

UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y TECNOLOGÍA
ESCUELA DE BIOLOGÍA

COMPARACIÓN DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA DE BETHYLIDAE
(HYMENOPTERA: CHRYSIDOIDEA) EN EL PARQUE NACIONAL CAMINO DE
CRUCES Y LA RESERVA BIOLÓGICA DR. RODRIGO TARTÉ EN LA PROVINCIA
DE PANAMÁ.

JOSÉ ARTURO RIVERA LORENZO
CÉDULA N° 8-885-2336

ASESOR PRINCIPAL: Profesor ALONSO SANTOS MURGAS, PhD.

JURADO: Profesor ROBERTO A. CAMBRA, Magister

JURADO: Profesor ENRIQUE S. MEDIANERO, Dr.

PANAMÁ
2022

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	vii
AGRADECIMIENTOS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
INTRODUCCIÓN	2
Antecedentes	4
Justificación	10
Objetivos	11
Hipótesis	12
METODOLOGÍA.....	14
Materiales y métodos	14
Revisión bibliográfica	16
Metodología de campo.....	16
Análisis estadístico.....	17
RESULTADOS	20
Riqueza de la familia Bethylidae	20
Abundancia de la familia Bethylidae	20
Curva de acumulación	25
Riqueza, abundancia y diversidad.	28
DISCUSIÓN	30
CONCLUSIONES.....	33
RECOMENDACIONES	35
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36
ANEXOS	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Áreas de estudio en la ciudad de Panamá.....	15
Figura 2. (a) Parque Nacional Camino Cruces; (b) la Reserva Biológica Dr. Rodrigo Tarté.....	15
Figura 3. Riqueza de especies de Bethylidae por sitio de muestreo (la Reserva Biológica Dr. Rodrigo Tarté (CDS) y el Parque Nacional Camino de Cruces (PNCC).	21
Figura 4. curva rango-abundancia de las especies de Bethylidae colectadas en la Reserva Biológica Dr. Rodrigo Tarté (CDS).	22
Figura 5. Curva rango-abundancia de las especies de Bethylidae colectadas en el Parque Nacional Camino de Cruces (PNCC).....	23
Figura 6. Índice de similitud de Jaccard para evaluar la semejanza en la composición de especies entre CDS y PNCC (41.3%).	24
Figura 7. Curva general de acumulación de especies de Bethylidae en PNCC Y CDS.	25
Figura 8. Curva de acumulación de especies de Bethylidae por sitio de muestreo a. (CDS); b. (PNCC).....	26
Figura 9. Curva de rarefacción de especies para los sitios CDS Y PNCC.	27

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Valores de diversidad, uniformidad y dominancia de la familia Bethylidae para cada sitio muestreado.	28
Tabla 2. Lista de morfoespecies de Bethylidae colectados en La Reserva Biológica Dr. Rodrigo Tarté y el Parque Nacional Camino de Cruces, representatividad en el muestreo y abundancia de especies.	48

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. Entrada a Cerro Gun, perteneciente a la Reserva Biológica Dr. Rodrigo Tarté.	49
ANEXO 2. Entrada al sendero Summit, perteneciente al Parque Nacional Camino de Cruces.	49
ANEXO 3. Tampus Malaise tipo Townes PNCC01, ubicada en el Parque Nacional Camino de Cruces.	49
ANEXO 4. Trampas Malaise tipo Townes CDS01, ubicada en la Reserva Biológica Dr. Rodrigo Tarté.	49
ANEXO 5. <i>Anisepyrus</i> . A. Cabeza, vista dorsal; B-C. Mesosoma, vista dorsal; D. <i>Anisepyrus</i> , vista lateral.	49
ANEXO 6. <i>Dissomphalus</i> A. Cabeza, vista dorsal; B. Mesosoma, vista dorsal; C. Metasoma, vista dorsal; D. <i>Dissomphalus</i> , vista lateral.	49
ANEXO 7. <i>Apenesia</i> A. Cabeza, vista dorsal; B. Mesosoma, vista dorsal; C. Metasoma, vista dorsal; D. <i>Apenesia</i> , vista lateral.	49
ANEXO 8. <i>Pseudisobrachium</i> A. Cabeza, vista dorsal; B. Mesosoma, vista dorsal; C. <i>Pseudisobrachium</i> , vista lateral.	49

ANEXO 9. *Holepyris* A. Cabeza, vista frontal; B. Mesosoma, vista dorsal; C. *Holepyris*,
vista lateral. 49

DEDICATORIA

“Dedico esta tesis a mis padres quienes me apoyaron y motivaron en todo momento.

A todas las personas que me incentivaron y me brindaron su apoyo para continuar, cuando parecía que me iba a desistir.

A mis profesores quienes me brindaron sus conocimientos, enseñanzas y depositaron su confianza en mí. Especialmente al profesor Alonso Santos Murgas.

A quienes me brindó su apoyo moral y académico para la realización de esta tesis.

A todos los que jugaron un papel importante en cada una de las etapas de la confección de estas tesis.

Para ellos es esta dedicatoria de tesis, pues es a ellos a quienes se las debo por su apoyo incondicional”.

José Rivera

AGRADECIMIENTOS

“Quiero expresar mi gratitud a Dios, a mi familia en especial a mi madre Cecilia B. Lorenzo quien siempre me apoyo y exhorto en lo académico, a Tainishell M. Herrera por su apoyo incondicional. Mi profundo agradecimiento a todas las autoridades y personal de la Universidad de Panamá, por confiar en mí, abrirme las puertas y permitirme obtener mí título licenciatura”.

Agradecer a Ciudad del Saber y Summit Rainforest & Golf Resort por el acceso a los sitios de estudio. A el Museo de invertebrados G.B. Fairchild (MIUP) por permitirme realizar este proyecto de investigación, en especial al Dr. Alonso Santos Murgas por su ayuda en la identificación de los especímenes de la colección de esta tesis y compartirme sus conocimientos.

“De igual manera mis agradecimientos a la Facultad de Ciencias Naturales Exactas, a mis profesores en especial al Prof. Alonso Santos Murgas, Prof. Roberto Cambra y Prof. Enrique Medianero quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional, a mis amigos y compañeros Jeancarlos Abrego L y Carlos Vargas, por el apoyo brindado durante las colectas y elaboración de mi tesis, gracias a cada una de ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad”.

José Rivera

RESUMEN

La familia de avispas Bethylidae (Hymenoptera, Chrysidoidea), también conocidas como avispas planas son ectoparásitos de larvas de Coleoptera, Lepidoptera, e Hymenoptera en situaciones difícil de invadir como la corteza o troncos de los árboles, estructura de cemento, entre las rocas y el suelo. El objetivo del estudio fue determinar la diversidad de la familia Bethylidae en la Reserva Biológica Dr. Rodrigo Tarté Panamá, Panamá y el Parque Nacional Camino de Cruces, Panamá, Panamá. Para ello se colocaron trampas Malaise tipo Townes modificadas por un periodo de 7 meses comprendido entre agosto del 2019 a febrero del 2020. Los especímenes colectados en el área de estudio fueron identificados hasta morfoespecies en el Museo de Invertebrados G. B. Fairchild de la Universidad de Panamá. Se colectaron 454 individuos de la familia Bethylidae distribuidos en dos subfamilias, ocho géneros y 82 morfoespecies. *Dissomphalus* sp. 17 fue la morfoespecie más abundante, seguida por *Dissomphalus* sp. 2 y *Dissomphalus* sp. 6. La Reserva Biológica Dr. Rodrigo Tarté fue el sitio con mayor abundancia de individuos y mayor riqueza de morfoespecies, lo que se puede atribuir a la presencia de condiciones muy favorables para el desarrollo de los Bethylidae, posiblemente una mayor disponibilidad de sus hospederos a los cuales están asociados.

ABSTRACT

The Bethylidae family of wasps (Hymenoptera, Chrysidoidea), also known as flat wasps, are ectoparasites of Coleoptera, Lepidoptera, and Hymenoptera larvae in difficult to invade situations such as bark or tree trunks, concrete structures, between rocks and soil. The objective of the study was to determine the diversity of the family Bethylidae in the Biological Reserve Dr. Rodrigo Tarté Panama, Panama (N 09°00'33.9" W 079°35'17.3") and Camino de Cruces National Park, Panama, Panama (N 09°03'05.1" W 079°37'35.9"), for this purpose modified Malaise Townes traps were placed for a period of 7 months from August 2019 to February 2020. Specimens collected in the study area were identified to morphospecies at the G. B. Fairchild Invertebrate Museum of the University of Panama. A total of 454 individuals of the family Bethylidae were collected, distributed in two subfamilies, eight genera and 82 morphospecies. *Dissomphalus* sp. 17 was the most abundant morphospecies, followed by *Dissomphalus* sp. 2 and *Dissomphalus* sp. 6 The Dr. Rodrigo Tarté Biological Reserve was the site with the highest abundance of individuals and the greatest richness of morphospecies, which can be attributed to the presence of advantageous conditions for the development of Bethylidae, possibly a greater availability of the hosts with which they are associated.

CAPÍTULO I.
MARCO TEÓRICO

INTRODUCCIÓN

Los betílidos son una familia del orden Hymenoptera, siendo esta una de las familias más primitivas de avispas, de acuerdo con fósiles de betílidos encontrados del Cenozoico y Mesozoico (Ortega-Blanco & Engel, 2013). En la actualidad predominan en los trópicos, aunque tienen una distribución mundial. En la actualidad, la fauna mundial de Bethylidae está representada con 2,920 especies descritas, distribuidas en 96 géneros, asignados en ocho subfamilias: Bethylinae, Pristocerinae, Epyrinae, Mesitiinae, Scleroderminae, Lancepyrinae, Holopsenellinae y Protopristocerinae (Azevedo *et al.*, 2018). En América están presentes las siguientes tres subfamilias: Bethylinae, Epyrinae y Pristocerinae (Santos-Murgas & González-Domínguez, 2006).

La Bethylidae se destaca por ser ectoparásitos primarios de larvas de Coleoptera, Lepidoptera, y raramente de otros Hymenoptera, que viven en situaciones crípticas como por debajo de la corteza o troncos de los árboles y en el suelo (Carpenter, 1999). Presentan adaptaciones para entrar en el hábitat de sus huéspedes, ya que presentan un cuerpo deprimido, alas reducidas, y patas excavadoras (Evans, 1964). Las hembras poseen un aguijón con el cual puede asestar uno o varios aguijonazos, que producen una rápida parálisis permanente o temporal al huésped, para alimentarse de su hemolinfa o colocar huevos en él, pueden dejar al anfitrión en el lugar donde lo encontraron o arrastrarlo hasta una grieta para así proteger sus huevos (Finnamore & Brothers, 1993). Algunas avispas hembra permanecen con el huésped hasta que se desarrollan sus huevos y, a veces, pueden albergar más de una generación de estas avispas en un huésped grande (Azevedo & Helmer, 1999). Cuando la hembra es

virgen, pone huevos haploides donde solo nacen machos, las hembras esperan a que estos machos nazcan para ser fecundada por ellos y así poner una segunda generación de huevos haploides y diploides en el mismo hospedador (Evans, 1964).

Características Generales

Los betílidos presentan un tamaño pequeño, generalmente entre 1 a 15 mm, con cuerpos alargados a menudo deprimidos, con la cabeza generalmente alargada y prognata, las piezas bucales situadas en la parte anterior de la cabeza, las antenas insertadas muy cerca del clípeo, con doce o trece segmentos en ambos sexos, con ojos adyacentes a las mandíbulas, patas relativamente cortas y con fémures fuertemente desarrollados. Los machos son generalmente alados, mientras que las hembras pueden ser aladas, braquípteras o ápteras, cuando están presentes las alas anteriores con nervadura reducida y las alas posteriores sin nervadura, metasoma con siete (hembras) u ocho (machos) segmentos abdominales visibles externamente (Evans & Evans, 1964).

