, y *Heterotheca subaxillaris* (Lam.) (Asteraceae) (Matthews et al., 2012). Para la base de datos de las plantas hospederas de lepidópteros del mundo o página web del Natural History Museum (NHM) la especie *Lioptilodes parvus* se reporta sobre *C. bonariensis* en Hawai y en el Neotrópico. Para (Beltrán, 2018) estas especies tienden a ser generalistas, condición que les permite adaptarse y distribuirse de manera fácil en distintos rangos altitudinales.

En Colombia

Se ha registrado la presencia de esta familia causando daño en especies de frailejones, encontrando estas polillas distribuidas en páramos. Hernández, Fuentes, Fajardo & Matthews, (2014) reportan una especie nueva *Oidaematophorus espeletiae* en el páramo de Chingaza, sus larvas ocasionan daños en las hojas de los frailejones (*Espeletia* spp., Asteraceae). En el departamento de Antioquia se han reportado tres especies de Pterophoridae, *Hellinsia surinamensis* que tienen como hospederos plantas de *Solanum bonariensis*, *S. pseudocapsicum* y *S. verbascifolium* (Solanaceae), *Emmelina buscki* en plantas de *Ipomoea indica* (Convolvulaceae) y *Adaina Atahualpa* con hospederos botánicos desconocidos (Gielis, 2011).

Caracteres morfológicos de la familia

Estos microlepidopteros por lo general nocturnos, presentan tonalidades de color entre beige, marrón o gris, principalmente con marcas oscuras y pálidas. Los Pterophoridae se pueden diferenciar dentro de los lepidópteros por caracteres como presentar una hendidura en las alas anteriores y doble hendidura en las alas traseras en la mayoría de las especies (Gielis, 1993). Aunque esta característica no la posee toda la familia.

Su carácter más exclusivo reposa sobre las alas, es decir, presentan escamas venosas en la parte inferior del ala trasera, a lo largo de las venas M3 y Cu2. La identificación también requiere la observación de caracteres externos como la vestidura de escamas de la cabeza, la forma de los palpos labiales, la forma del margen externo de las alas anteriores y disección de las estructuras genitales Urra, 2017. Entre las especies de la familia se puede evidenciar tanto en las hembras como en los machos, filas de escamas especializadas en la parte inferior del ala trasera, estas escamas se denominan escamas androconiales (Gielis, 1993).

Los adultos son pequeños, pueden medir entre 1.3 a 4.1 cm de envergadura, su cuerpo es largo y delgado, igual que sus patas y alas, tienen un aspecto en forma de T cuando están en reposo formando un ángulo de 90° respecto al eje del cuerpo, esta postura puede confundirlas con algunos zancudos (Diptera). Por las hendiduras en sus alas y las

tres divisiones de las alas posteriores con franjas anchas deriva el nombre de la familia. Las antenas de los machos son más largas que las hembras, ocelos raramente distintos.

Reportes del Género de Pterophoridae encontrado

- ✓ **Género *Lioptilodes* Zimmerman, 1958**

Lioptilodes Zimmerman, 1958: 399 — Especie tipo: *Pterophorus parvus* Walsingham, 1880, por monotipia y descripción original. Utuca auct., nec Walker, 1864.

Considerado uno de los géneros más diversos de la familia, forma parte de la subfamilia Pterophorinae, tribu Platyptiliini. El género se distribuye en la región neotropical y las islas hawaianas. Según Matthew & Landry (2008) hay poco conocimiento de su fauna. En total se han descrito veintiocho especies para la región neotropical.

Caracteres morfológicos de la familia

Los insectos adultos de este género son de color gris claro, las alas anteriores están compuestas de escamas mixtas de color gris claro y blancas con manchas de color gris parduzco, presentan una envergadura entre 9.5 – 16.5 mm y su abdomen presenta rayas laterales pálidas. La especie se reconoce por las pequeñas manchas de color gris pardo oscuro anteriores y posteriores emparejadas en la base de la hendidura del ala anterior y una en el medio de la célula discal, y un trazo de color blanco a lo largo de la costa en la base del primer lóbulo (Matthews et al., 2019).

La celda discal del ala anterior se pliega desde el centro de la célula discal hasta la hendidura, de modo que, en las muestras vivas, así como en las muestras sin extender, el par de manchas de color gris parduzco y las escamas oscuras a lo largo de la costa aparecen contiguos (Matthews et al., 2019). Respecto a la genitalia, los machos presentan valvas simples simétricas, falo con aedeago fuertemente curvado, falobase con pene corto redondeado y proceso ventral bien desarrollado. En cuanto a las hembras, la mitad posterior del ductus bursae es esclerotizada, astrum no diferenciado y signa emparejado en forma de espina (Matthews et al., 2019).

Identificación taxonómica

La verificación de la identificación taxonómica, fue realizada por el doctor Cees Gielis entomólogo e investigador especialista en lepidópteros con mayor especialidad hacia

polillas pluma (Pterophoridae), a quien se le enviaron fotografías de adultos y montaje de genitalia (Figura 1-13); en respuesta el doctor Gielis afirma que se trata de una especie no descrita para el género *Lioptilodes.*

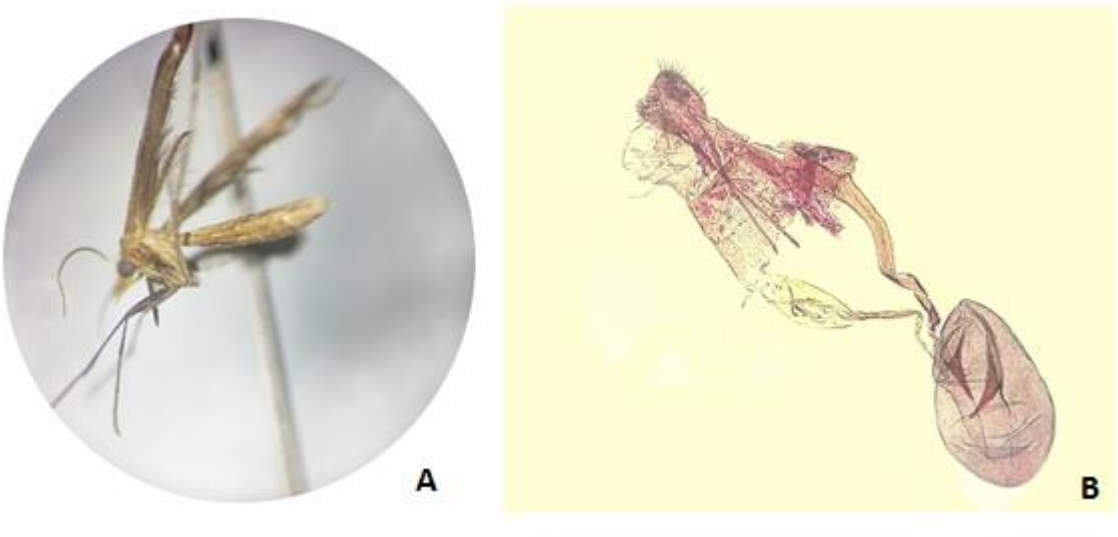


Figura 1-13. A. *Lioptilodes* sp, vista dorsal ♀; B. Genitalia ♀.

La especie se encontró en **Medellín.** Antigua vía al mar. 2287 msnm. 59%HR. 20°C.

En campo se evidenció en plantas de *C. bonariensis* con aparente marchitez en las hojas y zona apical. Al realizar la observación se detectaron larvas barrenado los tallos de la planta, lo cual conlleva a la pérdida de meristemo apical (Figura 1-14A) y marchitez de las hojas. A causa del daño se pudo apreciar un agujero con presencia de excretas o gusanasa en la entrada del orificio (Figura 1-14B).

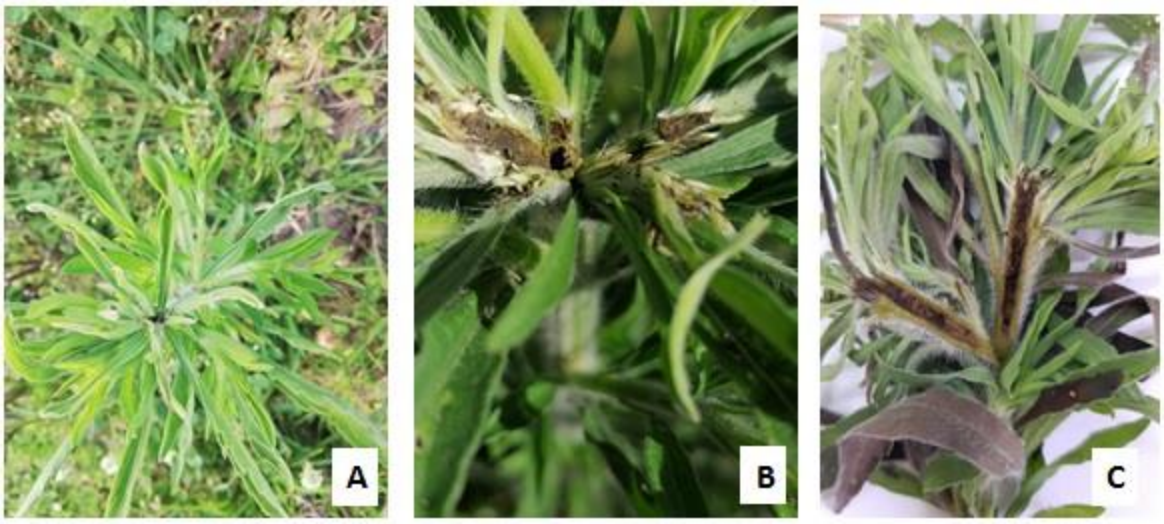


Figura 1-14. A. Inicio del daño; 12-B. Agujero de entrada de la larva con presencia de excretas y 12-C. daño provocado por larva barrenadora.

Es común encontrar en campo plantas que han sido afectadas por este barrenador y que han perdido la dominancia apical dando origen a ramificaciones secundarias.

Se considera importante la obtención de más material biológico, de descripción de la especie y la realización de ciclos de vida.

Familia Putoidae Beardsley, 1969

Hace parte de las más de 8000 especies de escamas conocidas de la superfamilia Coccoidea, agrupadas en 49 familias (García, Denno, Miller, Miller, Ben-Dov & Hardy, 2016).

Las cochinillas harinosas como son llamados estos insectos, reciben este nombre común atribuido al hecho de que algunas especies secretan una capa fina de apariencia harinosa, lo que produce prolongaciones laterales y caudales que varían en tamaño dependiendo la especie Castillo & Belloti; Williams & Granara de Willink; Gullan (1990; 1992; 2004, Citado por Ramos, 2006). Estos insectos tienen una amplia distribución geográfica, incluyendo especies nativas de Australia, del Neártico, Paleártico, de la región Oriental y Neotropical Palma, Balnco & Guillén (2019).

Estos insectos son principalmente de hábitos fitófagos succívoros. Pueden localizarse en cualquier estructura vegetativa y/o reproductiva de sus plantas hospederas, de las cuales obtienen nutrientes por medio de la introducción de su aparato bucal; esto llega a generar

en las plantas debilitamiento, clorosis y hasta marchitez total, no solo por la absorción de su savia, si no en ocasiones por la inyección de tóxicos o generación de heridas que son fuente de ingreso para agentes patógenos.

Según autores como Figueroa 1946; Mosquera 1998; Castillo & Bellotti, 1990; Vélez & Gallego, 1992; Williams & Granara de Willink, 1992; Kondo, 2001; Cardenas et al, 2003; Ramos y Serna 2004, de las 96 especies de pseudocóccidos y putóideos registrados en Centro y Suramérica, el 33% se encuentran en Colombia en cultivos de cacao, café, caña de azúcar, cítricos y musáceas. A su vez, el Instituto colombiano agropecuario “ICA” (2003) reporta 9 especies de importancia cuarentenaria para el país.

En Colombia

Se registran 224 especies de la superfamilia Coccoidea contenidas en 12 familias, 68 de éstas pertenecen a la familia Pseudococcidae y dos a la familia Putoidae Ramos (2006).

Caracteres morfológicos de la familia

Estas especies presentan un cuerpo de consistencia blanda, pueden ser de forma alargada, ovoide o casi circular, se observan segmentos en vista dorsal, pero no se notan los límites entre la cabeza, tórax y abdomen, de fácil observación están un par de antenas y tres pares de patas. Según Shivaraju (2016, citado por Jiménez et al, 2019) las hembras adultas son de movimientos lentos, su tamaño y color varían de acuerdo a la especie, pueden llegar a medir desde 8-9 mm de longitud y otros autores como Kaydan et al (2005) mencionan longitudes menores a 5 mm y Al-Helal et al., (2012) indican medidas entre 2,8 mm de longitud y 1,5 mm de ancho.

Los machos adultos presentan tres tagmas, pueden ser alados o ápteros, presentando en la primera opción solo las alas anteriores, las posteriores se reducen a hamulohalterios, su aparato bucal se encuentra atrofiado o no existe y la duración del estado adulto es de dos a tres días Williams (1991, citado por Ramos & Serna, 2004).

Como se describió anteriormente la taxonomía de esta familia está basada en caracteres taxonómicos de las hembras adultas, que presentan características como, cabeza de tipo opistognata, aparato bucal tipo picador chupador, que ocupa una posición

ventroposterior, presentando labio, labro, clípeo, jeringa y estiletes mandibulares y maxilares. Ojos semejantes a los ocelos con un solo omatidio y están localizados lateralmente a la base de las antenas; suelen tener poros adjuntos, lo cual es un carácter morfológico característico de la familia. En la mayoría de las especies las antenas tienen entre seis a nueve segmentos, algunas veces de cuatro a cinco y ocasionalmente pueden reducirse a dos (Ramos, 2004), como lo describe esta misma autora, el tórax presenta la mayor parte del cuerpo, con dos pares de espiráculos entre las apófisis esternales del meso y metatórax. Tienen tres pares de patas, tipo caminadoras, tarsos de un solo segmento, las uñas con dos setas digitiformes en su base. Algunas veces las patas tienen poros traslúcidos en algunas partes, lo cual también es un carácter de importancia para el grupo. En el abdomen se encuentran ocho segmentos diferenciados por líneas intersegmentales; en esta zona se encuentran, otras estructuras como los lóbulos anales en el segmento VIII que son ligeras proyecciones del cuerpo en cada lado del anillo anal, con diferente tipo de esclerotización y que son de importancia taxonómica. El circulo generalmente entre el segmento III y IV, es un área de cutícula delgada sobre tejido glandular en la parte ventral del abdomen, estos círculos varían en proporciones y formas, pueden ser cuadrados, circulares, en forma de yunque o barra (Ramos & Serna, 2004). En el segmento VII y VIII se encuentra la vulva que corresponde al orificio genital; en el segmento abdominal VI se observa un par de ostiolos a cada lado y otro par al lado del protórax, Ramos, 2006 los describe como abultamientos redondeados de la epidermis en forma de dos labios separados por una depresión y según Cox (1987, citado por Ramos & Serna, 2004) estas son estructuras, de las que se sospecha su función es liberar sustancias defensivas.

Los cerarios son estructuras por una línea imaginaria cefalo-caudal por los bordes laterales del dorso (Ramos, 2006), en cada uno de ellos hay setas cerarianas y otras setas auxiliares. El número de cerarios varía dependiendo de la especie, generalmente se encuentran 17 pares. Las setas pueden variar de las de los cerarios, pueden ser lanceoladas y cónicas. Poros. Pueden ser de tipo discoides multiloculares, triloculares y quinquelocuares. Ductos tubulares que corresponde a estructuras internas con el orificio en la superficie cuticular y varían en estructura.

Reportes del género de la familia Putoidae

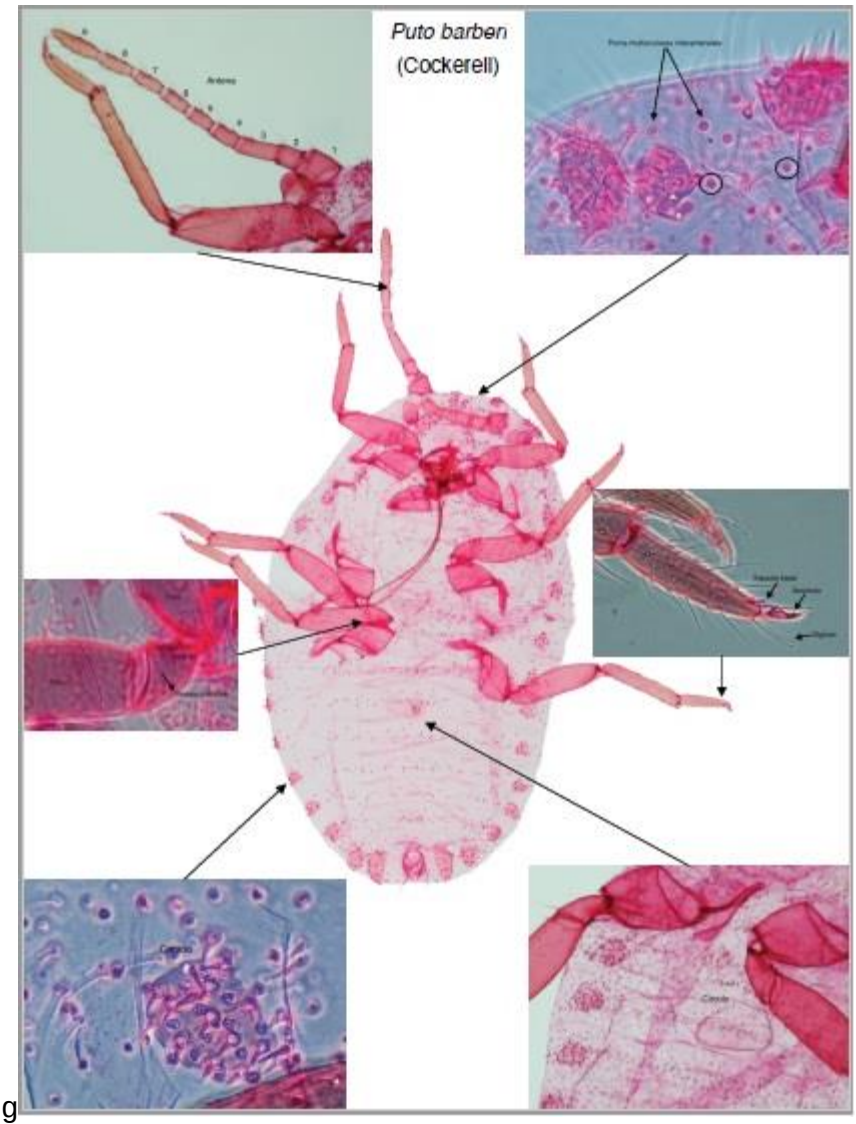
- ✓ **Género *Puto* Signoret, 1896**

El rango de especies botánicas hospederas es amplio, estos cocoideos han sido reportados en plantas cultivadas, ornamentales, silvestres e incluso algunas especies son plagas potenciales en cultivos de importancia económica Maestre et al. (2011). En países como República Dominicana, Ecuador y Colombia se han encontrado en plantas de más de 24 familias botánicas, entre ellas la familia Asteraceae Gullan & Matrin (2009, citado por Palma et al. (2000)).

Identificación taxonómica

Para su identificación se realizaron montajes y preparación de especímenes en láminas de microscopía siguiendo el protocolo propuesto por Sirisena *et al*. (2013) con algunas modificaciones. Las identificaciones se realizaron con base en la morfología externa de hembras adultas y con la ayuda de claves taxonómicas y algunas descripciones de Gill *et al.* (1977), Granara de Willink (2009), Kondo y Williams (2004), Ramos y Portilla (2009) y Caballero (2019).

Las características de diagnóstico de *Puto* ejemplificadas por la hembra adulta son: antenas con pares de sensilias intersegmentarias en las membranas entre los segmentos III-IV, IV-V y VI-VII, y (Figura 1-15) patas traseras con sensilla campaniforme en las superficies ventral y dorsal del trocánter, y una ampliación de la garra con espolón basal y (Figura 1-14).



g

Figura 1-15. A. Caracteres morfológicos ♀ adulta de *Puto barberi*

La confirmación de la especie fue realizada por Diego Carrero Sarmiento docente e investigador del Laboratorio de Entomología de la Universidad de Pamplona.

***Puto barberi* (Cockerell, 1895)**

Phenacoccus yuccae barberi Cockerell, 1895q: Tipo: ANTIGUA: en *Allamanda* [=*Allemanda*], *Thunbergia grandifolia*, *Coleus* y *Croton.* Sintipo, hembra, Tipo depositado: Colección Nacional Entomologica Estados Unidos, U.S. Museo Natural de Historia, Distrito de Columbia, USA. Nombre aceptado. *Phenacoccus yucae barberi*; Cockerell 1896f: 39. Notas posteriores a la publicación: Autor citado incorrectamente. ***Ceroputo barberi*** (Cockerell, 1895); Cockerell 1901j: 166.Cambio de combinación y rango.

Phenacoccus trinidadensis Laing1925: 52. Dato Tipo: TRINIDAD: Toco Beach, en *Coccoloba uvifera*. Holotipo, hembra, Tipo depositado: Londres: Museo de Historia Natural, Inglaterra, Reino Unido. Sinónimo junior (descubierto por Laing1929a, 475). ***Puto barberi*** (Cockerell, 1895); Ferris 1950b:197 Cambio de la combinación. ***Puto baberi*** (Cockerell, 1895); Mora, et al. 2018: 21. Error ortográfico del epíteto de la especie.

Esta especie fue encontrada en las raíces de *C. bonariensis* en las siguientes localidades, **Medellín**. Antigua vía al mar. 6°18'02''N 75°38'18''W. 2289 msnm. 59%HR. 20°C. **Arboletes.** Borde de carretera Montería – Arboletes. 8°51'12''N 76°25'13''W. 12 msnm. 90%HR. 30°C. **Rionegro**, Centro de investigación Agrosavia. 6°07'54''N 75°24'42''W. 2116 msnm. 70% HR. 25°C.

Las plantas con presencia de este insecto en campo se observaron con una aparente marchitez y clorosis en las hojas, al realizar la extracción de la planta en las raíces se evidenció la presencia de *P. barberi* (Figura 1-16A y B).

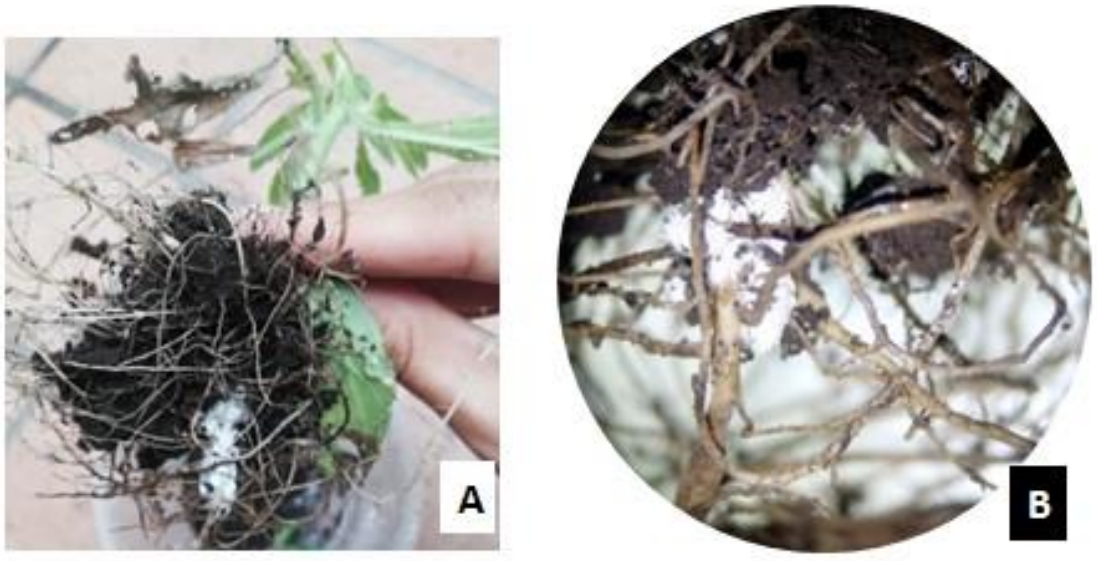


Figura 1-16. A- Raíz extraída de campo con presencia de la cochinilla; B. Raíz vista a 10x bajo estereoscopio, cubierta de capa cerosa que evidencia la presencia de *P. barberi*.

Maestre et al. (2011) señalan que el rango de especies hospederas para esta familia es amplio, llegando a afectar plantas cultivables, ornamentales y especies silvestres.

Para Colombia esta especie ya había sido reportada en plantas *C. bonariesis* asociada a cultivos de café (Suárez et al, 2018). Es por ser una especie generalista se descarta como uso en métodos de control biológico.

Familia Miridae Hahn, 1831

Los míridos o “chinches de las plantas” como son conocidos, pertenecen al orden Hemiptera; siendo esta la familia más grande y diversa del suborden Heteroptera, con más de 1300 géneros y 11130 especies descritas.

Según Wheeler (2001, citado por Álvarez, Arroyo & Pérez, (2013)) este grupo tiene una amplia distribución en todas las regiones zoogeográficas excepto en la Antártida. Los miembros de este suborden, están divididos en siete infraordenes (Cimicomorpha, Dipsocoromorpha, Enicocephalomorpha, Gerromorpha, Leptopodomorpha, Neptomorpha y Pentatomorpha) sumando en total alrededor de 37000 especies, de las cuales 60% son fitófagas, siendo Cimicomorpha y Pentatomorpha los que abarcan la mayor concentración de estas especies. La familia Miridae (Cimicomorpha) posee la mayor cantidad de especies fitófagas (≈ 10000 especies) González, Báez, Serna, Llarena, Nuñez & Reynoso (2019).

Para la región Neotropical hay registrados al menos 561 géneros y más de 3400 especies, incluidas en siete de las ocho subfamilias reconocidas en el mundo (Ferreira, Henry & Coelho, 2015). Como se contextualizó anteriormente, un gran porcentaje de míridos son fitófagos que pueden llegar a causar daños graves en cultivos de importancia económica; en México según González et al. (2019) generan pérdidas en cultivos de (*Sechium edule* Jacq.) o “chayote” disminuyendo calidad y rendimiento. Wheeler; Yarita & Cisneros (2000a, 2000b; 2010, citado por Álvarez et al., (2013)) reportan que estos insectos pueden ser plaga en cultivos como algodón alfalfa, sorgo, guayaba, manzana, marañón y aguacate. Arelllano & Vergara, (2016) los registran en cultivos de café, papayo, piña, cítricos y plátano.

En algunos casos estos míridos pueden actuar como vectores en la transmisión de enfermedades a las plantas y otros son depredadores, lo que los convierte en una opción de estudio interesante en programas de control biológico (Aramayo & Mesa, 1985).

Según Logarzo y colaboradores (2005) *Taylorilygus apicalis* es el mírido que mayormente se asocia con asteraeas, principalmente con el género *Conyza* en Argentina y Paraguay, concluyendo que es una de las principales plantas hospederas (6400 ninfas en 39 sitios). Además, sugieren que *T. apicalis* exhibe polifagia regional, es decir, monofagia u oligofagia en ciertos lugares, lo que lleva al uso de numerosos hospedadores en todo el rango geográfico del insecto, como se ha demostrado en algunos otros míridos.

En Colombia

Han sido reportados como insectos plaga en cultivos de pastos del altiplano cundiboyacense, en cultivos de café Wheeler; Yarita & Cisneros (2000a, 2000b; 2010, citado por Álvarez et al., 2013); Ferreira & Barreto, 2012; Jaramillo et al, 2010, los reportan en cultivos de ñame y en aguacate en la región caribe (Álvarez et al. 2013), lo que es motivo de rechazo en la comercialización de esta fruta (Montilla et al, 2014).

Caracteres morfológicos de la familia

Son insectos de cuerpo blando que presentan formas entre alargadas y ovaladas, miden entre 4 a 10 mm de largo, pueden tener varios colores entre tonalidades rojas, verdes, naranjas y blancas, pero también pueden tener coloraciones que les permite mezclarse con su entorno como gris, marrón o negro (Triplehorn & Johnson, 2005; Ferreira et al., 2015). Su cuerpo presenta pilosidades de diferentes aspectos, según la zona del cuerpo puede tener setas articuladas, pelos simples, pelos setiformes y pelos escuamiformes Wagner & Weber (1964, citado por Goula, 1986). Las antenas de cuatro artejos con formas distintas de localización según la especie, con algunas excepciones, algún artejo puede ser claviforme, plano o troncocónico. Pico con cuatro segmentos, siendo el primero más robusto y los restantes se afinan progresivamente. El pronoto con aspecto de un trapecio, más o menos estilizado, con el margen anterior menor que el posterior y los bordes laterales pueden ser rectos o sinuosos. Escutelo de forma triangular, con el margen anterior o base menor que la altura. Los hemielitros en esta familia se caracterizan por la presencia de una región coriácea, que ocupa gran parte de la superficie alar, y otra membranosa. En la coria existen tres áreas, la exocoria, la coria en sentido estricto o endocoria (que incluye el clavo) y el cúneo, estos últimos, constituyen los caracteres distintivos de la familia. El cúneo, de forma triangular, separado de la coria

por una incisión más menos sinuosa y profunda, que pueden presentar una escotadura en el extremo externo; articulándose en esta incisión, el cúneo se dobla formando un ángulo habitualmente perceptible. Las patas están bien desarrolladas. Coxas y trocánteres de poca trascendencia y no se presentan muchos cambios de una especie a otra. Por otro lado, las uñas y apéndices son la base de la distinción de las subfamilias de los míridos; llegando a ser las primeras largas y esbeltas, arqueadas o bien dobladas en ángulo pronunciado, provistas de diente basal y los segundos, los arolios que pueden ser setiformes o lameliforme, siendo su función indicar la posición relativa del pretarso con el sustrato o del tarso de la uña; los pseudoarolios, que se insertan en las uñas o bien lo aparentan (falsos pulvilos), también pueden estar ausentes (Goula, 1986).