Antecedentes

El registro más antiguo de especie de Bethylidae viene del Cretácico Inferior, en un ámbar de Birmania (Cockerell 1920), Fabricus en 1798 describió la primera especie de Bethylidae *Holepyris glabratus* en el género *Tiphia* de la familia Tiphidae. En el siglo XIX e inicios del siglo XX el estudio de este grupo de avispas tuvo un gran incremento teniendo a los principales autores de esta familia Westwood, Cameron, Ashmead y Kieffer. John Westwood describió 50 especies y cinco géneros, en su mayoría europeos; sus descripciones son muy superficiales y se basan principalmente en colores (Westwood 1832; 1833; 1881). Peter Cameron describió alrededor de 50 especies y cuatro géneros, de los cuales solo uno sigue siendo válido, la mayoría de las especies que describió fueron de la región Neotropical (1881; 1888; 1897; 1900).

William Ashmead a finales de 1880 hasta 1905 describió unas 60 especies y dos géneros. A principios de siglo XX hubo una gran aportación en la descripción de nuevas especies de Bethylidae por parte de autores como Charles Brues y David Fullaway de EE. UU., Rowland Turner de Sudáfrica y Jean-Jacques Kieffer de Francia. Charles Brues fue el primer autor en describir especies extintas de Bethylidae, aunque también describió especies existentes. La mayoría de las especies que describió son procedentes de los Estados Unidos y del ámbar báltico (Brues 1903; 1910; 1920; 1923). Rowland Turner se centró principalmente en las especies de la región Afrotropical, describiendo asimismo especies de la región Oriental y Australiana (Turner 1914; 1915a, 1915b; 1917; 1928; Turner & Waterston 1916; 1917).

El primer autor que se centró en la taxonomía a nivel mundial fue Jean-Jacques Kieffer, describiendo 70 géneros y unas 410 especies de las cuales en su mayoría siguen siendo válidas (Kieffer 1905; 1912).

Uno de los personajes más influyente en sistemática de Bethylidae fue Howard Evans, contribuyendo de gran manera a la Alpha-taxonomía de la familia Bethylidae, sus revisiones sobre los Bethylidae de América ayudan a ilustrar de una forma más amplia a esta familia. Hizo revisiones sobre los géneros de las regiones Neotropical y Neártica, describiendo unas 430 especies (Evans 1958; 1961; 1962; 1963a, 1963b, 1963c, 1963d; 1964; 1965a, 1965b; 1966; 1969a, 1969b; 1973; 1977a, 1977b; 1979a, 1979b; 1982).

László Móczár (1970a; 1970b; 1971; ;1983; 1984; 1985; 1986) describió 131 especies de la subfamilia Mesitiinae, publicó varias revisiones y claves, siendo uno de los investigadores más influyentes en esta subfamilia.

En la actualidad dos figuras importantes se mantienen activas en cuanto a la sistemática de Bethylidae, el investigador japonés Mamoru Terayama quien ha descrito unas 220 especies y el investigador sudamericano Celso Azevedo quien ha descrito aproximadamente 800 especies de Bethylidae.

Mamoru Terayama se ha centrado específicamente en los Bethylidae del Oriente asiático, abarcando también las divisiones biogeográficas Paleártica y Oriental. Aunque sus descripciones son muy buenas aun no incorporan a la genitalia como un carácter estándar para identificación de algunas especies. Terayama ha sido de gran influencia en los últimos años en las investigaciones de Bethylidae en Asia,

aumentando el interés de nuevas generaciones al estudio de estas avispas (Terayama 1996).

Celso Azevedo ha descrito más de 800 especies y 18 géneros de diferentes divisiones biogeográficas, pero principalmente del Neotrópico. Su mayor contribución ha sido “Global guide of the flat wasps (Hymenoptera, Bethylidae)” (Azevedo et al., 2018); el cual es una guía obligatoria en el estudio de los Bethylidae, recopilando el panorama mundial de la familia Bethylidae, evaluación taxonómica, claves actualizadas y una lista de los géneros y subfamilias existentes. Por otra parte, contribuyó en “Revisited morphology applied for Systematics of flat wasps” (Hymenoptera, Bethylidae) (Lanes et al., 2020), donde se revisó la morfología de este grupo y se presentó una estandarización en la terminología de Bethylidae, eliminando términos inapropiados, confusos e imprecisos, ilustrando con fotografías gran parte de las estructuras importantes para la identificación de especímenes incluyendo ilustraciones y descripciones de la genitalia, carácter importante en la sistemática de Bethylidae, siendo Azevedo el que consideró esta estructura como una de las principales para determinar identificación de las especies de esta familia, imponiendo un nuevo estándar a la hora de realizar identificaciones precisas. Azevedo es uno de los autores más prolífico teniendo un gran número de publicaciones sobre Bethylidae, convirtiéndolo en un referente en el estudio de esta familia (Azevedo 1999; 2003; 2005; 2007; 2008a, 2008b; 2009a, 2009b; 2011; 2014a, 2014b;), también colaboró con otros investigadores publicando trabajos de gran importancia para esta familia (Alencar & Azevedo 2009; 2010; Azevedo & Azar 2012; Azevedo & Barbosa 2010; Azevedo &

Batista 2002; Azevedo & Helmer 1999; Azevedo & Mugrabi 2014; Azevedo et al. 2002, 2018; Colombo & Azevedo 2016).

Para Panamá las subfamilias Epyrinae y Pristocerinae fueron reportadas desde el siglo XIX, por Cameron, (1888) cuando describió cinco nuevas especies de Pristocerinae para nuestro país, localizadas en tres géneros: *Apenesia bugabensis* (Cameron, 1888), *A. flavipes* (Cameron, 1888), *A. testaceipes* (Cameron, 1888), *Acrepyris erythropoda* (Cameron, 1888) y *Pseudisobrachium coxalis* (Cameron, 1888), y seis especies de la subfamilia Epyrinae del género *Epyris* Westwood, 1832 para nuestro país: *Epyris coxalis* (Cameron 1888), *E. erythropoda* (Cameron 1888), *E. nitidiceps* (Cameron,1888), *E. testaceipes* (Cameron 1888), *E. multicarinatus* (Cameron,1888) y *E. bugabensis* (Cameron,1888).

En Panamá, los estudios previos sobre la diversidad de betílidos no es muy amplia. Santos & Gonzales, (2001) presentaron resultados preliminares sobre la biosistemática de esta familia en Panamá, en el cual reportaron la presencia de 15 géneros, 105 especies y 194 morfoespecies. Sin duda un aporte valioso para el conocimiento de los Bethylidae de Panamá, reportando por primera vez en nuestro país los géneros *Goniozus* Förster, *Aspidepyris* Evans, *Cephalonomia* Westwood, *Laelius* Ashmead, *Prorops* Waterston y 71 nuevos reportes de especies para Panamá.

Posteriormente, Santos & González (2004), publicaron sobre la familia Bethylidae del Parque Nacional Darién, en la cual reportaron 14 géneros de los 15 presentes en el país, un total de 54 especies reportadas para esta área protegida, las cuales representaban un 51.4% de las especies descritas presentes en Panamá y seis especies que solo fueron reportadas en esta localidad, las cuales fueron

Cephalonomia hyalinipennis Ashmead, 1893, *Anisepyrus nigerrimus* Evans, 1965 (= *Rhabdepyrus nigerrimus*), *Epyrus septemcarinatus* Evans, 1969, *E. spissus* Evans, 1969, *E. tenanus* Evans, 1969, *Apenesia brasiliensis* Kieffer, 1910, *A. peruana* Evans 1963, y adicionalmente 28 morfoespecies que pueden ser nuevas especies. Enfatizando la importancia de este parque ya que alberga especies con distribución sudamericana y que llegan hasta la provincia de Darién.

Santos Murgas (2005), reporta para Panamá *Prosierola obliqua* Evans, 1964 (Hymenoptera: Bethyridae), ampliando así su rango de distribución hasta Panamá en la provincia de Darién, que anteriormente solo se conocía en Bolivia y Paraguay. Además, se da a conocer por primera vez detalles sobre su ciclo completo de desarrollo y su larva hospedera *Quadrus contubernalis* Mabilie (Lepidoptera: Hesperidae).

Santos & González D. (2006), realizaron una publicación en la cual detallan la distribución y abundancia de la subfamilia Epyrinae en Panamá, confirmando 79 especies y 22 morfoespecies, siendo las provincias de Bocas del Toro y Darién las más diversas con 37 especies cada una, colocando así a la subfamilia Epyrinae como la más diversa y abundante en la República de Panamá.

Santos Murgas (2006), publicó sobre la riqueza y distribución de especies de la subfamilia Pristocerinae en Panamá, en la cual se detalló la distribución de cuatro géneros presentes en Panamá (*Acrepyrus*, *Apenesia*, *Dissomphalus*, *Pseudisobrachium*) siendo las provincias de Panamá y Chiriquí las que resultaron con mayor número de especies.

Santos (2008), revisaría la especificidad parasítica de *Prosierola oblicua*, llegando a la conclusión que es un parasitoide específico, que escoge como hospederos a larvas de Hesperidae con hábitos de doblar hojas.

Santos & Cambra, (2014), reportaron por primera vez para Panamá la especie *Goniozus microstigma* Evans, 1993 y su posible hospedero en Panamá *Microstigma adelphus* Richards, 1972, consideraron también que *G. microstigma* puede parasitar a otras especies del género *Microstigma* presentes en Panamá, como *Microstigma miconiae* Richards, 1972 y *Microstigma xanthosceles* Melo y Matthews, 1997

El último trabajo enfocado a la fauna de Bethylidae en Panamá viene dado por Brito & Azevedo (2017), en el cual realizan una revisión del género *Dissomphalus* Ashmead con 64 especies para Panamá, con la descripción de 31 especies nuevas reportadas para Panamá; incluyendo una clave para las especies centroamericanas. Con este último trabajo de Azevedo se han registrado aproximadamente 179 especies válidas de Bethylidae para Panamá.

Justificación

Panamá es uno de los países que presenta una alta biodiversidad, ya que su ubicación lo convierte en un punto de intercambio biótico entre América Central y América del Sur. Los bosques tropicales de Panamá albergan una gran diversidad de artrópodos que llevan a cabo roles importantes en los ecosistemas; uno de estos papeles importantes en los ecosistemas es el control de especies que se pueden afectar el equilibrio de los bosques y otras que se consideran plagas agrícolas (Abraham et al., 1990; Aristizábal et al., 1998; Lauzière et al., 2001; Zaviezo et al., 2007). En este aspecto la familia Bethylidae cobra importancia al ser parasitoides y controladores biológicos de otras especies como lo son coleópteros, lepidópteros e incluso algunos himenópteros (Santos & González, 2004).

Debido a que en el Parque Nacional Camino de Cruces y la Reserva Biológica Dr. Rodrigo Tarté no se han realizado investigación referente a la familia Bethylidae, decidimos estudiar la diversidad y abundancia en estos sitios, debido a su importancia ecológica como controladores de otras especies.

En consecuencia, el desarrollo de este estudio cobra relevancia ya que proporcionará información sobre Bethylidae en sitios de los cuales no se tiene información previa, contribuyendo al conocimiento y fortalecimiento sobre este importante grupo de avispas parasíticas que habitan en los boques de nuestro país.

Objetivos

Objetivo general

- Conocer la composición y diversidad de la familia Bethylidae en el Parque Nacional Camino de Cruces (PNCC) y la Reserva Biológica Dr. Rodrigo Tarté (CDS).

Objetivos específicos

- Identificar las especies de la familia Bethylidae presentes en el Parque Nacional Camino de Cruces (PNCC) y la Reserva Biológica Dr. Rodrigo Tarté (CDS).
- Comparar la diversidad y abundancia de las poblaciones de Bethylidae en Parque Nacional Camino de Cruces (PNCC) y la Reserva Biológica Dr. Rodrigo Tarté (CDS).

Hipótesis

- H0: La diversidad y abundancia de la familia Bethylidae en la Reserva Biológica Dr. Rodrigo Tarté (CDS) no será diferente que en Parque Nacional Camino de Cruces (PNCC).
- Ha: La diversidad y abundancia de la familia Bethylidae en la Reserva Biológica Dr. Rodrigo Tarté (CDS) será diferente que en Parque Nacional Camino de Cruces (PNCC).

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

METODOLOGÍA

Materiales y métodos

Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en la Reserva Biológica Dr. Rodrigo Tarté y el Parque Nacional Camino de Cruces, ambos sitios áreas protegidas de ámbito boscoso, localizado en la Provincia de Panamá, República de Panamá (Figura 1).