- ✓ **Género *Proba* Distand, 1884**

Según el boletín del Museo Entomológico Francisco Luis Gallego, Volumen 10 Nº 4 de 2018 de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, para el género *Proba* sp hay registros de las especies *P. sallei* en cultivos de Maíz, trigo, habas, papa, jardines, maleza y *Crotalaria* sp, *P. vittiscutis* en maíz, yuca y *Crotalaria* sp y *Proba* sp en crisantemo.

Identificación taxonómica

El espécimen fue identificado como *P. vistiscutis* (Figura 1-17). La verificación fue realizada por Jhon Alveiro Quiroz del Museo Entomológico Francisco Luis Gallego de la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín.

***Proba vittiscutis* (Stal, 1860)**

Figura 1-17. A. *P. vittscutis* vista dorsal; B. *P. vittscutis* vista lateral.

Proba vittiscutis (Stål 1860). (Carvalho y Afonso 1977*; Carvalho 1988; Schuh 2008). (Sin.: Deraecoris *vittiscutis* Stål 1860; *Proba viridicans* Stål 1860; *Lygus cetratus* Berg 1883b; *Horcias plumatus* Distant 1884; *Lygus cristatus* Distant 1884; *Proba hyalinus* Maldonado 1969)

Localidad y descripción del daño

Los especímenes fueron encontrados en **Rionegro.** Centro de investigación Agrosavia. 6°07'54''N 75°24'42''W. 2116 msnm. 70%HR. 25°C.**Turbo.** Borde de carretera vía Turbo – Necoclí. 8°51'12''N 75°25'13''W. 16 msnm. 84%HR. 28°C. **Medellín**, Antigua vía al mar. 6°18'02''N 75°38'18''W. 2289 msnm. 59%HR. 20°C.

El daño evidenciado en campo corresponde a manchas en las hojas que generan clorosis y marchitamiento del tejido foliar (Figura 18 A y B), debido a la succión que hacen adultos y ninfas con ayuda de su aparato bucal.

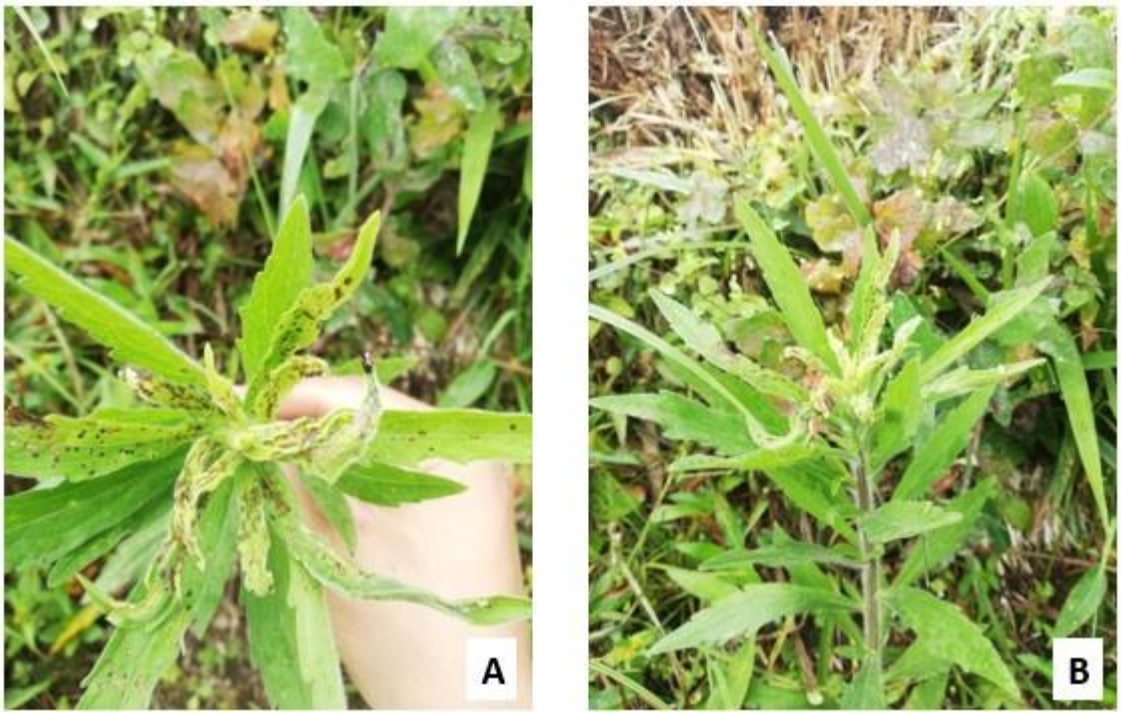


Figura 1-18. A-B Daño en plantas de *C. bonariensis* por *P. vittiscutis* en campo.

Esta especie citada es polífaga ya que afecta desde especies botánicas cultivables, ornamentales y malezas, esto podría afectar su uso como candidato a control biológico de *C. bonariensis*.

Se presume que podría haber otras especies de míridos presentes en la zona afectando a *C. bonariensis* por lo que se considera pertinente colectar más material biológico y revisar su taxonomía en detalle.

1.3 Discusión

En total se realizó identificación de seis especies pertenecientes a seis géneros; dicha determinación se realizó en todos los casos mediante caracteres morfológicos y se realizó extracciones de genitalia cuando fue necesario. Se contó con la verificación de expertos y especialistas que confirmaron las identificaciones taxonómicas para todas las especies. Todos los especímenes identificados fueron recolectados en campo, donde se encontraron generando algún tipo de daño en plantas de *C. bonariensis;* los registros pertenecen a catorce localidades ubicadas en 11 Municipios del departamento de Antioquia, siendo este el primer trabajo realizado sobre insectos fitófagos asociados a la especie *C. bonariensis* para el país.

De las especies reportadas en esta investigación, *P. Barberi* (Putoidae) y *P. vittiscutis* (Miridae) contaban con reportes de plantas hospederas en el país, incluyendo asteráceas. *P. Barberi* estaba anteriormente reportada en raíces de *C. bonariensis* en el departamento de Norte de Santander (Suárez et al., 2018). Ambas especies son consideradas como generalistas con registros en diversas plantas de diversas familias.

Para *E. rhinophora* (Tephritidae) aunque previamente reportada en el país se desconocía las hospederas a la fecha. El hallazgo en el presente estudio permite ampliar los reportes realizados por Stoltzfus, (1974).

La identificación de *C. cydrota* (Choreutidae) y su planta hospedera *C. bonariensis*, reafirma los hallazgos realizados por Bortolotto et al (2015) en Brasil y permite ampliar el conocimiento de la distribución y daño este microlepidóptero sobre *C. bonariensis.*

Tanto *E. rhinophora* como *C. cydrota* constituyen hallazgos significativos en el contexto del control biológico, de acuerdo con hallazgos del estudio y a lo señalado previamente por autores como Stoltzfus (1974).

Lioptilodes sp (Pterophoridae) se encontró haciendo un daño importante característico de las polillas de esta familia, se considera pertinente revisar mayor cantidad de material e

intentar la realización del ciclo bajo condiciones de laboratorio dado que esta puede ser un insecto promisorio desde la perspectiva del biocontrol.

La descripción de la posible nueva especie de polilla pluma para el departamento de Antioquia y el país ampliaría los listados de especies de Gielis (2003 y 2011).

La especie *T. bonariensis* es el primer reporte de mosca formadora de agallas de *C. bonariensis* para el país, este reporte permite ampliar el conocimiento sobre la distribución de la especie, además de reafirmar que se puede tratar de una especie fitófago especifica de *C. bonariensis* (McKay & Gandolfo, 2001).

En la identificación de moscas del género *Trupanea* el patrón alar representa una de las características morfológicas más relevantes. En comunicación con el especialista en Tephritidae, doctor Allen Norrbom, indicó que, aunque los especímenes encontrados en esta investigación presentaron pequeñas diferencias en el patrón de las alas comparados con algunos de Brasil y Argentina, se consideran conespecificos.

Dado que los especímenes adultos de *T. bonariensis* emergidos de agallas obtenidas de campo presentaron variaciones en el color del tórax sería interesante explorar desde lo molecular los hallazgos de dichas variaciones.

El municipio de Medellín fue donde se registró mayor presencia de insectos fitófagos asociados *a C. bonariensis,* encontrando todas las especies mencionadas. Para los demás municipios se registraron entre una y dos de las familias.

En cuanto a las especies registras *T. bonariensis* y *C. cydrota* fueron las de mayor presencia y frecuencia se encuentran distribuidas en un mayor número de municipios, siete y seis respectivamente, procedentes de cuatro subregiones.

Especies como *E. rhinophora* y el nuevo registro de la familia Pterophoridae solo se registran en una localidad de los municipios Medellín (Valle del Aburrá) y Bello (subregión Norte). Para la subregión de Urabá se registraron las especies *P. vittiscutis* y *P. barberi*.

Cinco de las especies identificadas en esta investigación representan un nuevo registro como fitófagos en *C. bonariensis* y de acuerdo con bservaciones en campo y registro en literatura tres de ellas *T. bonariensis, E. rhinophora* y *C. cydrota* podrían jugar papel importante en estrategias de control biológico debido a características de especificidad (Van Driesche *et al*., 2007).

2. Capítulo 2

Aspectos biológicos y ciclo de vida bajo condiciones de laboratorio: *Trupanea bonariensis*

2.1 Materiales y métodos

2.1.1 Área de estudio

Los muestreos para la obtención de agallas en plantas de *C. bonariensis* fueron procedentes de siete municipios del departamento de Antioquia, Rionegro, Medellín, Bello, Retiro, Abejorral, La Ceja y San Jerónimo, pertenecientes a cuatro subregiones, Oriente, Occidente, Norte y Valle del Aburrá. Estas localidades fueron seleccionadas después de una revisión previa de más de treinta sitios de muestreo que se caracterizaron como sitios estratégicos para el seguimiento y recolecta de insectos y plantas.

2.1.2 Ciclo de vida bajo condiciones de laboratorio

El ciclo de vida de *T. bonariensis* se desarrolló en las instalaciones del laboratorio de Fisiología de Insectos - Insectario de la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín bajo condiciones de laboratorio a 21 ± 1°C y 69 ± 5% de Humedad relativa.

2.1.3 Propagación de las plantas

Los procedimientos de propagación de plantas se realizaron bajo invernadero. Para su obtención se tomaron semillas de plantas traídas de campo, previamente identificadas como *C. bonariensis,* las cuales se depositaron sobre papel servilleta dispuesto en cajas de Petri de 9 cm de diámetro con un fotoperíodo de 12 horas a temperatura ambiente. Una vez emergidas las plántulas se llevaron a macetas de plástico con un sustrato que contenía una mezcla de tierra, arena y turba.

Otro método de obtención de plantas fue realizar trasplante de las mismas directamente de campo a macetas plásticas de diámetros de 14 cm por 12 cm de profundidad y llevarlas al vivero e insectario de la Universidad para su adaptación y posterior uso (Figura 2-1). Este periodo consistió en dejarlas máximo 15 días bajo observación para asegurar que no tuvieran presencia de otro tipo de insectos o daños por algún patógeno,

estas plantas tenían entre 10 a 15 cm de altura. En total se trasplantaron 50 plantas para utilizar de dos o tres por cada ensayo en casa malla.

Figura 2-1. A. Trasplante de plantas en campo; B. Plantas bajo observación en laboratorio.

2.1.4 Obtención de Agallas en campo

Se realizó bajo dos metodologías, una consistió en cortar en campo tallos de *C. bonariensis* que presentaban formación de agallas, seguido a ello, se depositaron en neveras de icopor para su transporte. En el laboratorio se dispusieron en recipientes plásticos y se cubrieron con tul para controlar la salida de los adultos (Figura 2-2C).

Otra metodología fue trasplantar directamente a macetas plantas de *C. bonariensis* que en campo presentaran los síntomas. Se transportaron al laboratorio donde se registraron sus datos y se acondicionaron dentro de una casa malla para la observación del crecimiento de la agalla y emergencia de adultos.

Figura 2-2. A. Corte de agallas en campo; B. Agallas seleccionadas y C. Agallas para obtención de adultos.

Como parte de las observaciones y seguimiento, se realizó toma de medidas con ayuda de un metro. A las plantas observadas con inicio de formación o presencia de agallas se les tomo registros como altura total de las plantas desde la base del tallo al ápice, altura de la base del tallo a la agalla, tamaño de la agalla y número de ramificaciones secundarias. Para las medidas de las agallas se utilizó un calibrador marca Mitutoyo con una apreciación mínima de 0.02 mm (Figura 2-3B y C).

Figura 2-3. A. Toma de medidas de las plantas; B y C. Toma de medidas de las agallas.

2.1.5 Obtención de adultos parentales

Una vez tomadas las medidas de las agallas y las plantas en laboratorio, se realizaron dos selecciones, una de ellas consistió en separar las agallas más grandes y revisar después de realizar una pequeña perforación bajo estereoscopio, si dentro había larvas o pupas. Las que contenían pupas y no tenían el orificio de salida se pasaron a recipientes para hacer seguimiento a la emergencia de adultos, una vez emergidos se pasaron a casa malla y se les proporcionó una dieta alimenticia que contenía agua, azúcar y pasta de levadura hidrolizada como fuente de proteína.

2.1.6 Obtención de estados inmaduros

De las agallas más pequeñas y con coloraciones verdes se seleccionaron 3 de cada 10 para realizar disección y registrar el estadio de las larvas, tamaño y características morfológicas, este mismo procedimiento se realizó para la toma de registro de las pupas (Figura 2-4).

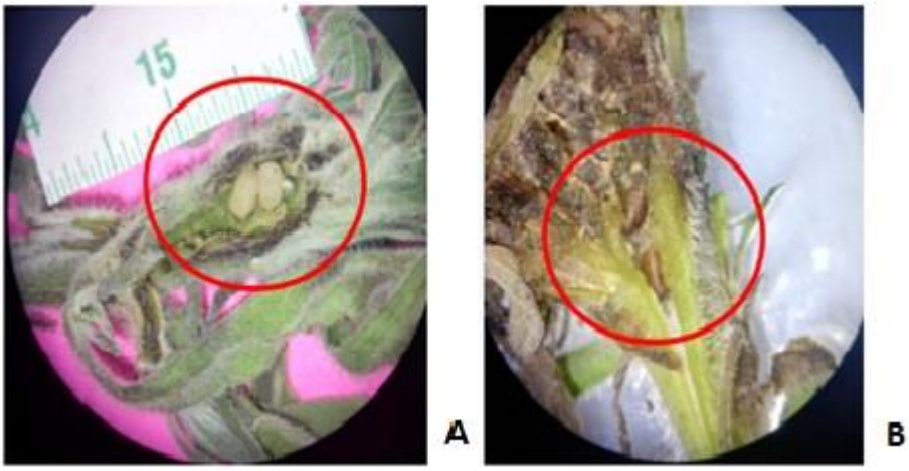


Figura 2-4. A. Agalla con larvas de *T. bonariensis*; B. Agalla con pupas de *T. bonariensis*.