- Parque Nacional Camino de Cruces: Cubre un área de 4 000 hectáreas en forma de corredor, al tiempo que conserva los tramos del antiguo Camino Real de Cruces. Hoy, sirve de enlace entre los parques nacionales de Soberanía y Metropolitano. Las dos estaciones están ubicadas en (N 09°03'05.6" W 079°37'50.9") a una altura de 123 m.s.n.m. y (N 09°03'05.1" W 079°37'35.9") a 212 m.s.n.m. (Figura 2a). Se describe como un paisaje heterogéneo conformado por parches de bosques secundario en diferentes estados de regeneración (maduro, intermedio y joven) combinado con rastrojos, matorrales herbazales e inclusive pequeñas áreas de influencia antrópica (Lozano, 2013).
- Reserva Biológica Dr. Rodrigo Tarté: cubre un área de 21 hectáreas de bosques protegidos ubicados en Clayton, divididos en dos segmentos de terrenos localizados entre el Parque Nacional Camino de Cruces y Ciudad del Saber. Las dos estaciones están ubicadas en (N 09°00'33.9" W 079°35'17.3") a 79 m.s.n.m. y (N 09°00.682' W 079°35.220') a 88 m.s.n.m. (Figura 2b). Está compuesta principalmente de bosque primario, bosque secundario y vegetación arbustiva.



Figura 1. Áreas de estudio en la ciudad de Panamá



Figura 2. (a) Parque Nacional Camino Cruces; (b) la Reserva Biológica Dr. Rodrigo Tarté.

Fuente: Google Earth Pro, 2021.

Revisión bibliográfica

Se revisó la bibliografía referente a la familia de Bethyridae, en especial la bibliografía pertinente a Panamá. Dichas revisiones se realizaron consultando diferentes fuentes literarias de la biblioteca especializada del Museo de Invertebrados G. B. Fairchild de la Universidad de Panamá (MIUP) y base de datos digitales (Scopus, ResearchGate, Google Scholar, etc.) para la obtención de claves de géneros y especies para la identificación de los especímenes.

Metodología de campo

Las colectas se realizaron en el Parque Nacional Camino de Cruces (PNCC) con coordenadas N 09°03'05.1" W 079°37'35.9" y en la Reserva Biológica Dr. Rodrigo Tarté (CDS) con coordenadas N 09°00'30.4" W 079°35'17.0", en la provincia de Panamá, Distrito de Panamá.

Se colocaron cuatro trampas Malaise tipo Townes modificadas, dos en cada sitio de muestreo. Las trampas Malaise tipo Townes modificadas eran de malla de poliéster con un techo blanco, el tamaño de la malla de su techo blanco es 108 x 32 mesh / pulgada cuadrada. La malla interceptora era negra (96 x 26 mesh / pulgada cuadrada), el área de intercepción de la trampa de 165 x 110 centímetros y las botellas colectoras de polietileno de 500 ml.

La distancia de separación entre las dos trampas de cada sitio de muestreo fue de 500 metros aproximadamente. Las trampas Malaise se colocaron por 7 meses, a

partir de agosto del 2019 a febrero del 2020. En cada sitio de muestreo se monitorearon una vez cada mes, procurando que el tiempo entre colectas sea entre 25 a 30 días de actividad por trampa, para observar de manera mensual la composición de cada sitio.

Los especímenes fueron transportados al Museo de Invertebrados G. B. Fairchild MIUP, Laboratorio de Artrópodos Venenosos de la Universidad de Panamá, en el cual se separaron los especímenes de Bethylidae, los cuales fueron colocados en viales de vidrio, de 22 ml de volumen, y preservados en alcohol al 70%. Los especímenes fueron separados de acuerdo con el género y morfoespecies con claves taxonómicas, principalmente las revisiones de géneros hechas por Evans (1963, 1964), la clave ilustrada de subfamilias y géneros presentes en Panamá de Santos & Gonzales, (2001), para ser montados en alfileres entomológicos no. 3, etiquetados y almacenaje en cajas entomológicas.

Análisis estadístico

Los datos recolectados en cada muestreo fueron colocados en una hoja de cálculo de Microsoft Office Excel 2019. Para evaluar la disposición jerárquica de las frecuencias relativas de las especies, se utilizaron curvas de rango-abundancia o curva de Whittaker en los sitios de estudio, Reserva Biológica Dr. Rodrigo Tarté y el Parque Nacional Camino de Cruces utilizando el programa Microsoft office Excel 2019. Adicionalmente, se analizó el esfuerzo de muestreo mediante curvas de acumulación de especies. La riqueza se obtuvo mediante los estimadores Chao de primer y

segundo orden y Jack de primer orden; estos análisis se realizaron en el programa EstimateS 9.1. Además, se aplicó el índice de Jaccard para medir el grado de similitud entre cada sitio de muestreo.

Para realizar los análisis de diversidad se utilizó el software de estadística RStudio 3.6.2. en el que se realizaron análisis de Diversidad α para conocer la riqueza de especies en cada sitio de muestreo, como el índice de Simpson para cuantificar la biodiversidad del hábitat, tomando en cuenta la cantidad de especies presentes en el hábitat, así como la abundancia de cada especie. También se calculó el índice de Margalef (D_{Mg}), el cual estima la biodiversidad de una comunidad con base a la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número total de individuos existentes en la muestra analizada, además se calculó el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), el cual considera la cantidad de especies presentes en el área de estudio y la cantidad relativa de individuos de cada especie (abundancia), se calculó el Índice de Pielou (J'), para medir la diversidad junto con la riqueza de especies y obtener la equitatividad de las especies de Bethylidae con los datos obtenidos para cada especie.

CAPÍTULO III.
RESULTADOS

RESULTADOS

Riqueza de la familia Bethylidae

Se colectaron un total de 454 individuos de la familia Bethylidae distribuidos en dos subfamilias, ocho géneros y 82 morfoespecies. Las subfamilias presentes fueron Epyrinae con cinco géneros y Pristocerinae con tres géneros. No se encontraron Bethylinae en las zonas estudiadas. El sitio con mayor riqueza de especies fue la Reserva Biológica Dr. Rodrigo Tarté (CDS) con 65 morfoespecies, mientras que el Parque Nacional Camino de cruces (PNCC) presentó 51 morfoespecies (Figura 3). Ambos sitios comparten entre si 33 morfoespecies. Los géneros con mayor riqueza de especies fueron *Dissomphalus* con 34 morfoespecies (41.46%), seguido de *Pseudisobrachium* con 13 morfoespecies (15.85%), *Epyris* con 8 morfoespecies (9.75%), *Laelius* con 8 morfoespecies (9.75%), lo que representa un 76.81% de todas las morfoespecies.

Abundancia de la familia Bethylidae

Se colectaron un total de 454 individuos de la familia Bethylidae. La subfamilia con mayor número de individuos fue Pristocerinae con 350 individuos (77.09%), seguido por Epyrinae con 104 individuos (22.91%). La subfamilia Bethylinae no se encontró en los sitios de estudio.

Los géneros más abundantes fueron *Dissomphalus* con 265 individuos (58.37%) y *Pseudisobrachium* con 63 individuos (13.87%), para un total de 328 (72.24 %).

Las morfoespecies más abundantes fueron *Dissomphalus* sp. 17 con 45 individuos (9.91%), seguida por *Dissomphalus* sp. 2 con 40 individuos (8.81%), *Dissomphalus* sp. 6 con 30 individuos (6.60%), *Pseudisobrachium* sp. 7 con 17 individuos (3.74%), *Dissomphalus* sp. 7 con 16 individuos (3.52%), *Anisepyris* sp. 2 con 14 individuos (3.08%). Por lo tanto, 6 morfoespecies representan 35.7% del total mientras que 76 morfoespecies representan el 64.3%.

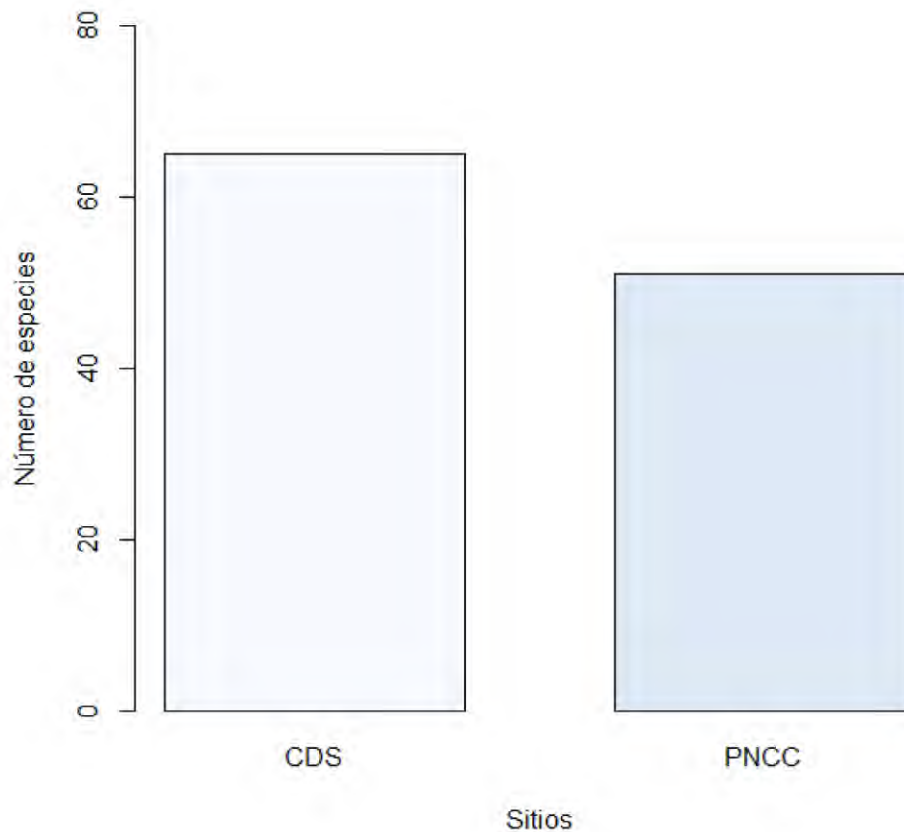


Figura 3. Riqueza de especies de Bethylidae por sitio de muestreo (la Reserva Biológica Dr. Rodrigo Tarté (CDS) y el Parque Nacional Camino de Cruces (PNCC)).

Curva rango-abundancia para la Reserva Biológica Dr. Rodrigo Tarté (Figura 4) muestra que las morfoespecies más abundantes fueron *Dissomphalus* sp.17 seguida por *Dissomphalus* sp. 2, *Dissomphalus* sp. 6, *Dissomphalus* sp. 7, *Pseudosisobrachium* sp. 7, *Anisepyris* sp. 2. Este sitio obtuvo mayor abundancia y diversidad de especies. La curva es bastante pronunciada por lo cual su uniformidad es menor que en Parque Nacional Camino de Cruces (PNCC). Las especies del género *Dissomphalus* fueron las más dominantes en los sitios, teniendo a *Dissomphalus* sp. 17 como una morfoespecie “super abundante”.

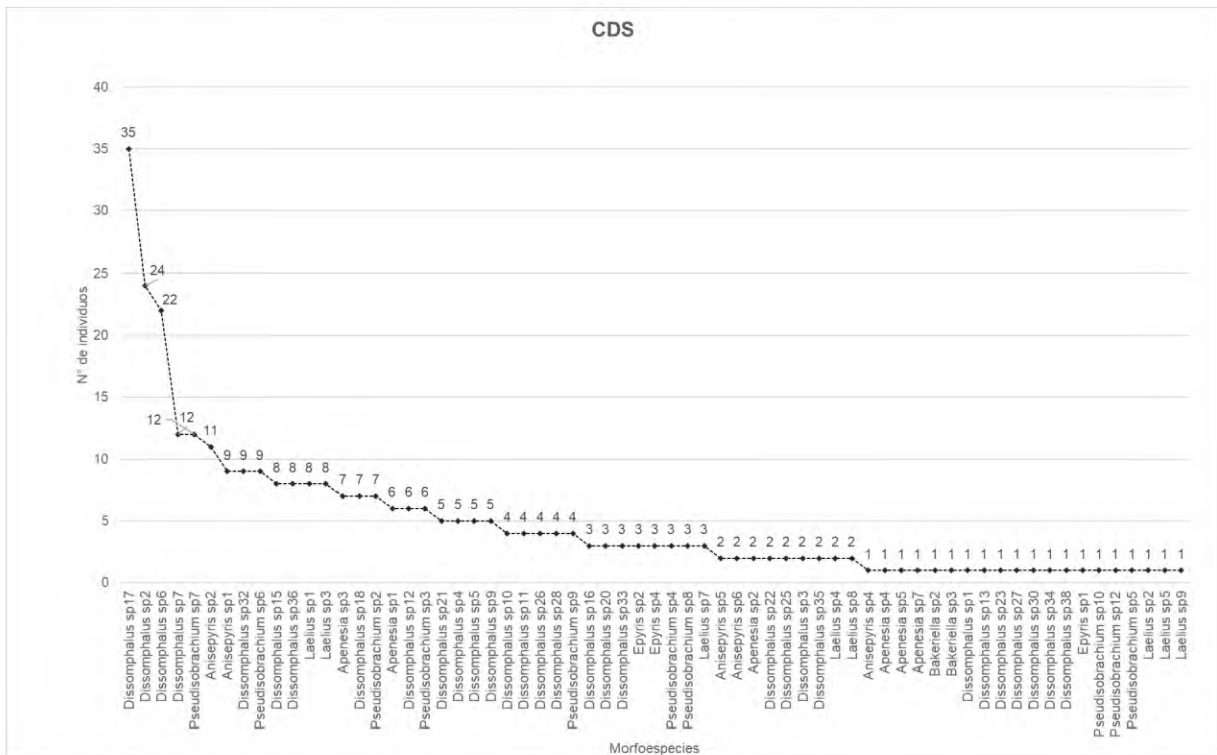


Figura 4. curva rango-abundancia de las especies de Bethyilidae colectadas en la Reserva Biológica Dr. Rodrigo Tarté (CDS).

Curva rango-abundancia para sitio PNCC (Figura 5) muestra que las morfoespecies más abundantes fueron: *Dissomphalus* sp. 2 seguida de *Epyris* sp. 3, *Dissomphalus* sp. 17, *Dissomphalus* sp. 6, este sitio presento menor abundancia y riqueza de especies, teniendo una curva menos pronunciada que CDS, pero donde se puede observar una dominancia del género *Dissomphalus* y la presencia de *Epyris* sp. 3 una morfoespecie abundante en PNCC pero que no se encontró en CDS.

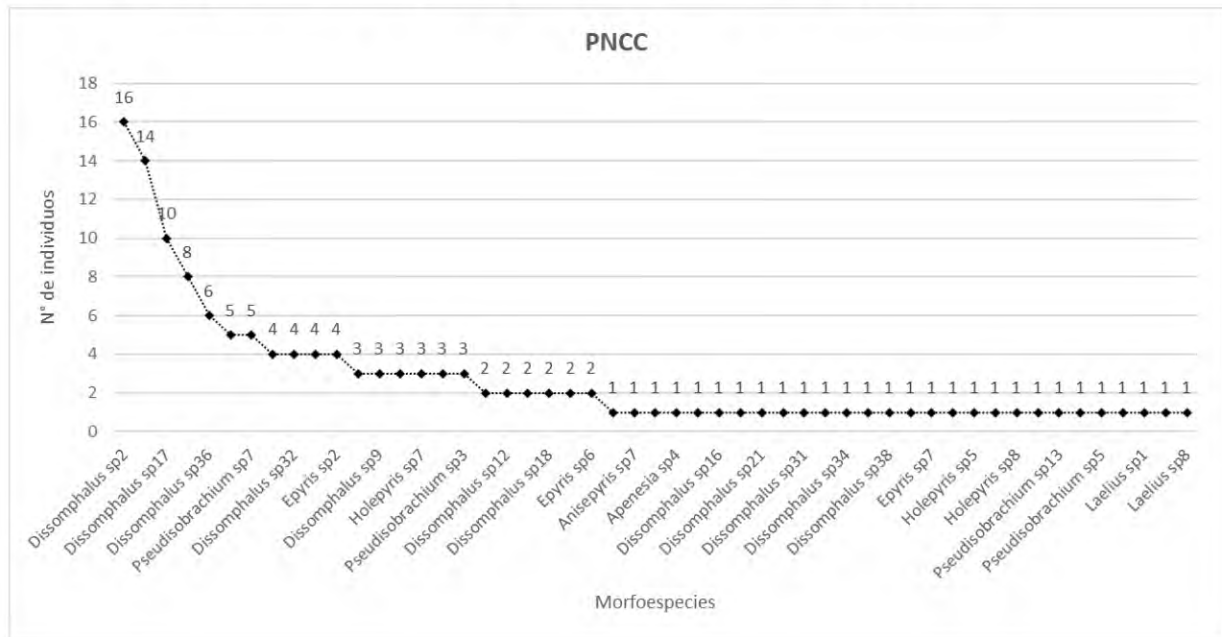


Figura 5. Curva rango-abundancia de las especies de Bethylidae colectadas en el Parque Nacional Camino de Cruces (PNCC).

La semejanza en la composición de la diversidad de morfoespecies entre los sitios demostró una similitud mayor al 50%. El grado de similitud entre los sitios CDS y PNCC de acuerdo con la composición de especies, evidencia una similitud del 41.3%. Lo anterior indica que la composición de especies entre estos dos sitios es bastante similar, mostrando una distancia de Jaccard de 57.7% (Figura 6).

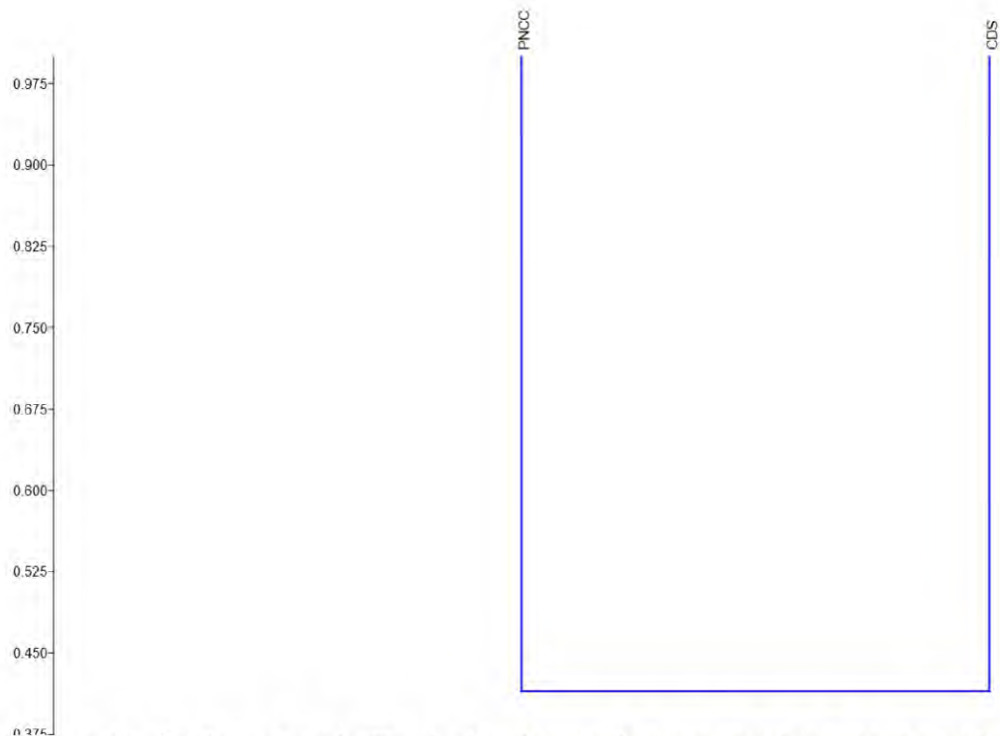


Figura 6. Índice de similitud de Jaccard para evaluar la semejanza en la composición de especies entre CDS y PNCC (41.3%).

Curva de acumulación

La curva de acumulación de especies en función de los sitios incrementó a medida que el esfuerzo de muestreo aumentaba. La especie observada corresponde a 83.8% de completitud en base al estimador de Chao 1 y 74.6% en base al estimador Jack 1, lo que indica que el esfuerzo de muestreo es representativo, aunque no es suficiente para recolectar el número máximo de especies en los sitios muestreados, como lo muestra la curva al no presentar asíntota (Figura 7).

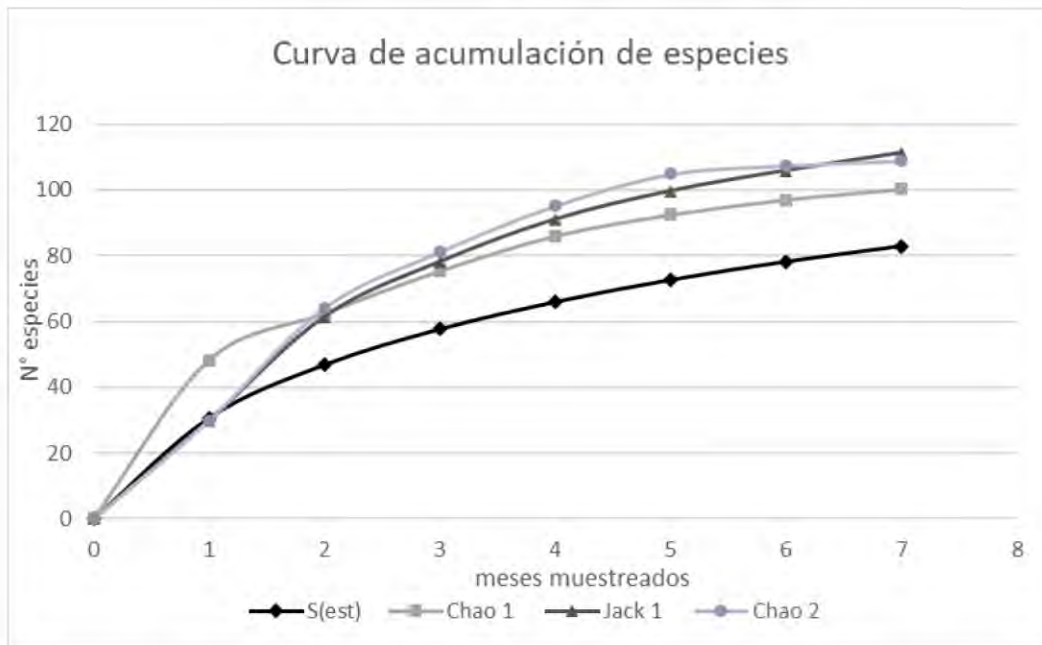


Figura 7. Curva general de acumulación de especies de Bethylidae en PNCC Y CDS.

La curva de acumulación de especies para el sitio CSD (Figura 8a) muestra que el estimador Chao 1 fue significativo, alcanzando una completitud de 75.92%, igual que el estimado Chao 2 alcanzó una completitud de 70.70% y el estimador Jack 1 que mostró una completitud de 74.04%. Se observa que para el sitio PNCC (Figura 8b) la

curva de acumulación de especies muestra que para el estimador Chao 1 48.75% y el Jack 1 61.02%, indicando que era necesario incrementar el número de muestreos.