2.1.7 Infestación

Se realizaron diez ensayos de infestaciones, cada uno con tres repeticiones. Estos consistieron en colocar dentro de casas malla forradas con tul 2 a 3 plantas de *C. bonariensis* totalmente libres de daños (Figura 2-5A) y realizar liberaciones de adultos de *T. bonariensis* obtenidos a partir de la emergencia de las agallas, los adultos fueron dispuestos en proporción de 4 machos por cada 10 hembras. Dentro de cada casa también se les proporcionó dieta alimenticia (Figura 2-5B).

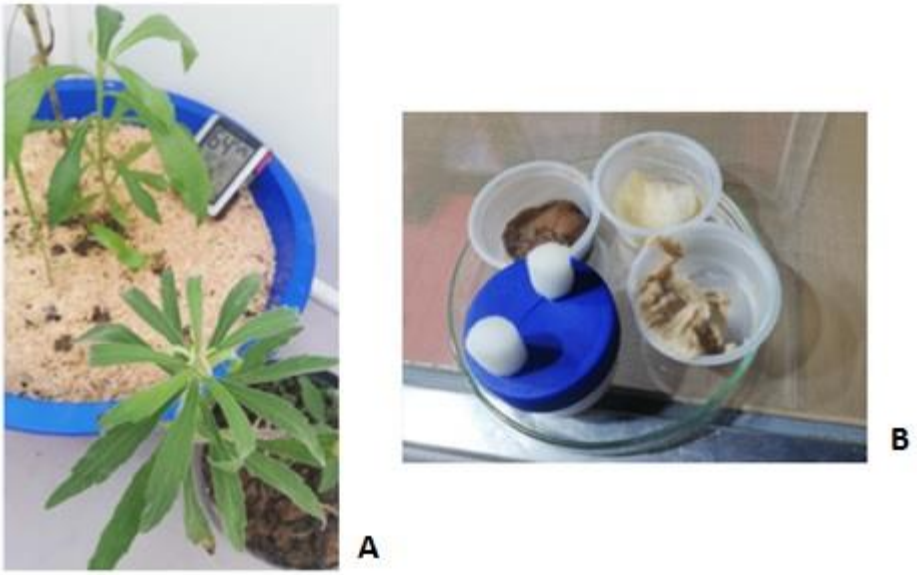


Figura 2-5. A. Plantas de *C. bonariensis* para ensayo; B. Dieta alimenticia para adultos de *T. bonariensis*.

La liberación de los adultos a las casas malla con plantas se realizó teniendo en cuenta la proporción de emergencia, una vez dentro de ellas se realizaron observaciones cada 2 horas para registrar datos como comportamiento, cópula, oviposición y alimentación.

2.2 Resultados

En total se visitaron diez localidades en siete municipios del departamento de Antioquia con presencia de agallas en *C. bonariensis* provocadas por la mosca *T. bonariensis,* en la (Figura 2-6) se especifican dichas localidades y los rangos altitudinales en los que la especie fue encontrada en el departamento. De estas localidades se seleccionaron cinco por su constante disponibilidad de plantas y presencia del insecto (Figura 2-7), estos fueron los sitios más acsequibles debido a la pandemia causada por el Covid 19 que se presenta actualmente en el departamento y país. Estas localidades fueron visitadas cada mes desde junio de 2020 a enero de 2021. Los datos de cada una de ellas se presentan en la (Tabla 2-1).

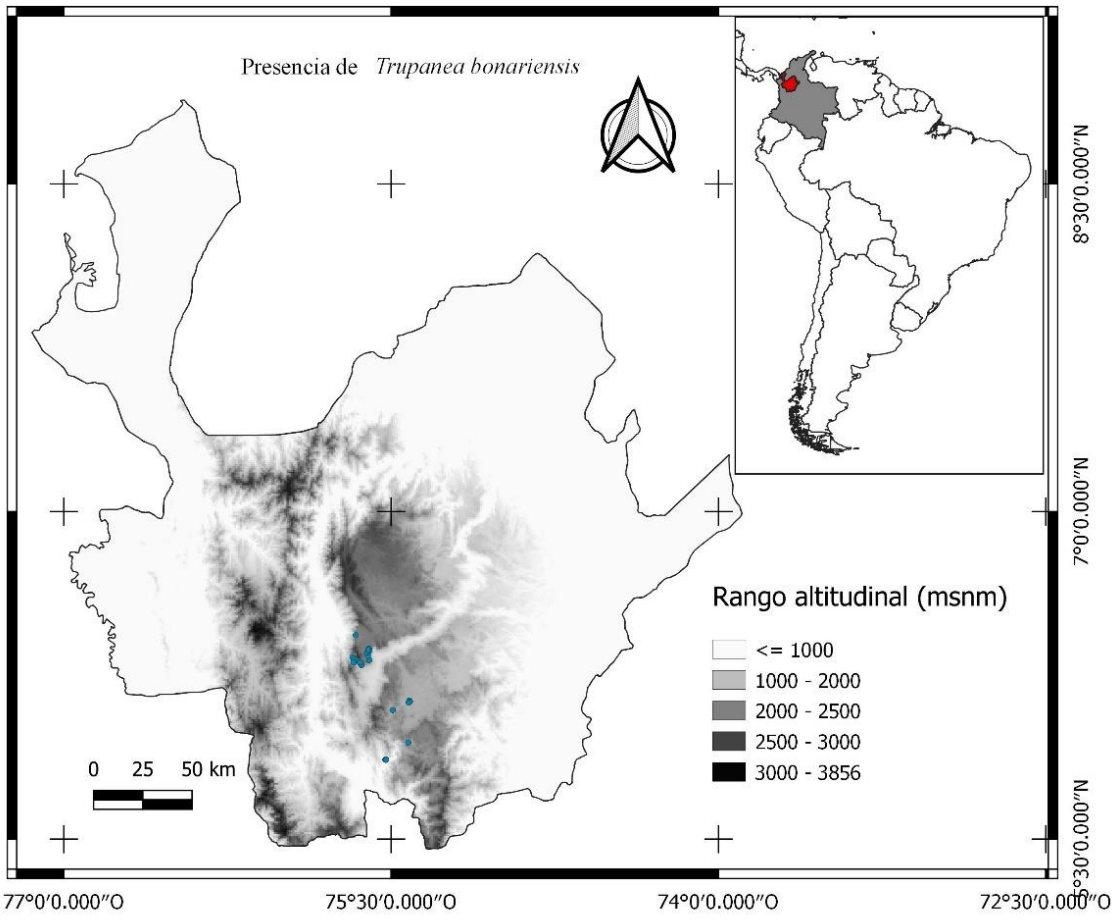


Figura 2-6. Rangos altitudinales de *T. bonariensis*.

T. bonariensis se encontró en rangos que van desde menos de 1000 msnm, siento la elevación mínima encontrada 965 msnm en la vereda la Loma municipio Abejorral y la más alta elevación registrada a 2649 en el municipio de Medellín, corregimiento de San Cristóbal, en el mapa de la (Figura 2-6) los puntos en azul indican las localidades, apreciando un mayor número de colectas donde el rango altitudinal está entre 2.000 – 2.500 msnm, después de estas alturas solo se encontraron dos sitios con presencia de *T. bonariensis,* Antioquia, Medellín, vía las antenas del Cerro del Padre Amaya y un sitio en Antioquia, Medellín, Antigua Vía al mar.

Tabla 2-1. Localidades con presencia de C. bonariensis afectadas por de *T. bonariensis*, se resalta en gris las localidades seleccionadas para el seguimiento.

LOCALIDAD	COORDENADAS	A.S.N.M	°C	HR %
Colombia, Antioquia, Medellín, Antigua Vía al mar	6°18'02"N;75°38'18"W	2289	20	59
Colombia, Antioquia, Borde de carretera Llano Grande-Rionegro	6°07'30"N;75°25'10"W	2117	24	65
Colombia, Antioquia, Borde de carretera vía las palmas-La fe	6°05'26'N;75°29'35"W	2148	16	83
Colombia, Antioquia, Centro de investigación Agrosavia	6°07'54"N;75°24'42"W	2116	25	70
Colombia, Antioquia, Bello, Represa La García	6°22'19"N;75°36'04"W	2470	27	53
Colombia, Antioquia, Abejorral, Vereda La Loma	5°51'53"N;75°31'28"W	1083	28	95
Colombia, Antioquia, San Jerónimo, Vereda Pantanillo	6°26'02"N;75°39'44"W	2450	26	83
Colombia, Antioquia, Vía La Ceja - Abejorral	5°56'27"N;75°25'19"W	2148	18	59
Colombia, Antioquia, Medellín, vía las antenas del Padre Amaya	6°18'04"N;75°38'19"W	2528	29	56
Colombia, Antioquia, Bello, vía Medellín San Pedro	6°19'17"N;75°35'48"W	2288	23	58

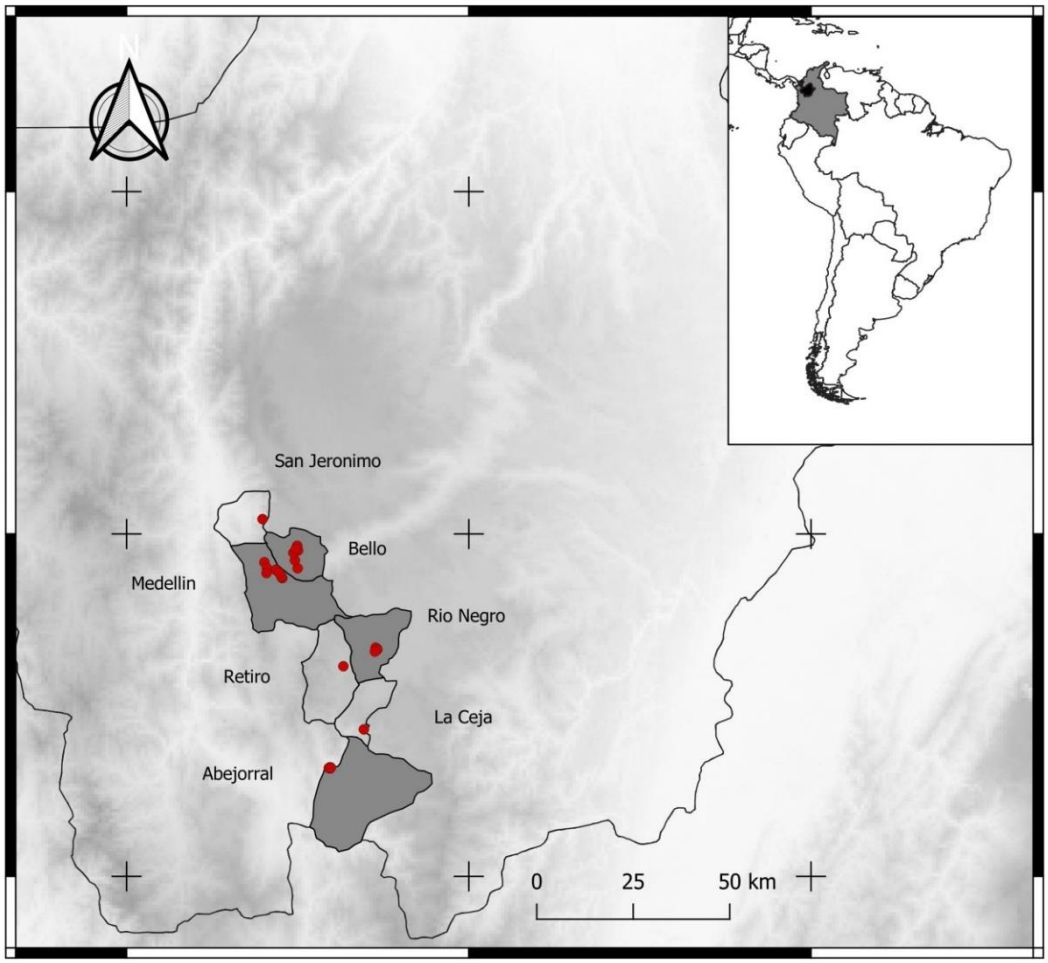


Figura 2-7. Municipios con presencia de *T. bonariensis,* en gris sitios elegidos para recolecta y muestreo en campo.

2.2.1 Sitios de muestreo

Los sitios seleccionados para seguimiento representados en la (Tabla 2-6 y Figura 2-7) tendrán el siguiente indicativo cada vez que se mencionen en el documento:

Localidad 1: Colombia, Antioquia, Medellín, Antigua Vía al mar

Localidad 2: Colombia, Antioquia, Bello, Represa La García

Localidad 3: Colombia, Antioquia, Bello, vía Medellín San Pedro

Localidad 4: Colombia, Antioquia, Centro de investigación Agrosavia

Localidad 5: Colombia, Antioquia, Abejorral, Vereda La Loma

2.2.2 Caracterización e identificación ampliada del daño

Durante las salidas al campo se realizo toma de datos de 231 plantas de *C. bonariensis* con afectación, evidenciando daño en plantas de diferentes tamaños y diferentes estados fenológicos, es decir, plantas en crecimiento, adultas y en floración.

Para cada una de las cinco localidades se registró la altura promedio de las plantas y la altura promedio a las agallas (Tabla 2-1). El promedio total en las cinco localidades fue de 41 cm (n=50) desde la base del tallo de la planta (sin tener en cuenta la raíz) hasta su ápice, siendo la altura máxima de 81 cm y la mínima 10 cm.

Una de las principales características de daño se evidencia por la interrupción del crecimiento y clorosis en la zona apical de la planta (Figura 2-8A); esta interrupción a su vez genera la formación de una estructura en forma de agalla en el tallo.

Las agallas se identifican fácilmente en la planta ya que en la parte apical del tallo se observa un engrosamiento que varía de tamaño dependiendo de su estado de desarrollo. Estas estructuras a medida que van creciendo varían en formas que van de redondeadas a ovaladas, principalmente con una medida mayor en el sentido de crecimiento de la planta (Figura 2-8D).