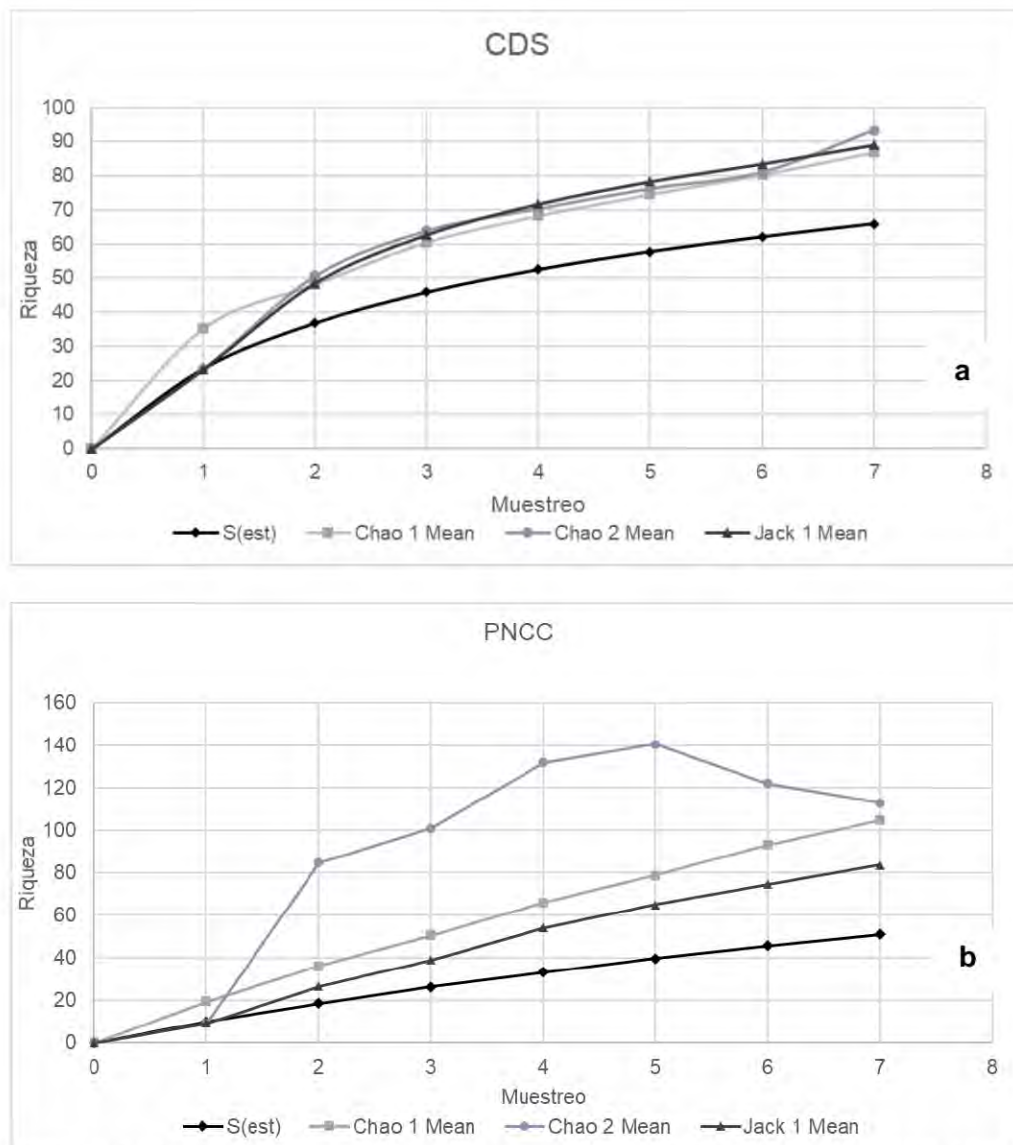


Figura 8. Curva de acumulación de especies de Bethylidae por sitio de muestreo a. (CDS); b. (PNCC)

La curva de rarefacción muestra que CDS fue el sitio con mayor riqueza y abundancia donde se encontraron 65 especies y 316 individuos, mientras que en el sitio PNCC se encontraron 51 especies y 138 individuos (Figura 9).

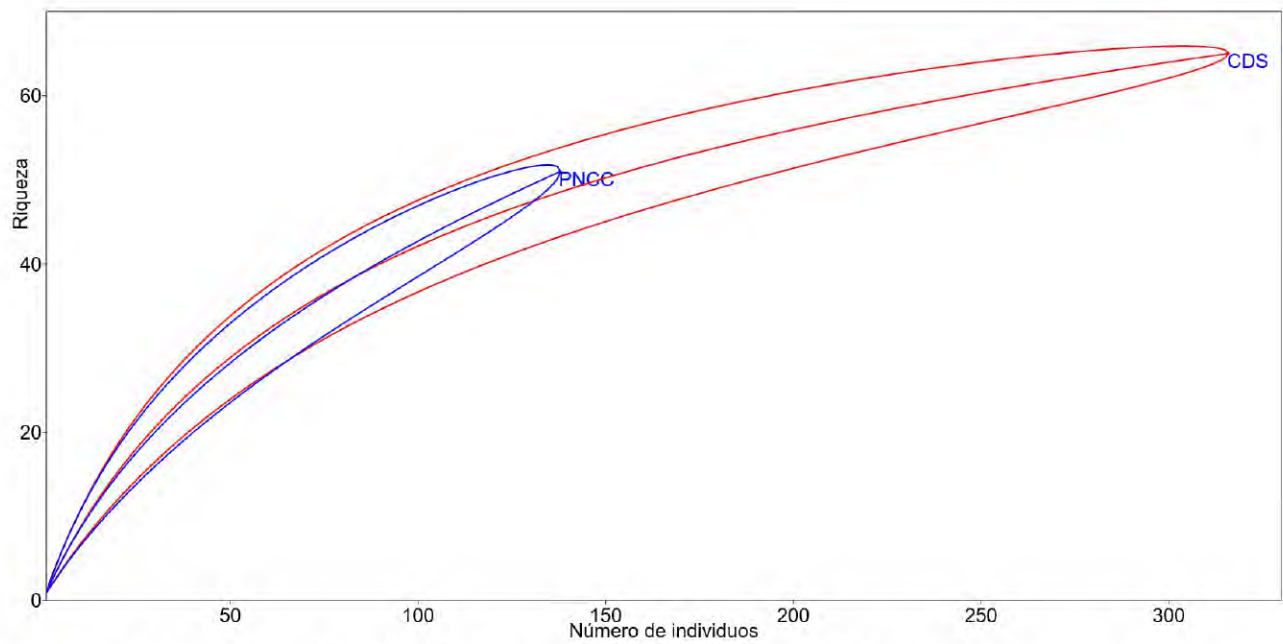


Figura 9. Curva de rarefacción de especies para los sitios CDS Y PNCC.

Riqueza, abundancia y diversidad.

Valores de diversidad, uniformidad y dominancia de la familia Bethylidae para cada sitio muestreado. (N) Número de individuos, (S) riqueza, (D) dominancia, (H') índice de Shannon-Wiener, (1-D) índice inverso de Simpson, (D_{Mg}) índice de Margalef, (J') equidad de Pielou o J-evenness.

	N	S	D	1-D	H'	D_{Mg}	J'
CDS	316	65	0.03761	0.9624	3.691	11.12	0.8842
PNCC	138	51	0.04579	0.9542	3.492	10.15	0.8881

Tabla 1 Valores de diversidad, uniformidad y dominancia de la familia Bethylidae para cada sitio muestreado.

El índice inverso de Simpson (1-D) para ambos sitios muestra valores muy cercanos a 1.0, lo que indica que tanto la Reserva Biológica Dr. Rodrigo Tarté y el Parque Nacional Camino de Cruces presentan una alta diversidad. La diversidad que se registró a través del índice de Shannon-Wiener (H') en ambos sitios se obtuvieron valores por encima de 3.0, la Reserva Biológica Dr. Rodrigo Tarté (3.691) y el Parque Nacional Camino de Cruces (3.492), lo que se puede interpretar como sitios biodiversos. El índice de riqueza de especies de Margalef calculado para la familia Bethylidae de Reserva Biológica Dr. Rodrigo Tarté (11.12) y el Parque Nacional Camino de Cruces (10.15); se considera que los valores mayores a 5 indican alta biodiversidad, por lo que ambos sitios de muestreo están en esta categoría. En relación con el índice de equidad de Pielou, se obtuvo un valor de (0.8842) para la Reserva Biológica Dr.

Rodrigo Tarté y (0.8881) para el Parque Nacional Camino de Cruces, dado que los valores para ambos sitios se acercan a 1, podemos decir que las especies son igualmente abundantes.

DISCUSIÓN

Durante el periodo de muestreo entre los meses de agosto 2019 hasta febrero 2020, se colectaron un total de 454 individuos de la familia Bethylidae distribuidos en dos subfamilias, ocho géneros y 82 morfoespecies. Los resultados mostraron que hubo un buen esfuerzo de muestreo, aunque la curva de acumulación de especies no alcanzó la asíntota, lo que nos indica que para obtener mejores resultados se debe aumentar el esfuerzo muestral. No obstante, los muestreos fueron significativos alcanzando un buen grado de completitud para los sitios CDS y PNCC. El sitio con mayor uniformidad y homogeneidad fue PNCC mientras que el sitio CDS posee morfoespecies que fueron muy abundantes para el muestreo, como los fue *Dissomphalus* sp. 17 seguida por *Dissomphalus* sp. 2 y *Dissomphalus* sp. 6 En lo que respecta a la diversidad, el Parque Nacional Camino de Cruces y la Reserva Biológica Dr. Rodrigo Tarté arrojaron valores altos para los índices de diversidad. Los géneros *Dissomphalus* y *Pseudisobrachium* presentaron el mayor número de especies encontrados en nuestro estudio, lo que concuerda con lo observado en otros bosques Neotropicales por Azevedo (2003, 2008a), Al menos en los trópicos, ambos géneros son abundantes y con alta riqueza.

La distribución de la diversidad de especies para los sitios presentó mayor riqueza y abundancia en La Reserva Biológica Dr. Rodrigo Tarté (CDS), lo que probablemente sugiere para este sitio la presencia de condiciones más favorables para la Bethylidae, como mayor disponibilidad de hospederos que le proveen recursos alimenticios y que forman parte de su desarrollo. Sin embargo, el Parque Nacional Camino de Cruces (PNCC) aun localizándose a una distancia relativamente corta (6.7 km) presenta una

menor abundancia y riqueza de Bethylidae. Los sitios muestreados comparten 33 morfoespecies como *Dissomphalus* sp. 17; *Dissomphalus* sp. 2; *Dissomphalus* sp. 6; *Dissomphalus* sp. 36 con una alta abundancia para ambos sitios, de 82 morfoespecies muestreadas para los dos sitios, 31 de ellas solo se encontraron en CDS como *Anisepyris* sp. 1; *Apenesia* sp. 1; *Epyris* sp. 4 mientras que PNCC posee 17 morfoespecies que no comparte con CDS como *Anisepyris* sp. 7; *Apenesia* sp. 6; *Dissomphalus* sp. 14.

En este estudio la subfamilia más abundante fue Pristocerinae con 77.09% de la muestra total y 55 morfoespecies, esto coincide con estudios realizados en 7 provincias Panamá donde se revisó una muestra de 2 289 individuos y 1 478 (64.6%) correspondía a la subfamilia Pristocerinae (Santos-Murgas, 2006). El género que presentó mayor diversidad y abundancia de especímenes, en ambos sitios fue *Dissomphalus* con una abundancia del 58.37% del total de la muestra y una riqueza de 42.68% del total de las morfoespecies encontradas. Para la Reserva Biológica Dr. Rodrigo Tarté las morfoespecies más abundantes fueron *Dissomphalus* sp. 17 seguida por *Dissomphalus* sp. 2, *Dissomphalus* sp. 6, *Dissomphalus* sp. 7, *Pseudosisobrachium* sp. 7, *Anisepyris* sp. 2. Mientras que en el Parque Nacional Camino de Cruces las morfoespecies más abundantes fueron *Dissomphalus* sp. 2 seguida de *Epyris* sp. 3, *Dissomphalus* sp. 17, *Dissomphalus* sp. 6. Las morfoespecies *Dissomphalus* sp. 17 y *Dissomphalus* sp. 2 fueron las morfoespecies más abundantes de la muestra total representando el 9.91% y 8.81% respectivamente, lo cual conviene con otros estudios realizados en Panamá como (Brito & Azevedo, 2017) el cual pone a Panamá como el país con mayor número de especies presentes del género

Dissomphalus en Centroamérica con 63 especies y consideran a este género como uno de los más abundante en la región Neotropical (Azevedo, 2003).