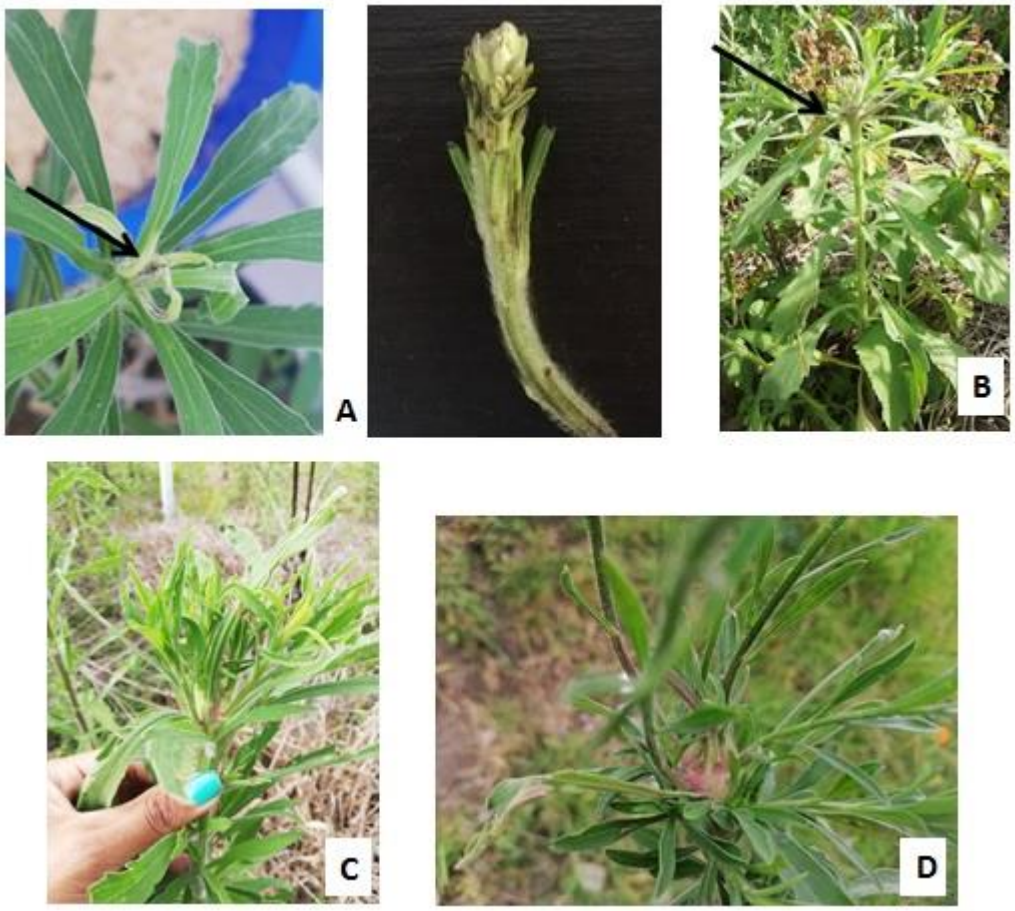


Figura 2-8. A. Evidencia de daño causado por *T. bonariensis*; B. Agalla de 18 mm de longitud y 20 mm de largo; C. Evidencia de inicio de cambio de coloración; D. Agalla madura.

En algunas ocasiones se observa un orificio o canal que se puede evidenciar con facilidad generalmente en la parte superior de la agalla; esto puede indicar que ya hubo emergencia de adultos.

Dada la interrupción en el crecimiento, se genera una producción de yemas secundarias en la parte inferior de la agalla que da como resultado la formación de ramificaciones secundarias (Figura 2-9), el número de estas varía dependiendo del desarrollo de la agalla, pueden ser de 5 ± 2 (n=50) por agalla.

Figura 2-9. A. Inicio de ramificaciones secundarias; B. Ramificaciones secundarias ya desarrolladas.

Tabla 2-2. LOC: Localidad; APP: Altura promedio de la las plantas; APAG: Altura promedio a la agalla; N° RAM: Numero de ramificaciones de la agalla. Nota: Promedios tomados de aproximadamente 200 registros de plantas.

Loc	APP	APAG	N° RAM
1	35,8 ± 18,4	23,9 ± 14,3	3 ± 2
2	27,8 ± 11,5	16,5 ± 5,5	4 ± 3
3	31,3 ± 19,3	20,7 ± 11,3	4 ±2
4	35,1 ± 18,6	24,7 ± 12,7	5 ± 2
5	33,7 ± 17,4	23,1 ± 14,1	4 ±2

2.2.3 Evidencia del daño por localidades

En total se recolectaron 213 agallas durante la realización de esta investigación. Las proporciones en el tiempo de cada una de las localidades se presentan en la (Figura 2-

10), Evidenciando que la localidad 4 fue de donde se obtuvo el mayor número de agallas y que sus proporciones se mantuvieron, a excepción de los meses de septiembre y diciembre.

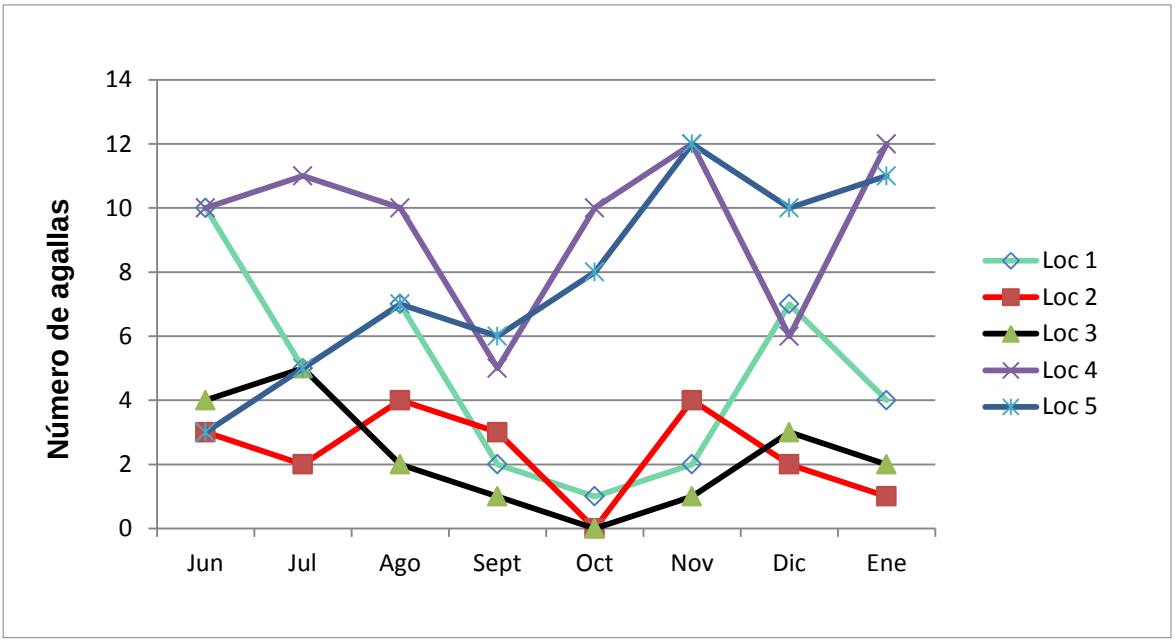


Figura 2-10. Representación gráfica del número de agallas por localidad en el tiempo.

Después de la localidad 4, las plantas de la localidad 5 y 1 presentaron un nivel medio de afectación por formación de agallas.

Las localidades 2 y 3 presentaron un bajo número de plantas con formación de agallas en comparación con las mencionadas anteriormente, de igual manera en el mes de octubre para ninguna de las dos se encontró evidencia del daño; siendo estas dos localidades pertenecientes al mismo municipio.

2.2.4 Tamaño y caracterización de las agallas

Dentro de la medida de estas estructuras se observó que una agalla “madura” o de mayor tamaño puede llegar a medir desde 15,8 ± 3,4 mm largo y 19,8 ± 8,9 mm diámetro (n=50). Generalmente el interior de estas agallas es hueco y sus paredes engrosadas. La parte exterior de las agallas cambia de coloración dependiendo su estado, inicialmente se observan tonalidades verdes y cuando ya está madura cambia diferentes

tonos entre rosados y rojos. Algunos adultos emergidos de una misma agalla, presentaron diferencias en los colores tórax entres café y negro.

2.3 Ciclo de vida de *T. bonariensis* bajo condiciones de laboratorio

2.3.1 Adultos

Observaciones de comportamiento

2.3.2 Observación del comportamiento sexual Parada Sexual: Cortejo y copula

Una vez en la casa malla con las plantas el registro de la cópula se dio casi inmediato, machos de 3 hora de emergidos y liberados con las hembras iniciaron el cortejo, el acto inicia con movimientos casi circulares entre hembra y macho de frente, en promedio esta danza dura alrededor de 1 minuto, una vez unidos (Figura 2-11), durante la cópula la hembra realiza movimientos suaves de alas de arriba abajo, este evento dura aproximadamente entre 10 a 15 minutos. Cuando han culminado el macho se queda unos instantes (aproximadamente 10 segundos) frente a la hembra y luego se separan del todo. El registro de las cópulas fue diario, y principalmente se daban en horas de la mañana, las primeras cópulas se dieron a las 7:30 am y se registraron hasta las 16:00 horas, en promedio diario se presentaban entre 7 a 10 cópulas.

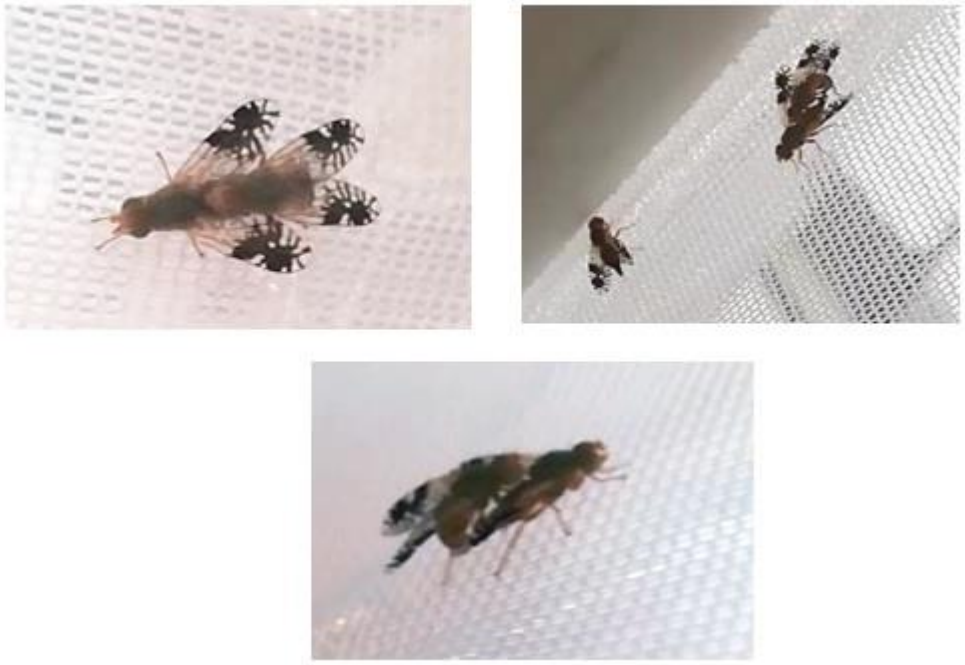


Figura 2-11. Evidencia cópula bajo condiciones de laboratorio de *T. bonariensis*.

2.3.3 Posturas de las hembras

Durante el ensayo se logró evidenciar cuando las hembras buscan donde depositar sus posturas, su comportamiento es más activo, se les puede observar posándose sobre las plantas de *C. bonariensis* e inician un recorrido por toda la zona apical, después casi 1 a 2 minutos de estar realizando movimientos por las hojas y tallo, pareciera que seleccionan el sitio para empezar a realizar sus postura y asume una posición diferente e inician movimientos que consisten en golpear suavemente el abdomen contra el tallo de la planta (Figura 2-12), pasados unos segundos se logra observar cómo mueve su ovipositor con suaves movimientos hacia el tallo, todo este proceso postura puede llegar a durar de 5 a 8 minutos, incluso hay momentos en que la hembra da por finalizadas sus posturas y después de un descanso ella continua.

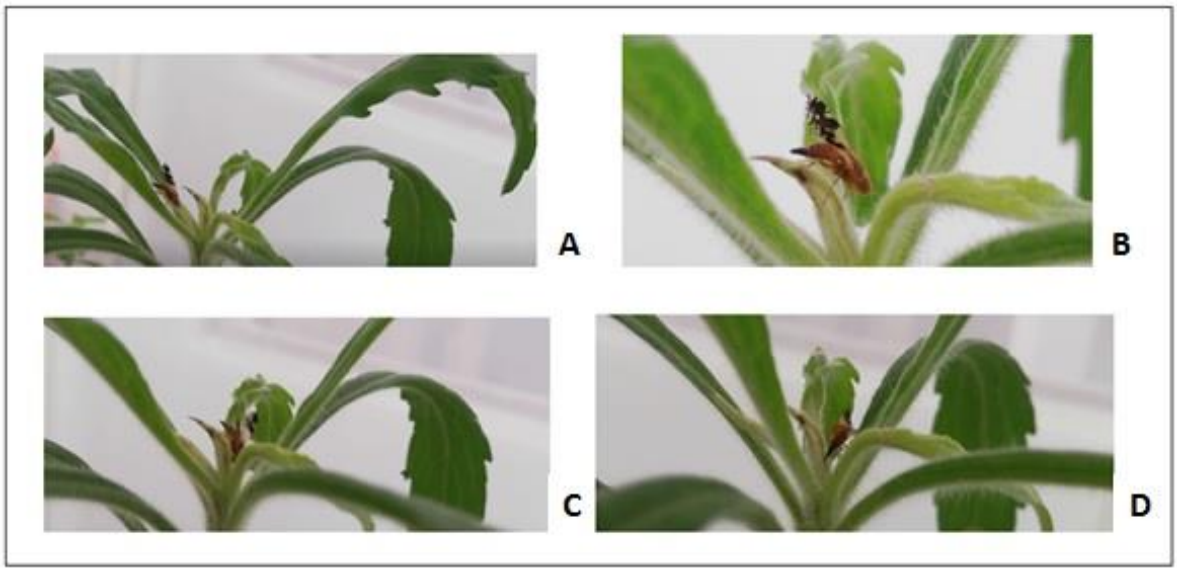


Figura 2-12. A. Hembra de *T. bonariensis* sobre la planta; B. selección del sitio para postura; C. Ubicación y D. Oviposición.

Durante esta actividad las hembras se muestran tranquilas, se observa solo movimiento de su probóscide y ocasionalmente mueven las alas. Después de la postura suelen quedarse acicalándose entre 1 a 2 minutos.

2.3.4 Estados inmaduros

El ciclo de vida de *T. bonariensis* inicia cuando una hembra realiza posturas de huevos sobre los tallos de la planta, los huevos son depositados generalmente en zona apical y bajo observaciones al estereoscopio se pudo evidenciar que los huevos son incrustados levemente en el tallo (Figura 2-13).

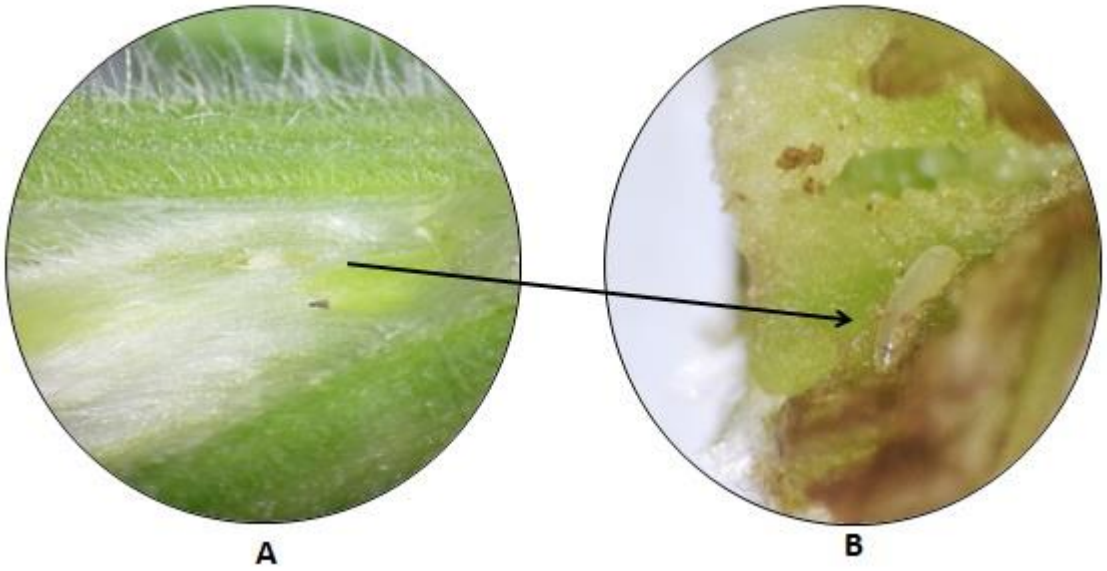


Figura 2-13. A Y B. Observación de huevos de *T. bonariensis* bajo estereoscopio, vista 40x.

Huevos

Los huevos fueron obtenidos de tres formas, 1. A partir de posturas realizadas por las hembras sobre las plantas de *C. bonariensis* en casas malla. 2. Bajo un sustrato que contenían tallo de *C. bonariensis* macerados puestos sobre una caja de petri y 3. A partir de la disección del abdomen de hembras emergidas en el laboratorio (en total contienen entre 15 -20 huevos por hembra) (n=5) (n, es el número de huevos observados). Las mediciones fueron realizadas sobre papel milimétrico bajo un estereoscopio marca Carl Zeiss.

Estos huevos presentan una coloración blanca pálida, miden aproximadamente entre 0,90 ± 0,00 mm de largo (n=40) (n, es el número de huevos observados) y ancho 0,33 ± 0,00 mm (n=40). La parte proximal del huevo es redondeada y disminuye un poco hasta terminar en una punta aguda lo que le da una forma elíptica, ovalada (Figura 2-14).

Desde el momento registrado de las posturas hasta la observación de los primeros daños en el ápice de la planta, causando las larvas neonatas desde el primer momento de si eclosión, trascurrieron entre 15 a 20 días. No fue posible lograr que las larvas eclosionarán en otro tipo de sustratos bajo las condiciones de laboratorio proporcionadas.

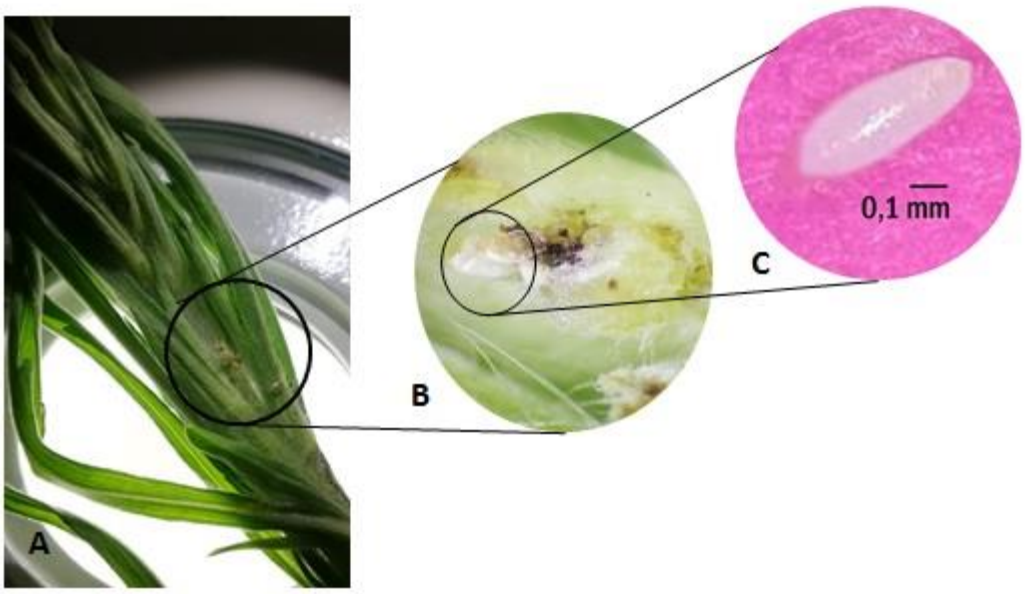


Figura 2-14. A. Evidencia del daño inicial y presencia de huevos de *T. bonariensis*, vista bajo estereoscopio 10x; B. Evidencia de daño de la hembra y depósito de huevos, vista 40x: C Huevo de *T. bonariensis*.

Larvas

Las larvas como se indicó anteriormente se midieron a partir agallas de diferentes tamaños seleccionadas para este procedimiento, se midió su altura, diámetro y se extrajeron las larvas allí contenidas para realizar el mismo procedimiento en el interior de las agallas se encontraron en promedio entre 2 a 6 larvas, entre neonatas y de primero, segundo y tercer instar, las cuales están alimentándose de las paredes de la misma.

Larva I. o larva neonata. Miden entre 0,52 ± 0,032 mm de largo y 0,30 ± 0,019 mm de ancho; n=10 (n, es el número de larvas observadas). Presentan coloración blanca amarillenta, se diferencia muy bien la parte apical por la esclerotización de su aparato bucal bien desarrollado, la zona caudal presenta ensanchamiento (Figura 2-15a). Vistas bajo estereoscopio se logra diferenciar sus segmentos abdominales. Las agallas que contienen dichas larvas presentan un tamaño promedio que va desde 1,5 cm de largo y 0,69 cm de diámetro, generalmente de coloración verde claro y formación de pequeños foliolos.

Larva II. Las larvas miden entre 1,6 ±0,11 mm de largo; n=10 y 0,57 ±0,13 mm de ancho, n=10 (n, es el número de larvas observadas). Se observan ganchos bucales

esclerotizados y segmentos abdominales. Las agallas que contiene estas larvas en varían entre 1,33 cm de largo por 7,5 cm de diámetro (Figura 2-15b).

Larva III. Larvas completamente formadas, cuerpo de 4,17 ± 0,33 mm de largo; n=10 (n, es el número de larvas observadas) y 1,41 ± 0,16 mm de ancho. Bajo el estereoscopio se logra observar ganchos bucales fuertemente esclerotizados. El tamaño promedio de las agallas que las contienen es de 1,76 cm de largo por 1,43 cm de diámetro, el color de estas agallas se torna un verde mucho más fuerte que las que contienen larvas en primer y segundo instar (Figura 2-15c).

Todos los datos de estados inmaduros fueron obtenidos mediante las disecciones de agallas y destrucción de tallos para observar las posturas; por ende, a la fecha no se tienen registros sobre la duración de cada uno de los estadios larvales de la especie. Las larvas extraídas de agallas disecadas se intentaron mantener bajo sustratos que contenían tallos de *C. bonariensis* macerados y hojas de la misma, pero nada de esto funciono, una vez fuera de la agalla las larvas viven entre 1 a 2 días y mueren.

Figura 2-15. Larvas de *T. bonariensis* a. Larva I; B. Larva 2; C. Larva III

Para el conocimiento de la duración del ciclo de vida bajo condiciones de laboratorio se dejó 1 de cada tres plantas del ensayo para que creciera la agalla y se pudiera establecer el tiempo de duración del ciclo, el cual fue de 45- 50 días bajo condiciones de laboratorio (n=8) (n, es el número plantas observadas). Estas mismas observaciones se hicieron en campo, marcando plantas con inicio del daño y haciendo seguimiento a la emergencia de los adultos, para este caso el tiempo de emergencia vario entre 30 a 39 días (n=10) (n, es el número de plantas observadas).

Pupas

Se evidenciaron a partir de disección de agallas traídas de campo. En promedio una agalla podía contener entre 6 ± 2 (n=50) (n, es el número de pupas observadas) pupas. Son de tipo coarctata, cilíndricas, con 4,9 ± 0,3 mm de largo; 2,31 ± 0,4 mm de ancho (n=50) (n, es el número de pupas observadas). Generalmente presentan una coloración castaña que varía según los segmentos, es decir, en el extremo apical anterior la coloración cambia entre castaño oscuro y negro. Toda la parte media, segmentos abdominales son más claros y el extremo caudal vuelve a ser castaño más fuerte (Figura 2-16). Las agallas que las contienen presentan cambios de coloraciones rojizas y rosadas, el tamaño también varía, en promedio en un rango que va desde 1,29 a 2,11 cm de largo y 1,4 a 4,5 cm de diámetro.

Figura 2-16. A y B. Disección de agalla para observación de pupas de *T. bonariensis*; C. Medición de pupas bajo estereoscopio 10x.

El tiempo que se toma la pupa para su emergencia varía entre 8 a 13 días, algunas de ellas después de haber disecado la agalla no emergieron o emergieron con algunas malformaciones; debido a la perturbación de su hábitat.

Los adultos vivieron un promedio de 16,75 ± 5.1 días dentro de la casa de malla. Los machos en general como sucede con casi todos los artrópodos presentaron una vida más corta que las hembras, ya que mientras algunas hembras duraron entre 23 y 25 días, algunos machos solo permanecían vivos 8 días, tiempo suficiente para cumplir su nicho, que es fecundar a la hembra.

2.4 Aspectos etológicos

2.4.1 Comportamiento de los machos

El cuanto a los aspectos etológicos encontramos como es el comportamiento de los machos, al momento de la parada sexual, el cual se registró mediante observación directa en un periodo comprendido de 30 minutos, y tuvo lugar cuando en una casa malla se introdujeron de 4 a 5 machos con 15 hembras.

Se logró observar los comportamientos como: posarse sobre las plantas, el combate con otros machos por la hembra que se inicia con la persecución intraespecífica y apareamiento por el apareamiento; en esta última instancia se evidenció como uno de los machos atacantes persigue a su oponente por todo el espacio de la casa malla hasta envolverse en él cubriéndolo totalmente hasta hacerlo caer, de esta manera el macho vencedor vuelve en busca de la hembra cortejada y continúa la ceremonia de cortejo. Durante este comportamiento de combate entre los dos machos rivales, el resto de los adultos estuvieron activos, es decir, en constate movimiento por toda la casa malla. Lo que nos permite adelantar que posiblemente la emisión de feromonas de alerta, emitidas durante el combate por los machos contrincantes, fue captada por las antenas de los insectos tanto hembras como machos, que permanecían en la casa malla y con su constante movimiento, daban respuestas a la señal de alarma.

2.4.2 Proporción de sexos

Se llevaron a cabo estudios de la proporción sexual, sin entrar a hondar en el "rendimiento sexual", características de gran importancia y profundidad que deben ser parte de estudios fundamentales a profundidad al momento de una tesis doctoral, dentro de procesos de control biológico de plantas, dentro de un proceso interactivo: Planta. Insecto- Parasitoides- control biológico- medio ambiente. Los adultos emergidos tanto de las agallas de campo como las obtenidas en laboratorio presentaron una emergencia promedio 3:1 entre hembras y machos (n=50) (n, es el número de adultos observados). Para todas las ocasiones la cantidad de hembras fue mayor, estos datos fueron registrados de acuerdo con la (Tabla 2-3). Se observó en algunas ocasiones la emergencia de hembras y machos con algunas malformaciones de las alas o patas.

Tabla 2-3. Registros de emergencia de adultos de *T. bonariesis* a partir de agallas. Hembra y macho D corresponden a Deformidades.

AGALLA	HEMBRA	MACHO	HEMBRA D	MACHO D
A1	3	1	0	0
A2	2	1	1	0
A3	4	0	0	1
A4	4	2	0	0
A5	3	1	0	0
A6	2	0	0	0
A7	1	1	0	0
A8	1	3	0	0
A9	2	2	0	0
A10	1	3	1	2

2.5 Enemigo natural

Dentro del complejo interactuante en proceso de manejo por control biológico de un caso de planta invasiva; se presenta como es natural un sobre parasitismo, acontecido por un parasitoide Himenoptero del insecto fitófago de las plantas a controlar: Complejo este que es natural y de gran belleza dentro de todo ecosistema, al que hay también que aprender a manejar dentro de los umbrales poblacionales que permitan un control biológico del parásito de la planta sin que su dinámica poblacional cause mengua en la efectividad de dicho control.

De las agallas recolectadas en campo se evidencio la emergencia de un parasitoide, identificado como Himenoptero de la Familia Pteromalidae, subfamilia Miscogasterinae y género *Halticoptera* (Figura 2-17), este parasitoide ha sido asociado a especies de las familias Agromyzidae, Tephritidae y Drosophiliadae asociados a plantas herbáceas o helechos. Mckay & Gandolfo, 2001 también reportan la emergencia parasitoides de la familia Pteromalidae, Torymidae y Eupelmidae emergidas de agallas junto con *T. bonariensis* en plantas de *C. albida*.

Figura 2-17. Parasitoide de *T. bonariensis.*

La proporción de agallas parasitadas fue de 2 de cada diez (n=30) (n, es el número de agallas observados), aunque de las agallas también fue frecuente observar la emergencia tanto del parasitoide como de la mosca *T. bonariensis*.

3. Discusión

En el presente estudio se encontraron especies fitófagas asociadas a *C.bonariensis* causando daños importantes en las plantas, algunas de las cuales no habían sido registradas para esta planta o no se habían reportado en el país. Es decir su registro, será el primero encontrado con este estudio.

Como ya lo acabamos de anunciar, en este contexto, se realiza el primer registro de la mosca formadora de agallas en *C. bonariensis,* conocida a la fecha solo en plantas de *C. albida* en Argentina McKay & Gandolfo (2001).