En cuanto a la subfamilia Epyrinae se encontraron 104 individuos que representa el 22.91% de la muestra total, 5 géneros y 28 morfoespecies, número muy cercano a los encontrados por Santos & González (2006), el cual reporta 31 especies para la provincia de Panamá, los géneros que presentaron mayor abundancia fueron el género *Anisepyris* Kieffer, con 34 individuos (32.69%) y el género *Epyris* Westwood, con 33 individuos (31.73). La riqueza encontrada de esta subfamilia fue de 28 morfoespecies, siendo los géneros *Epyris* Westwood y *Rhadephyris* Kieffer los que presentaron mayor riqueza, teniendo 8 morfoespecies respectivamente. Referente a los sitios de muestreos, CDS fue el sitio con mayor abundancia con 60 individuos, mientras que en PNCC tuvo una abundancia de 44 individuos de la subfamilia Epyrinae; en el total de muestreo se obtuvieron 28 morfoespecies de la subfamilia Epyrinae, en cada uno de los sitios de muestreo se obtuvieron 18 morfoespecies de las cuales comparten 8 morfoespecies (44.44%): *Anisepyris* sp. 2, *Anisepyris* sp. 5, *Anisepyris* sp. 6, *Epyris* sp. 1, *Epyris* sp. 2, *Laelius* sp. 1, *Laelius* sp. 5 y *Laelius* sp. 8. Para la Reserva Biológica Dr. Rodrigo Tarté las morfoespecies más abundantes de Epyrinae fueron: *Anisepyris* sp. 1, *Anisepyris* sp. 2, *Laelius* sp. 1 y *Laelius* sp. 3. Mientras que en el Parque Nacional Camino de Cruces la morfoespecie más abundante fue *Epyris* sp. 3 con 14 individuos, sin embargo, el resto de las morfoespecies mantuvieron una baja abundancia.

CONCLUSIONES

- Este estudio consigue mostrar la composición de la diversidad de las avispas planas (Hymenoptera: Bethylidae) presentes en la Reserva Biológica Dr. Rodrigo Tarté y el Parque Nacional Camino de Cruces, determinando que ambos sitios presentan una alta diversidad y una buena abundancia de esta familia, para los bosques de Ciudad de Panamá, aporta información sobre la composición y distribución de estas avispas planas para encaminar al estudio más completo de la familia Bethylidae en nuestro país.
- Los sitios muestreados presentaron una similitud en la composición de especies de un 41.3%, demostrando que ambos son relativamente similares, lo que sugiere la existencia de conectividad de las comunidades de Bethylidae a lo largo de estos sitios.
- La mayor riqueza y abundancia se observó en la Reserva Biológica Dr. Rodrigo Tarté, mientras que el Parque Nacional Camino de Cruces presentó una riqueza y abundancia menor.
- Los índices empleados para medir la diversidad biológica exhibieron valores de correspondientes a una alta diversidad en ambos sitios, considerando a la Reserva Biológica Dr. Rodrigo Tarté como el sitio con mayor diversidad de los muestreados.
- La alta abundancia y gran diversidad de morfoespecies que se encontraron en la Reserva Biológica Dr. Rodrigo Tarté se puede atribuir a que este sitio presenta condiciones muy favorables para el desarrollo de la Bethylidae,

como mayor disponibilidad de hospederos a los cuales están ligados en su ciclo vida como larvas de Coleoptera, Lepidoptera y algunos Hymenoptera que habitan en este sitio.

RECOMENDACIONES

- Extender los muestreos a los diferentes parques y reservas con alto potencial de presencia de la familia Bethylidae para completar el estudio de especies para la Provincia de Panamá.
- Realizar muestreos en la estación lluviosa y en la estación seca para efectuar comparaciones de las especies y su presencia en estas estaciones.
- Confeccionar un inventario completo sobre las especies de Bethylidae que se hallan en Panamá.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abraham, Y. J., Moore, D., & Godwin, G. (1990). Rearing and aspects of biology of *Cephalonomia stephanoderis* and *Prorops nasuta* (Hymenoptera: Bethylidae) parasitoids of the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae). *Bulletin of Entomological Research*, 80(2), 121–128.
- Acosta Lozano, C. A. (2013). Análisis geográfico-ambiental de la zona central del Parque Nacional Camino de Cruces, para incluir una propuesta de zonificación en el plan de manejo (Doctoral dissertation, Universidad de Panamá).
- Aristizábal, L. F., Bustillo, A. E., Baker, P. S., Orozco, J., & Chaves, B. (1998). Efecto depredador del parasitoide *Cephalonomia stephanoderis* (Hymenoptera: Bethylidae) sobre los estados inmaduros de *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) en condiciones de campo. *Revista Colombiana de Entomología*, 24 (1-2):35-41.
- Azevedo, C.O. (1999) On the Neotropical *Rhabdepyris* Kieffer (Hymenoptera Bethylidae) of the genus *Chlorepyris*. *Revista Brasileira de Zoologia*, 16, 887–897. <https://doi.org/10.1590/S0101-81751999000300026>
- Azevedo, C.O. (2003) Synopsis of the Neotropical *Dissomphalus* (Hymenoptera, Bethylidae). *Zootaxa*, 338 (1), 1–74. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.338.1.1>
- Azevedo, C.O. (2005) A new species of *Allobethylus* (Hymenoptera, Bethylidae) from Australia, with a key to world species. *Zootaxa*, 1064 (1), 25–30. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.1064.1.2>

- Azevedo, C.O. (2007) The Provancher types of Bethylidae (Hymenoptera, Chrysoidea). *Boletim do Museu Biológico Mello Leitão, Nova Série*, 22, 57–67.
- Azevedo, C.O. (2008a) Characterization of the types of the Neotropical *Pseudisobrachium* (Hymenoptera, Bethylidae), with a key to species. *Revista Brasileira de Zoologia*, 25, 737–801. <https://doi.org/10.1590/S0101-81752008000400020>
- Azevedo, C. O. (2008b). Synopsis of *Prosierola* (Hymenoptera: Bethylidae). *Zootaxa*, 1912, 45–58. doi:10.11646/zootaxa.1912.1.2
- Azevedo, C.O. (2009a) A new species of *Solepyris* Azevedo (Hymenoptera, Bethylidae) from Brazil, with amended diagnosis of the genus. *Revista Brasileira de Entomologia*, 53, 327–330. <https://doi.org/10.1590/S0085-56262009000300002>
- Azevedo, C.O. (2009b) Synopsis of *Lytopsenella* Kieffer (Hymenoptera: Bethylidae). *Zootaxa*, 2286, 58–64. <https://doi.org/10.5281/zenodo.191267>
- Azevedo, C.O. (2011) Synopsis of *Aspidepyris* Evans, 1964 (Hymenoptera, Bethylidae). *Zootaxa*, 3016, 63–68. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3016.1.5>
- Azevedo, C.O. (2014a) Revision of *Trichiscus* Benoit, 1956 (Hymenoptera, Bethylidae). *Zootaxa*, 3802 (3), 318–334. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3802.3.2>
- Azevedo, C.O. (2014b) Synopsis of *Bakeriella* Kieffer, 1910 (Hymenoptera, Bethylidae). *Zootaxa*, 3878 (6), 501–535. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3878.6.1>

- Azevedo, C.O. & Alencar, I.D.C.C. (2009) Rediscovery of *Pristepyrus* Kieffer (Hymenoptera, Bethylidae), a new synonym of *Acrepyrus* Kieffer. *Zootaxa*, 2287, 45–54. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.2287.1.2>
- Azevedo, C.O. & Alencar, I.D.C.C. (2010) Rediscovery of *Melanepyrus* (Hymenoptera: Bethylidae): a new synonym of *Epyrus*. *Revista Brasileira de Zoologia*, 3, 403–407. <https://doi.org/10.1590/S1984-46702010000300012>
- Azevedo, C.O., Alencar, I.D.C.C. & Colombo, W.D. (2018a) Pairs in copulation of the highly dimorphic genus *Pristocera* Klug (Hymenoptera, Bethylidae) from Madagascar solve taxonomic problems of male-female associations. *Zootaxa*, 4433 (1), 1–49. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4433.1.1>
- Azevedo, C. O., Alencar, I. D. C. C., Ramos, M. S., Barbosa, D. N., Colombo, W. D., Vargas, J. M. R., & Lim, J. (2018). Global guide of the flat wasps (Hymenoptera, Bethylidae). *Zootaxa*, 4489,(1), 1–294. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4489.1.1>
- Azevedo, C.O. & Azar, D. (2012) A new fossil subfamily of Bethylidae (Hymenoptera) from the Early Cretaceous Lebanese amber and its phylogenetic position. *Zoologia*, 29, 210–218. <https://doi.org/10.1590/S1984-46702012000300004>
- Azevedo, C.O. & Barbosa, D.N. (2010) Two new species *Pararhabdepyrus* Gorbатовskii (Hymenoptera, Bethylidae) from Australia and Thailand. *Zootaxa*, 2668, 55–62. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.2668.1.5>
- Azevedo, C.O. & Batista, M.L. (2002) New species of *Apenesia* (Hymenoptera, Bethylidae) from Parque Nacional da Serra do Divisor, Acre, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 46, 25–32.

- Azevedo, C.O., Colombo, W.D., Alencar, I.D.C.C., Brito, C.D. de & Waichert, C. (2016) Couples in phoretic copulation, a tool for male-female association in highly dimorphic insects of the wasp genus *Dissomphalus* Ashmead (Hymenoptera: Bethylidae). *Zoologia*, 33 (6). <https://doi.org/10.1590/S1984-4689zool-20160076>
- Azevedo, C.O. & Helmer, J.L. (1999) Ecologia de comunidade de Bethylidae (Hymenoptera, Chrysidoidea) da Reserva Biológica do Roncador, Brasília, DF, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 16, 1115–1126. <https://doi.org/10.1590/S0101-81751999000400021>
- Azevedo, C.O., Helmer, J.L. & Morato, E. (2002) Diversidade de Bethylidae (Hymenoptera) do Parque Nacional da Serra do Divisor, Acre, Brasil e seu uso no plano de manejo e conservação da área. *Acta Amazonica*, 32, 71–81. <https://doi.org/10.1590/1809-43922002321082>
- Azevedo, C.O. & Mugrabi, D.F. (2014) Three new species of *Tuberepyris* Lanés et Azevedo (Hymenoptera, Bethylidae), with amended diagnosis of the genus. *Zootaxa*, 3794 (4), 556–564. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3794.4.6>
- Bruto, C. D., & Azevedo, C. O. (2017). Review of *Dissomphalus* Ashmead (Hymenoptera, Bethylidae) from Panama, with key to the Central American species. In *Zootaxa* (Vol. 4335, Issue 1). <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4335.1.1>
- Brues, C.T. (1903). Descriptions of new ant-like and myrmecophilous Hymenoptera. *Transactions of the American Entomological Society*, 29, 119–128.
- Brues, C.T. (1910). Some notes on the geological history of the parasitic Hymenoptera.

- Journal of New York Entomological Society, 18, 1–22.
- Brues, C.T. (1920). A dimorphic species of *Cephalonomia* from Trinidad. *Psyche*, 27, 151–153. <https://doi.org/10.1155/1920/67175>
- Brues, C.T. (1923). Some new fossil parasitic Hymenoptera from Baltic Amber. *Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences*, 58, 327–346. <https://doi.org/10.2307/20025999>
- Cameron, P. (1881). Notes on Hymenoptera, with descriptions of new species. *Transactions of the Royal Entomological Society of London*, 1881, 555–577. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2311.1881.tb00881.x>
- Cameron, P. (1888). Insecta. Hymenoptera (Families Tenthredinidae—Chrysididae). Subfamily Bethylinae. *Biológica Centrali-Americana*, 1, 448–457.
- Cameron, P. (1897). New species of Hymenoptera from Central America. *Annals and Magazine of Natural History*, 19, 261–279. <https://doi.org/10.1080/00222939708680536>
- Cameron, P. (1900). Subfamily Bethylinae. *Biologia Centrali Americana*, 1900, 1–32.
- Cockerell, T.D.A. (1920) XXXVI. Fossil Arthropods in the British Museum. I, *Annals and Magazine of Natural History: Series 9*, 5:27, 273-279. DOI:10.1080/00222932008632376.
- Evans, H.E. (1958) The North and Central American species of *Propristocera* (Hymenoptera: Bethylidae). *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 59(6), 289–296.