Para el país, este reporte se convierte en el primero de la presencia de la especie *T. bonariensis.* A la fecha esta especie no se encuentra en el catálogo Tephritidae de Colombia (Savaris, Marinoni & Norrbom, 2016), y ella debe ser reportada para su inclusión, del mismo modo, se amplía los registros de distribución de *T. bonariensis* en la región neotropical, conocida hasta ahora, solo en Uruguay, Sudeste de Paraguay, Sur de Brasil y Argentina, siendo este último el país el que mayores aportes ha realizado al género *Trupanea* (McKay & Gandolfo, 2001).

El ciclo de vida de *T. bonariensis* estudiado en esta investigación tuvo una duración promedio de 45 a 50 días bajo condiciones de laboratorio, siendo el primer ciclo de vida conocido de la especie y el segundo trabajo en reportar número y características de los estados inmaduros. Se sugiere la necesidad de profundizar sobre algunos aspectos relevantes, mediante la realización de un trabajo de tesis posdoctoral.

Los datos sobre los estados inmaduros recolectados durante el ciclo de vida y el daño descrito en los tallos de la planta, concuerdan con los presentados por McKay &

Gandolfo (2001) en su publicación sobre estados inmaduros y bionomía de *T. bonariensis* en Argentina. Solo se presenta una pequeña diferencia con la investigación mencionada, debido a que la duración del ciclo de vida en campo pareciera presentar periodos de tiempo más largos en ese país. Esta situación podría tener su fundamento debido a que este estudio fue realizado en un lugar de país tropical, con condiciones totalmente diferentes a un país temperado y estacionario; en la estación de invierno argentino en el continente Sur de América Latina, lo que no les ha permitido saber qué pasa con la mosca durante esos periodos. En contraste, *T. bonariensis* fue encontrada durante todos los meses desde junio del año 2020 hasta enero del año 2021 en el departamento de Antioquia Colombia, país tropical.

Los comportamientos de *T. bonariensis* observados bajo condiciones de laboratorio como apareamiento, territorialidad y posturas son similares a los observados por Cavender & Goeden, (1982) para para la especie *T. bisetosa*; aunque en su investigación ellos reportan un comportamiento territorial de las hembras el cual denominan de preoviposición, señalando que una hembra al hacer posturas no permite que otras se acerquen. Para nuestro caso fue lo contrario, se evidenciaron posturas de dos hembras en una misma planta en el mismo momento. Otra observación con la se difiere es el denominado aparente "comportamiento homosexual" de los machos, que seguramente solo debe ser debido a que las pupas en sus últimas fases de este estadio emiten feromonas sexuales captadas por las antenas de los machos que emergen antes que las hembras y dicha feromona sexual permite el inicio de la búsqueda de la hembra para cortejar a otro macho. El desconocimiento de los comportamientos etológicos y de la importancia del conocimiento de las feromonas en general y en este caso de las sexuales y su captación por las antenas, hace llevar por ignorancia a emitir conceptos de "comportamientos homosexuales", simplemente por desconocimiento, para nuestra investigación debido a que la investigación fue de corta duración y sin una influencia estacionaria del invierno donde se alargan los periodos de emergencia de las hembras con relación a los machos, no hubo oportunidad de observar estas situaciones.

La formación de agallas en las plantas como respuesta al daño producido por las larvas de *T. bonariensis* cuando se alimentan de los tallos de *C. bonariensis,* es una característica de gran importancia dentro de la familia Tephritidae, que les ha permitido

convertirse en modelo de estudios ecológicos y etológico, biogeográficos y del complejo control biológico para la cecidología (Grandes, García, Cueva & Santos de Araújo, (2005); Hernández & Hernández, (2005) & Nieves, (1998)).

El reporte de *T. bonariesis* constituye un nuevo registro de un insecto inductor de agallas para el país, y se suma a la lista de los reportados por Sepulveda, Ocampo, Gaviria & Rubio (2009), Rivera, (2011), Pujade, Rodríguez & Caicedo (2015). Además, permite ampliar el conocimiento sobre las especies de insectos gallícolas de América Latina, ya que los mayores estudios sobre estas especies han sido aportados por países como Argentina, México, Panamá y Brasil.

El enemigo natural emergido a partir de las pupas de agallas recolectadas en campo identificado como *Halticoptera* sp (Pteromalidae: Miscogasterinae) corresponde con los hallazgos descritos por Goeden, Teerink & Headrick, (1998) en pupas de *T. jonesi* en California. McKay & Gandolfo, (2001) señalan la emergencia de parasitoides de esta misma familia a partir de agallas de *T. bonariensis* en Argentina, además de otros parasitoides de las familias Torymidae, Eupelmidae e Ichneumonidae. Cavender & Goeden, (1982) reportan para *T. bisetosa* parasitoides de la familia Pteromalidae y algunos Braconidae. Todos los parasitoides aquí mencionados corresponden al orden Hymenoptera.

El daño causado por *T. bonariensis* en *C. bonariesnis* y las características de la especie, han hecho que esta, se considere como un insecto para el cual vale la pena la realización de estudios particulares relacionados con el cumplimiento de calidades necesarias para considerarse en programas de control biológico de *C. bonariensis*. El paso siguiente sin duda sería las pruebas de especificidad en otras plantas de la familia.

Otras moscas de esta familia como el género *Eutreta* observada en pocas ocasiones en el presente estudio, han sido mencionadas en la literatura como de importancia en el control biológico de plantas consideradas malezas, por lo tanto, su búsqueda en diferentes localidades y estudios sobre las especies, el daño y la especificidad serian interesantes.

En el caso de la familia Pterophoridae cuya presencia fue ampliamente observada en este estudio, se considera importante precisar y el daño y estudiar el ciclo de vida.

Un trabajo taxonómico ampliado en el grupo de los Hemiptera también se sugiere, considerando la posibilidad de que existan complejos de especies muy similares asociados a la planta, lo cual se evidencia por autores como Logarzo et al., (2005), este autor señala en América al género *Horciasisca* el cual no se encontró en el presente estudio.

4. Conclusiones

Con los reportes realizados en esta investigación se contribuye al aumento de los registros y del conocimiento de las familias de insectos Tephritidae, Choreutidae, Pterophoridae, Putoidae y Miridae, presentando la identificación taxonómica de cinco especies, cuatro de ellas no registradas previamente sobre *C. bonariensis* en el país.

Con base en las observaciones en campo y registros disponibles en la literatura se logra inferir las especies identificadas como *T. bonriensis*, *E. rhinophora* y *C. cydrota* pueden ser importantes candidatos considerados para estudios y posterior aplicación como controladores biológicos.

A través del uso de claves dicotómicas se logró realizar la identificación taxonómica de cinco de las especies recolectadas en campo, siendo las especies más comunes *T. bonariensis* (Tephritidae) y *C. cydrota* (Choreutidae), en cuanto a las especies *P. vittiscutis* y *P. barberi*, ambos hemípteros, aunque se encontraron haciendo daño en las plantas de *C. bonariesis*, de acuerdo a las observaciones y reportes en literatura, estas especies son polífagas y han sido reportadas generando daño en diferentes hospederos botánicos, lo que las excluye de ser fitófago específicas de *C. bonariensis*.

E. rhinophora se presenta como un candidato importante para continuar investigaciones que permitan avanzar en el conocimiento de su distribución y ciclo de vida.

Del total de los especímenes identificados, el de la familia Pterophoridae corresponde a una nueva especie. Por el daño que causa en la planta de *C. bonariesises* es importante continuar con su descripción e investigaciones.

Por último, se resalta la importancia de los insectos fitófagos como limitantes para el desarrollo de *C. bonariensis* y el papel estratégico que juega la descripción del ciclo de vida de *T. bonariensis* bajo condiciones de laboratorio; constituyéndose para el país y la región neotropical en un nuevo registro de distribución, observación de comportamiento, hospederos y parasitoides de la especie.

Bibliografía

Agius, J. (2017). *Lantanophaga pusillidactylus* (Walker, 1864) new to the Maltese Islands (Lepidoptera: Pterophoridae). *Shilap Revista. Lepid.,* 45 (178), 259-261.

Álvarez, G. D., Arroyo, W.Y & Pérez, A. M. 2013 Presencia de *Parafurius discifer* (Stal, 1860) (Hemiptera: Miridae) in yam crops of Colombian Caribbean Region. *Rev. Colombiana cienc. Anim.* 5(1), 417-421.

Amat, D. (2007). *Fundamentos y métodos para el estudio de los Insectos*. Bogotá: Universidad Nacional.

Aramayo, R. B & Mesa, H. L. 1985. Contribución al conocimiento de los insectos Míridos de Navarra (Heteroptera, Miridae, Hahn 1831). *Serie Zoológica.* 13, 1-63.

Beltran, J. C. (2018). Composición florística asociada a frailejones *Espeletia* spp afectados por *Oidaematophorus espeletiae* en el PNN Chingaza. Tesis Maestría. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Recuperada de https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/handle/20.500.12010/4227

Benbow, S. M. (1978). The biology of *Eutreta diana* (Diptera: Tephritidae) on San sagebrush, *Artemisa filifolia*. Tesis de Maestría. Universidad Tecnológica de Texas. México.

Biocontrol Science and Technology, 27:2, 222-236, DOI: http://10.1080/09583157.2016.1274879.

Caballero, A., Ramos, A., Gil, Z & Benavides, P. (2018). Insectos escama (Hemiptera: Coccomorpha) en raíces de café de Norte de Santander y Valle de Cauca, Colombia y descripción de una nueva especie. Revista Colombiana de Entomología, 44(1): 120-128.

Camacho, D. 2004. Estudio del patrón espacial de dispersión de semillas de *Conyza.*

Cascante, M. A. (2008). Guía para la recolecta y preparación de muestras botánicas. Herbario Nacional (CR). Museo Nacional de Costa Rica, San José de Costa Rica.

Castillo, C. (2013). Insectos plagas y sus enemigos naturales en el cultivo de *Theobroma cacao* L. (cacao) en los valles de Tumbes y Zarumilla, Perú. *Manglar.* 10(2), 3-16.

Cavender, G & Goeden, R. (2016). Life History of *Trupanea bisetosa* (Diptera: Tephritidae) on wild sunflower in Southern California. *Ann. Entomol. Soc. Am.*75, 400-406.

Chapman, A. D. 2009. Numbers of Living Species in Australia and the World. Australia: Australian Government, Department of the Enviroment, Water, Heritage ant the Arts.

Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (Conabio). (2001). La biodiversidad en Veracruz: Estudio de estado. Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Veracruz, universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A.C. México.

Commonwealth cientific and Industrial Research (CSIRO). (2019). Flaxleaf fleabane biological control. https://research.csiro.au/flaxleaf-fleabane/contact/

Commonwealth cientific and Industrial Research (CSIRO). (2020). Biocontrol solutions for sustainable management of weed impacts to agricultural profitability (2016-2020). https:// https://research.csiro.au/flaxleaf-fleabane/achievements-rrnd4p-rnd2/

Cordo, H. A; Logarzo, G; Braun, K & Di lorio, O. R. (2004). Catálogo de Insectos Fitpofagos de la Argentina y sus plantas asociadas. FUEDEI. Recuperado de https://fuedei.org/catalogodeinsectos/?appSession=2T295C9FG58MLT39HQ2K2FNP1BA549A0407PH9SX8372LFVU6ID85ZI2F5N7F65D033TA69Q52152ABEBL86ZC06NLXC50I1VEY9YVF0FNY80W96Y19FRC152A5540RA

Dalazen, G; Carus, G. V; Carpintero, D. L; Stacke, R. F & Cagliari, D. (2014). Populational fluctuation on *Nysus simulans* associated with soybean and hair fleabane in Brazil. *Inverciencia*. 39(6), 391-394.

Davies, P. (1999). Porpagation of “Yerba carnicera” (Conyza bonariensis (L.) Cronq.

Del Vitto, L. A., & Petenatti, E. M. (2015). Asteráceas de importancia económica y ambiental Segunda parte: Otras plantas útiles y nocivas. *Multequina*, 24, 47–74.

Díaz, K., Salazar, D. (2015). *Diversidad de familias de polillas nocturnas (Lepidoptera) en la vereda Buena Vista, en el municipio de Villagómez, Cundinamarca.* Tésis Licenciatura. Universidad distrital Francisco José de Caldas. Recuperado de https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/4508/SalazarMu%F1ozDennis Melisa2015.PDF.pdf?sequence=1 difusión N° 677.

Dube, N., Zachariades, C., Thinnandayha, C & Osariyekemwen, O. U. (2017). Laboratory studies on the biology and host range of **Dichrorampha odorata** (Lepidoptera: Tortricidae), a biological control agent for **Chromolaena odorata** (Asteraceae). *Biocontrol Science and Tecnology,* 27(2), 222-236, DOI: http://10.1080/09583157.2016.1274879.

Escandón, M. C & Méndez, H, M. (2006). Enfermedades, insectos, y malezas observadas en *Pluchea carolinensis* (Jacq) G. Don (Asteraceae) cultivada en el instituto de Ecología y Sistemática. FAO. Cuba. Recuperado de http://www.fao.org/docs/eims/upload/cuba/5374/PLUCHEA_2006.pdf

Ferreira, S. F., Henry, T.J & Coelho, L. A. 2015. Plant Bugs (Miridae). Plant Bugs. En: Springer Netherlands (Ed). *In True Bugs (Heteroptera) of the Neotropics*. (pp 273-286). Springer eBooks.

Ferreira, S. F., Triana, N. B. 2012. Chinches asociadas a pastos en Colombia con nuevos registros para el país (Hemiptera: Heteroptera: Miridae). *Corpoica.*URL: https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/22183/45417_62075.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Figueroa, Y., & Morales, A. (0000). *Adaina ipomoeae* (Bigot and Etienne) y *Ochyrotica fasciata* (Walsingham) (Lepidoptera: Pterophoridae), posibles plagas potenciales del boniato (*Ipomoea batatas* L. Lam.) en Cuba. *Fitosanidad.* 9(12), 149.

Foote, R. (1960). A Revision of the Genus Trupanea in America North of Mexico (Diptera: Tephritidae). *Technical bulletin.* N° 1214.

Freidrerg, A. 1984. Gall Tephritidae (Diptera). In T.N. Ananthakrishnan (Ed.). Biology gall insects: 129-167. Oxford and IBH Publishing Co., New Delhi.

Frias, D. (2005). *Trupanea simplatrica*, a new species of Tephritinae (Diptera: Tephritidae) Infesting an endemic Haplopappus hybrid (Asteraceae) in Chile. *Acta Ent. Chilena* 29 (1): 13-45.

García, M. M, Denno BD, Miller DR, Miller GL, Ben-Dov & Hardy NB. (2016). ScaleNet: Un modelo basado en la literatura de la biología y la sistemática de insectos a escala. Base de datos. doi: 10.1093 / database / bav118. http://scalenet.info.

Garcia, S. (2018). Defensa de las plantas ante el ataque de insectos fitófagos. El boletín de Arba. https://arbas687057007.wordpress.com/2018/03/04/defensas-de-las-plantas-ante-el-ataque-de-insectos-fitofagos/.

Gielis, C. (1993). Generic revision of the superfamily Pterophoridae (Lepidoptera). Zoologische Verhandelingen, 290 (1), 1-139.

Gielis, C. (2014). Review of the Neotropical species of the family Pterophoridae, part 5: additions from Peru, Ecuador, Colombia, Venezuela and the Guyanas (Lepidoptera). *BoletÍn de la Sociedad Entomologica Aragonesa.* 55, 67-91.

Goeden, R., Teerink, J & Headrick, D. (1998). Life history and description of immature stages of *Turpanea jonesi* Curran (Diptera: Tephritidae) on native Asteraceae in Souther California. *Proc. Entomol. Soc. Wash.* 100(1), 126-140.

Gómez, A. L. (2009). Control biológico en almacenamiento, un aporte para disminuir el hambre en el mundo. Corporación Autónoma regional de Centro: Corantioquia. 124p.

González, J. L., Báez, J. S., Serna, R. L., Llarena, C. H., Núñez, R. P & Reynoso, D. V. 2019. Phytophagus true bugs (Hemiptera: Heteroptera) associated with Chayote crops (Sechium edule Jacq.) in central Veracruz, Mexico. *Entomología Mexicana*. 6, 170-176.

Goula, G. M. Contribución al estudio de los hemípteros *(*Insecta, Heteroptera, Familia Miridae*)*. Tesis de doctorado, Universidad de Barcelona. Recuperado de https://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/826/01.MGG_1de9.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Gullan, P. J & Cranston, P. S. (2005). *The Insects and Outline of Entomology*. Blackwell Publishing Ltd: Department of Entomology, University of California, Davis, USA.

Headrick, D. H., & Goeden, R. D. (1998). The Biology of Nonfrugivorous Tephritid fruit flies. *Annual Review of Entomology*. 43, 217-241.

Herbario JBB en línea - Jardín Botánico José Celestino Mutis. Disponible en: http://herbario.jbb.gov.co. Consultado en 2020-07-28nforme.

Herbario Universidad de Caldas - FAUC. (2017). Universidad de Caldas, Manizales, Colombia. doi.org/10.15472/8t4cb9.

Hernandez, L., Fuentes, L., Fajardo, G., & Matthews, D. (2014). A new species of *Oidaematophorus* (Lepidoptera: Pterophoridae) from Chingaza National Natural park in Colombia. *Tropical Lepidoptera*, 24(1), 15-21.

Hernández, V & Hernández, M. (2018). Moscas inductoras de tumoraciones en plantas. INECOL, El Instituto de Ecología.

Hernández, V., Hernández, M., & Steck, G. (2020). Morfología y Taxonomía de Tephritidae: Especies de Importancia Económica y Cuarentenaria en América. En: Montoya, P., Toledo, J., & Hernández (Ed.), *Moscas de la Fruta: Fundamentos y Procedimientos para su Manejo* (pp. 71-116). Ciudad de México: S y G editores.

Herrero, F. O. (2014). SOPORTE DIGITAL DE MALAS HIERBAS EN ESTADO DE PLÁNTULA (Parte 1). Universidad de Valladolid. Valladolid. España. Recuperado de: http://uvadoc.uva.es/handle/10324/6575.

Hoyos, V., Martínez, M. J & Plaza, G. (2015). Malezas asociadas a los cultivos de cítricos, guayaba, maracuyá y piña en el departamento del Mata, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 9(2), 247-258.

Instituto Colombiano Agropecuario ICA. (1975). Reported cases of weeds bein attracked by insects in Colombia. Recuperado de http://bugwoodcloud.org/ibiocontrol/proceedings/pdf/4_74-81.pdf

Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. (2005). Las moscas de la fruta. Boletín técnico. Recuperado de https://www.ica.gov.co/getattachment/f2cd7a85-e934-418a-b294-ef04f1bbacb0/Publicacion-4.aspx

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. (2017). Colección Herbario Federico Medem Bogotá - FMB. 110553 registros, aportados por:

Jaramillo, M. G., Benavides, P. M & Villegas, C. G. 2010. Aspectos morfológicos y biológicos de *Monalonion velezangeli* Carvalho & Costa (Hemiptera: Miridae) en café. *Cenicafe.*61(3), 195-205.

Llewellyn, R, S., Ronning, D., Ouzman, J., Walker, S., Mayfield &Clarke, M. (2016). *Impact of Weeds on Australian Grain Production: the cost of weeds to Australin grain groers and the adoption of weed management and tillage practices. Report for GRDC.* CSIRO, Australia.

Manfrino, R. G; Santo, C. E & Zumoffen, L. (2011). Estudio de las asociaciones áfidos-entomófagos sobre *Foeniculum vulgare* (Umbelliferae) y *Conyza bonariensis* (Asteraceae) en la regios central de Santa Fe, Argentina. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*. 70 (1-2), 99-109.

Mangolin, C., Oliveira, R. S & Machado, M. (2012). Genetic Diversity in Weeds. Recuperado de: https://www.intechopen.com/books/herbicides-environmental-impact-studies-and-management-approaches/genetic-diversity-and-structure-of-weed-plant-populations. doi:DOI: 10.5772/32733.

Matienzo, Y. Ramos, B & Rijo, E. (2003). Revisión bibliográfica sobre *Lantana cámara* L. una amenaza para la ganadería. *Fitosanidad.* 7(4), 45-55.

McAlpine, J. F. 1989. Phylogeny and classification of the Muscomorpha. En: McAlpine, J. f., & Woog, D. M. (Ed.), *Manual of Neartic Diptera Volumen 3.* (pp. 1397-1518). Ottawa, Canada: Research Branch Agriculture Canada Monographs.

Mendoza-Cifuentes H. (Contacto del recurso), Borja-Acosta, K. (Creador del recurso, Proveedor de los metadatos). Versión 9.0. http://i2d.humboldt.org.co/ceiba/resource.do?r=herbario_instituto_humboldt

Menza, H. D., & Gutiérrez, L. F. (2006). Evaluación de la resistencia al glifosato, de biotipos de *Erigeron bonariensis* provenientes de cafetales de la zona cafetera central colombiana. *Cenicafé*. 57(3), 220-231.

Mestre, N. M., Hamon, A., Evans, G., Kondo, T., Herrera, O. P., Hernández M. A & Abraham, A. (2011). Los cocoideos (Hemiptera: Sternorrhyncha: Coccoidea) presentes en la Cordillera

de Guaniguanico, Pinar del Río, Cuba, y la relación con sus hospedantes *Insecta Mundi* 0183: 1-25

Michael, P.W. (1977). Some weedy species of Amaranthus (amaranths) and Conyza/ Erigeron (fleabanes) naturalised in the Asian-Pacific region. Proceedings of the 6th Asian-Pacific Weed Science Society Conference, (Jakarta, Indonesia, 11-17 July 1977). Asian-Pacific Weed Science Society, Jakarta, Indonesia, 1, 87-95.

Montesinos, J. L. (1996). Coevolución de plantas e insectos*. Boletín de la S.E.A*, 13, 13-19.

Montiel, V., & Ruge, N. (2017). Distribución altitudinal y biológica de *Espeletia grandiflora* afectada por *Oidaematophorus espeletiae* en la microcuenca de La Quebada Calostros (Parque Nacional Natural Chingaza). Tésis de Maestria. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.

Montilla, P. J., Londoño, Z. E., Monsalve, G. D& Correa, L. G. 2014. Evaluatión of Insecticides for Monalonion velezangeli, Carvalho & Costa (Hemiptera: Miridae) management in Avocado. Fac. Nac. Agrom, Medellím. 67(1), 7141-7150.

Mortimer, A. M. La clasificación y ecología de las malezas. Capítulo 2. Retrieved July 27, 2020, from http://www.fao.org/3/t1147s06.htm

Najar, R, A; Espitia, M, E. & Arrieta, H. J. (2000). Pruebas de especificidad de hospederos bajo condiciones de confinamiento con *Ensinia hyallipennis* Henning (Diptera: Tephritidae) insecto fitófago de la cerraja *Sonchus oleraceus* L. Manual de prácticas de laboratorio y campo. Corporación Colombiana de Investigación agropecuaria. Santafé de Bogotá (Colombia)

Natural History Museus, (2020). Hosts: a Database of the World´s Lepidopteran Hosplants. https://www.nhm.ac.uk/our-science/data.html

Navea, C. L. Z. (2013b). *Demografía y dinámica poblacional de Conyza bonariensis* (L.) Cronq. Tesis de Doctoral. Universidad de Córdoba. Recuperado de: https://helvia.uco.es/xmlui/handle/10396/10035.

Nontembeko, D. Costas, Z. Thinandavha C. M & Osariyekemwen O. U. (2017): Laboratory studies on the biology and host-range of *Dichrorampha odorata* (Lepidoptera: Tortricidae), a biological control agent for *Chromolaena odorata* (Asteraceae), *Biocontrol Science and Technology*, DOI: 10.1080/09583157.2016.1274879

Norrbom, A. L., Carroll, L. E., Thompson, F., White, C., & Ammon, F. (1999). “Systematic database of names”. *Myia*. 9, 65-299.

Norrbom,AL., Carroll, LE., Freidberg, A. (1998). STATUS KNOWLEDGE. En: F. C Thompson (ed.), Fruit Fly Expert Identification System and Systematic Information Database (9-48). Leiden: Backhuys Publishers.

Palma, J.M., Blanco, M. M & Guillén, S. C. (2019). Mealybugs (Hemiptera: Pseudococcidae) and their impacto n the *Musaceae* crop. *Agron. Mesoam,* 30(1), 281-298.

Pape, T., Blagoderov, V., & Mostovski, M. (2011). Order Diptera Linnaeus, 1758. Annimal biodiversity: An outline of higher-level classification and survery of taxonomic richness*. Zootaxa.* 1758, 222-229.

Pérez Contreras, T. (1999). La especialización en los insectos fitófagos: Una regla más que una excepción. *Boletín de la S.E.A*, 26, 759-776.

Ramos, A., Serna, F. (2004). Coccoidea de Colombia, con énfasis en las cochinillas harinosas (Hemiptera: Pseudococcidae). *Rev. Fac. Nac, Agronon. Medellín.* 57(2), 2383-2411.

Ramos, P. A. (2006). Chinches harinosas (Hemiptera: Pseudococcidae y Putoidae) en cinco cultivos de la región andina colombiana. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de http://sipco.ica.gov.co:8080/bitstream/123456789/18017/1/Ramos_2006.pdf

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA: Diccionario de la lengua española, 23.ª ed., [versión 23.3 en línea]. <https://dle.rae.es> [Fecha de la consulta].

Salinas, C. Fuentes, L. E & Hernández, L. (2013). Caracterización de los lepidópteros fitófagos asociados a la herbvoría de frailejones en la microcuenca de la quebrada Calostros del Parque Nacional Natural Chingaza*. Revista Mutis*, Vol 3, 1, 1-22.

Sánchez, I. R. (2018). Biología comparada de poblaciones colombianas de *Anastrepha fraterculus y Anastrepha oblicua (Diptera: Tephritidae),* Tesis, Universidad del Tolima, Ibagué, Tolima, Colombia. Recuperado de http://repository.ut.edu.co/jspui/bitstream/001/2690/1/T%200701%20460%20CD6152.pdf

Savaris, M., Marinoni, L & Norrbom, A. (2016). Family Tephritidae. *Zootaxa* 4122 (1): 596-621.

Schoonhovem, L.M; Jermy, T. & Van Loon, J. (1998). *Insect – Plant Biology, from Physiology to Evolution*. London, Chapman et Hall.

Shrestha A, Hembree K & Wright S (2008) Biology and management of horseweed and

Steck, G.J & Wharton, R. A. (1986). Descriptions of Immature Stages of *Eutreta* (Diptera: Tephritidae). *Journal of the Kansas Entomological Society.* 59(2), 296-302.

Stoltzfus, B. A. (1974). The taxonomy and biology of *Eutreta* (Diptera: Tephritidae). *Iowa State J.* Res. 51, 369-438.

Suarez, L., Gil, Z. N., Benavides, M., Carrero, D. A & Sánchez, R. (2018). Host plants of *Toumeyella coffeae* and *Puto barberi* (Hemiptera) in coffe agroecosystems of Norte de Santander, Colombia. *Revista Colombiana de Entomología* 44(2), 172.

Thébaud, C., & Abbot, J.R. (1995). Characterization of invasive *Conyza* species (Asteraceae) in Europe: quantitative trait and isoenzyme analysis. *American Journal of Botany* 82(3), 360- 368.

Triplehorn, C. A & Johnson, N. F. 2005. *Borror and DeLon´s Introduction to Study of insect*. United States of America: Brooks/Cole.

Urdampilleta, J.D., Amat, A.G., & Bidau, C.J. (2005). Katyotypic studies and morphological analysis of some reproductive features in five species of *Conyza* Less (Asterea: Asteraceae) from Northeastern Argentina. *Boletín de la sociedad Argentina Botánica.* 40, 91-99.

Urra, F. (2017). Las extrañas polillas Pterophoridae. Nota área de entomología. Museo de Historia Natural. Recuperado de https://www.mnhn.gob.cl/613/w3-article-74622.html?_noredirect=1.

Van Driesche, R. G., Hoddle, M. S., & Center, T. D. (2007). *Control de Plagas y Malezas por Enemigos Naturales*. USA: United States Departament of Agriculture.

Vargas, H., & Parra, L. (2005). Una nueva especie de *Lioptilodes Zimmerman* Lepidoptera Pterophoridae) en Chile. *Neotropical Entomology,* 34(3), 403-406.

Villegas, G. C; Benavides, M. P; Zabala, G & Ramos, P. A. (2009). Cochinillas harinosas asociadas a las raíces del café: Descripción y biología. *Cenicafe*, 386, 1-8.

WASBAUER, M. S. 1972. An annotated host catalog of the fruit flies of America North of Mexico (Diptera: Tephritidae). In: *Fred G. Andrews* (Ed.) Occasional paper *19*: 1-171. Laboratory Service/Entomology. Bureu of Entomology. Department of Agriculture, Sacramento.

Wu, H (2007). The biology of Australian weeds 49. *Conyza bonariensis* (L.) Cronquist. *Plant Protection Quarterly*, 22(4), 122-131.

Yépez, F., Vélez, R. (1989). Contribución al conocimiento de las moscas de las frutas (Tephritidae) y sus parasitoides en el departamento de Antioquia. *Rev. Fac. Nal. Agr.*42(1), 73-98.

Zambrano, C., Bastida, F., & González, J.L. (2013). A hydrothermal seedling emergence model for *Conyza bonariensis. An International Journal of Weed Biology Ecology and Vegetation Management.* 53(3), 213-220.