- Evans, H.E. (1961). A revision of the genus *Pseudisobrachium* in the North and Central America (Hymenoptera, Bethylidae). *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, 126, 211–318.
- Evans, H.E. (1962). Further studies on the genus *Dissomphalus* in the United States, Mexico, and Greater Antilles (Hymenoptera, Bethylidae). *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 64, 65–78.
- Evans, H.E. (1963a). A revision of the genus *Pristocera* in the Americas (Hymenoptera, Bethylidae). *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, 129, 241–290.
- Evans, H.E. (1963b). A revision of the *Apenesia* in the Americas (Hymenoptera, Bethylidae). *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, 130, 249–359.
- Evans, H.E. (1963c). A new family of wasps. *Psyche*, 70, 7–16.
<https://doi.org/10.1155/1963/92486>
- Evans, H.E. (1963d). A new species of *Cephalonomia* exhibiting an unusually complex polymorphism (Hymenoptera, Bethylidae). *Psyche*, 70, 151–163.
- Evans, H.E. (1964). A synopsis of the American Bethylidae (Hymenoptera, Aculeata). *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, 132, 1–222.
- Evans, H.E. (1965a). A revision of the genus *Rhabdepyris* in the Americas (Hymenoptera: Bethylidae). *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, 133, 68–151.
- Evans, H.E. (1965b). Further studies on Neotropical Epyrini (Hymenoptera: Bethylidae). *Psyche*, 72, 265–278.

- Evans, H.E. (1966). The behavior patterns of solitary wasps. *Annual Review of Entomology*, 11, 123–154. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.11.010166.001011>
- Evans, H.E. (1969a). Three new Cretaceous aculeate wasps (Hymenoptera). *Psyche*, 76, 251–261. <https://doi.org/10.1155/1969/78582>
- Evans, H.E. (1969b) A revision of the genus *Epyris* in the Americas (Hymenoptera, Bethylidae). *Transactions of the American Entomological Society*, 95, 181–352
- Evans, H.E. (1973). Cretaceous aculeate wasps from Taimyr, Siberia (Hymenoptera). *Psyche*, 80, 166–178. <https://doi.org/10.1155/1973/16876>
- Evans, H. E. (1977a). A further look at the genus *Prorops* (Hymenoptera, Bethylidae). *Journal of the New York Entomological Society*, 85(2) 50-54.
- Evans, H. E. (1977b). A revision of the genus *Holepyris* in the Americas (Hymenoptera: Bethylidae). *Transactions of the American Entomological Society*, 103(3), 531-579.
- Evans, H.E. (1979a). The platycephalus group of the genus *Rhabdepyris* Kieffer (Hymenoptera: Bethylidae: Epyrinae). *Journal of the Australian Entomological Society*, 18, 377–381. <https://doi.org/10.1111/j.1440-6055.1979.tb00870.x>
- Evans, H.E. (1979b). A reconsideration of the genus *Bakeriella* (Hymenoptera: Bethylidae). *Journal of the New York Entomological Society*, 87, 256–266.
- Evans, H.E. (1982). The anxius group of the genus *Rhabdepyris* Kieffer (Hymenoptera: Bethylidae: Epyrinae). *Journal of the Australian Entomological Society*, 21, 55–61. <https://doi.org/10.1111/j.1440-6055.1982.tb01764.x>

- Kieffer, J.J. (1905). Ueber neue myrmekophile Hymenopteren. Berliner Entomologische Zeitschrift, 1, 1–10. <https://doi.org/10.1002/mmnd.19050500104>
- Kieffer, J.J. (1912). No. IV. Hymenoptera, Proctotrupoidea. Transactions of the Linnean Society of London, Series 2, 15, 45– 80. <https://doi.org/10.1111/j.1096-3642.1912.tb00089.x>
- Lanes, G. O., Kawada, R., Azevedo, C. O., & Brothers, D. J. (2020). Revisited morphology applied for Systematics of flat wasps (Hymenoptera, Bethylidae). Zootaxa, 4752(1), 1–127. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4752.1.1>
- Lauzière, I., Brodeur, J., & Pérez-Lachaud, G. (2001). Host stage selection and suitability in *Cephalonomia stephanoderis* Betrem (Hymenoptera: Bethylidae), a parasitoid of the coffee berry borer. Biological Control, 21(2), 128–133.
- Móczár, L. (1970a) Mesitinae of world with new genera and species. I. (Hymenoptera: Bethylidae). Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae, 16, 175–203.
- Móczár, L. (1970b) Mesitinae of world, genera *Sulcomesitius* Móczár and *Metrionotus* Móczár. II. (Hymenoptera: Bethylidae). Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae, 16, 409–451.
- Móczár, L. (1971) Mesitinae of world, genera "*Mesitius spinola*", *Pilomesitius* Móczár, *Parvoculus* Móczár, *Pycnomesitius* Móczár and *Heterocoelia* Dahlbom. III. (Hymenoptera: Bethylidae). Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae, 17, 295–332.
- Móczár, L. (1983) New data of Bethylidae from the Priesner's collection (Hymenoptera). Acta Universitatis Szegediensis Acta Biologica, Szeged, 29, 203–204.

- Móczár, L. (1984) Oriental Mesitiinae (Hymenoptera: Bethylidae). *Folia Entomologica Hungarica*, 45, 109–150.
- Móczár, L. (1985) *Sulcomesitius kuncheriai* Móczár [Female] nov. (Hymenoptera: Bethylidae). *Folia Entomologica Hungarica*, 46, 137–138.
- Móczár, L. (1986) New and little known Mesitiinae (Hymenoptera: Bethylidae). *Folia Entomologica Hungarica*, 47, 127–133.
- Ortega-Blanco, J., & Engel, M. S. (2013). Bethylidae from Early Cretaceous Spanish Amber (Hymenoptera: Chrysidoidea). *Journal of the Kansas Entomological Society*, 86(3), 264–276. <https://doi.org/10.2317/JKES130312.1>
- Santos Murgas, A. & González Domínguez, P. E. (2001). Biosistemática de la familia Bethylidae (Insecta, Hymenoptera) en Panamá. Tesis. Universidad de Panamá.
- Santos Murgas, A. & González, P. (2004). Notas sobre la familia Bethylidae (Hymenoptera: Aculeata) del Parque Nacional Darién. *Tecnociencia*, 6(2), 43–57.
- Santos Murgas, A. (2005). Primer registro de *Prosierola oblicua* EVANS (Hymenoptera: Bethylidae) y aspectos bioecológicos del parasitoide de *Quadrus contubernalis* Mabilie (Lepidoptera: HesperIIDae) en Panamá. *Tecnociencia*, 7(1), 35–42.
- Santos Murgas, A. (2006). Riqueza y distribución de especies de la subfamilia Pristocerinae (insecta: Hymenoptera: Bethylidae) en Panamá. *Scientia*, 21 (1), 7–18.
- Santos Murgas, A. & González D, P. (2006). Distribución de especies de la subfamilia Epyrinae (Hymenoptera: Bethylidae) en Panamá. *Tecnociencia*, 8, 37–50.

- Santos Murgas, A. (2008). Especificidad parasítica de *Prosierola oblicua* Evans, 1964 (Hymenoptera: Bethylidae) sobre larvas de Hesperiiidae (Lepidoptera) dobladoras de hojas. *Tecnociencia*, 10(2), 81–93.
- Santos Murgas, A. & Cambra, R. (2014). Primer registro para Panamá de *Goniozus microstigma* EVANS, 1993 (Insecta: Hymenoptera: Bethylidae); y clave de especies de *Microstigma* (Hymenoptera: Crabronidae) presentes en Panamá. 16, 5–14.
- Terayama, M. (1996) Discovery of the genus *Glenosema* from the Oriental region with descriptions of three new species (Hymenoptera: Bethylidae). *Florida Entomologist*, 79, 591–595. <https://doi.org/10.2307/3496073>
- Turner, R.E. (1914). Notes on fossorial Hymenoptera. XII. *Annals and Magazine of Natural History*, 14, 245–257. <https://doi.org/10.1080/00222931408693570>
- Turner, R.E. (1915a). Notes on fossorial Hymenoptera. XVII. On new Ethiopian species. *Annals and Magazine of Natural History*, 16, 286–299. <https://doi.org/10.1080/00222931508693715>
- Turner, R.E. (1915b). Descriptions of new fossorial wasps from Australia. *Proceedings of the Zoological Society of London*, 1915, 41–69. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1915.00041.x>
- Turner, R.E. (1917). New species of Hymenoptera in the British Museum. *Transactions of the Royal Entomological Society of London*, 65, 53–84. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2311.1917.tb01402.x>

- Turner, R.E. (1928). New Hymenoptera of the family Bethylidae. *Annals and Magazine of Natural History*, 1, 129–152. <https://doi.org/10.1080/00222932808672755>
- Turner, R.E. & Waterston, J. (1916). A new parasite bred from *Glossina morsitans* in Nyasaland. *Bulletin of Entomological Research*, 7, 133–135. <https://doi.org/10.1017/S0007485300017454>
- Turner, R.E. & Waterston, J. (1917). Notes on the hymenopterous families Bethylidae and Rhopalosomidae. *Annals and Magazine of Natural History*, 20, 101–108. <https://doi.org/10.1080/00222931709486976>
- Westwood, J.O. (1832). Descriptions of several new British forms amongst the parasitic hymenopterous insects. *London and Edinburgh Philosophical Magazine and Journal of Science*, 1, 127–129. <https://doi.org/10.1080/14786443208647849>
- Westwood, J.O. (1839). Monograph upon the hymenopterous genus *Scleroderma*. *Transactions of the Royal Entomological Society of London*, 2, 164–172. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2311.1836.tb00317.x>
- Westwood, J.O. (1881). Observations on the hymenopterous genus *Scleroderma*, Klug, and some allied groups. *Transactions of the Royal Entomological Society of London*, 1881, 117–140. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2311.1881.tb01536.x>
- Zaviezo, T., Romero, A., Castro, D., & Wagner, A. (2007). Primer registro de *Goniozus legneri* (Hymenoptera: Bethylidae) para Chile. *Ciencia e Investigación Agraria*, 34(1), 57–61.

ANEXOS

Tabla 2. Lista de morfoespecies de Bethylidae colectados en La Reserva Biológica Dr. Rodrigo Tarté y el Parque Nacional Camino de Cruces, representatividad en el muestreo y abundancia de especies.

	CDS	PNCC	Total general	Abundancia relativa (%)
Subfamilia Epyrinae				
<i>Anisepyris</i> sp. 1	9	0	9	1.98
<i>Anisepyris</i> sp. 2	11	3	14	3.08
<i>Anisepyris</i> sp. 4	1	0	1	0.22
<i>Anisepyris</i> sp. 5	2	1	3	0.66
<i>Anisepyris</i> sp. 6	2	4	6	1.32
<i>Anisepyris</i> sp. 7	0	1	1	0.22
<i>Bakeriella</i> sp. 2	1	0	1	0.22
<i>Bakeriella</i> sp. 3	1	0	1	0.22
<i>Epyris</i> sp. 1	1	1	2	0.44
<i>Epyris</i> sp. 2	3	4	7	1.54
<i>Epyris</i> sp. 3	0	14	14	3.08
<i>Epyris</i> sp. 4	3	0	3	0.66
<i>Epyris</i> sp. 5	0	3	3	0.66
<i>Epyris</i> sp. 6	0	2	2	0.44
<i>Epyris</i> sp. 7	0	1	1	0.22
<i>Epyris</i> sp. 8	0	1	1	0.22

Continua en la siguiente página...

<i>Holepyris</i> sp. 5	0	1	1	0.22
<i>Holepyris</i> sp. 6	0	1	1	0.22
<i>Holepyris</i> sp. 7	0	3	3	0.66
<i>Holepyris</i> sp. 8	0	1	1	0.22
<i>Laelius</i> sp. 1	8	1	9	1.98
<i>Laelius</i> sp. 2	1	0	1	0.22
<i>Laelius</i> sp. 3	8	0	8	1.76
<i>Laelius</i> sp. 4	2	0	2	0.44
<i>Laelius</i> sp. 5	1	1	2	0.44
<i>Laelius</i> sp. 7	3	0	3	0.66
<i>Laelius</i> sp. 8	2	1	3	0.66
<i>Laelius</i> sp. 9	1	0	1	0.22
Subfamilia Pristocerinae				
<i>Apenesia</i> sp. 1	6	0	6	1.32
<i>Apenesia</i> sp. 2	2	0	2	0.44
<i>Apenesia</i> sp. 3	7	1	8	1.76
<i>Apenesia</i> sp. 4	1	1	2	0.44
<i>Apenesia</i> sp. 5	1	0	1	0.22
<i>Apenesia</i> sp. 6	0	2	2	0.44
<i>Apenesia</i> sp. 7	1	0	1	0.22
<i>Dissomphalus</i> sp. 1	1	0	1	0.22
<i>Dissomphalus</i> sp. 2	24	16	40	8.81

Continúa en la siguiente página...

<i>Dissomphalus</i> sp. 3	2	1	3	0.66
<i>Dissomphalus</i> sp. 4	5	0	5	1.10
<i>Dissomphalus</i> sp. 5	5	0	5	1.10
<i>Dissomphalus</i> sp. 6	22	8	30	6.61
<i>Dissomphalus</i> sp. 7	12	4	16	3.52
<i>Dissomphalus</i> sp. 9	5	3	8	1.76
<i>Dissomphalus</i> sp. 10	4	5	9	1.98
<i>Dissomphalus</i> sp. 11	4	0	4	0.88
<i>Dissomphalus</i> sp. 12	6	2	8	1.76
<i>Dissomphalus</i> sp. 13	1	0	1	0.22
<i>Dissomphalus</i> sp. 14	0	2	2	0.44
<i>Dissomphalus</i> sp. 15	8	1	9	1.98
<i>Dissomphalus</i> sp. 16	3	1	4	0.88
<i>Dissomphalus</i> sp. 17	35	10	45	9.91
<i>Dissomphalus</i> sp. 18	7	2	9	1.98
<i>Dissomphalus</i> sp. 20	3	1	4	0.88
<i>Dissomphalus</i> sp. 21	5	1	6	1.32
<i>Dissomphalus</i> sp. 22	2	0	2	0.44
<i>Dissomphalus</i> sp. 23	1	0	1	0.22
<i>Dissomphalus</i> sp. 25	2	0	2	0.44
<i>Dissomphalus</i> sp. 26	4	2	6	1.32
<i>Dissomphalus</i> sp. 27	1	0	1	0.22

Continua en la siguiente página...

<i>Dissomphalus</i> sp. 28	4	0	4	0.88
<i>Dissomphalus</i> sp. 30	1	0	1	0.22
<i>Dissomphalus</i> sp. 31	0	1	1	0.22
<i>Dissomphalus</i> sp. 32	9	4	13	2.86
<i>Dissomphalus</i> sp. 33	3	1	4	0.88
<i>Dissomphalus</i> sp. 34	1	1	2	0.44
<i>Dissomphalus</i> sp. 35	2	0	2	0.44
<i>Dissomphalus</i> sp. 36	8	6	14	3.08
<i>Dissomphalus</i> sp. 37	0	1	1	0.22
<i>Dissomphalus</i> sp. 38	1	1	2	0.44
<i>Pseudisobrachium</i> sp. 3	6	3	9	1.98
<i>Pseudisobrachium</i> sp. 4	3	0	3	0.66
<i>Pseudisobrachium</i> sp. 5	1	1	2	0.44
<i>Pseudisobrachium</i> sp. 6	9	1	10	2.20
<i>Pseudisobrachium</i> sp. 7	12	5	17	3.74
<i>Pseudisobrachium</i> sp. 8	3	0	3	0.66
<i>Pseudisobrachium</i> sp. 9	4	0	4	0.88
<i>Pseudisobrachium</i> sp. 10	1	1	2	0.44
<i>Pseudisobrachium</i> sp. 11	0	3	3	0.66
<i>Pseudisobrachium</i> sp. 12	1	0	1	0.22
<i>Pseudisobrachium</i> sp. 13	0	1	1	0.22
<i>Pseudisobrachium</i> sp. 14	0	1	1	0.22

Continúa en la siguiente página...

<i>Pseudisobrachium</i> sp. 2	7	0	7	1.54
Total general	316	138	454	100.00

Reserva Biológica Dr. Rodrigo tarté (CDS); Parque Nacional Camino de Cruces (PNCC).



ANEXO 2. Entrada al sendero Summit, perteneciente al Parque Nacional Camino de Cruces.



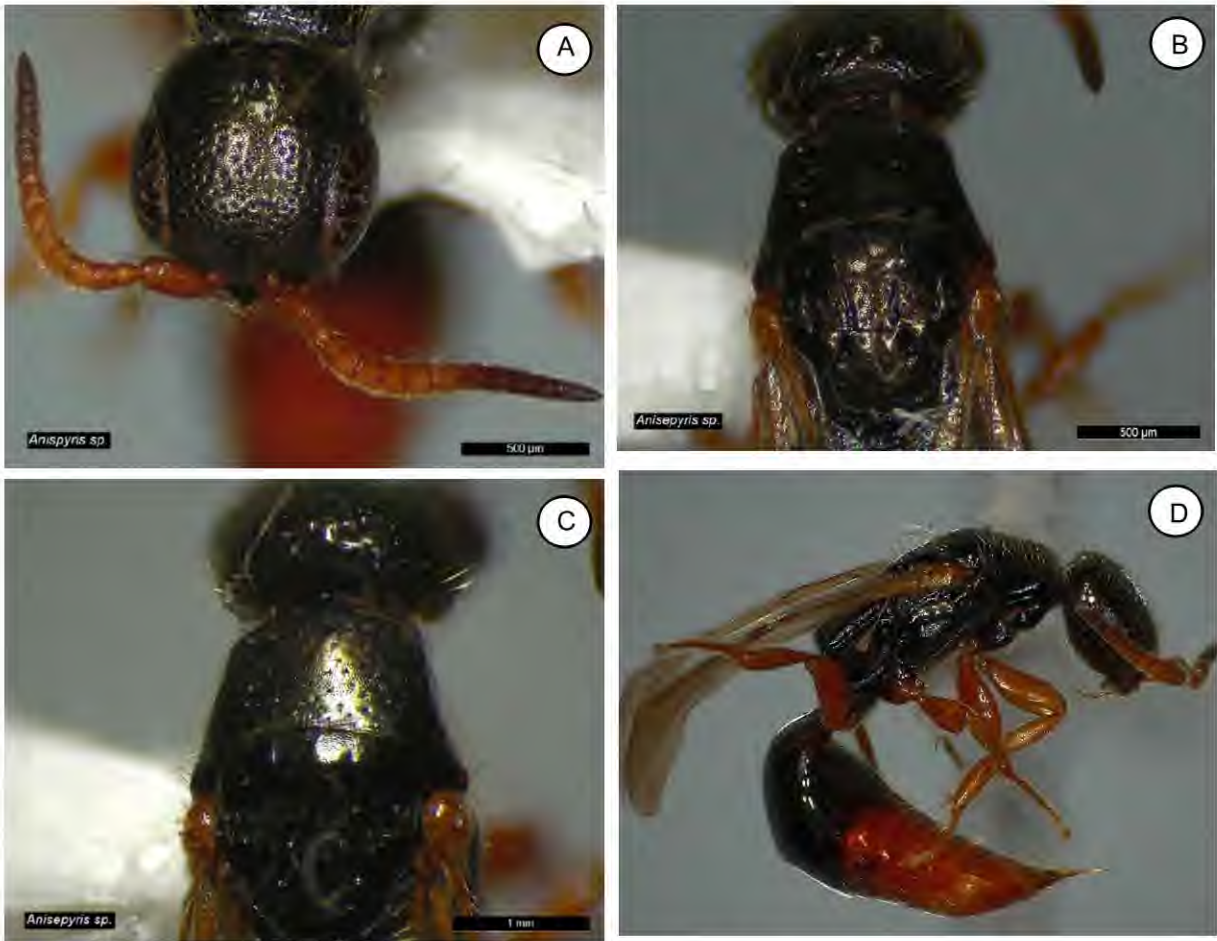
ANEXO 1. Entrada a Cerro Gun, perteneciente a la Reserva Biológica Dr. Rodrigo Tarté.



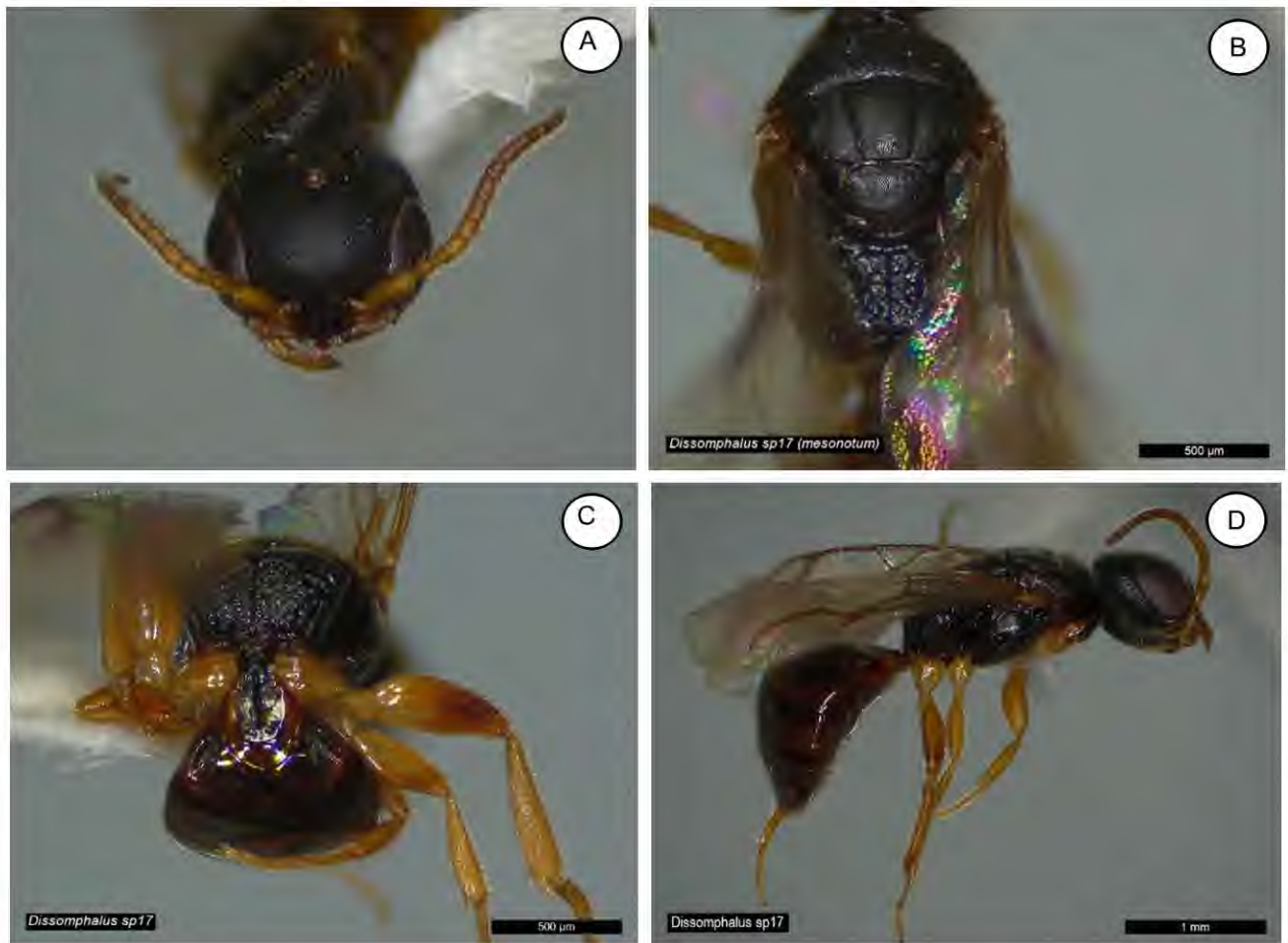
ANEXO 4. Trampas Malaise Townes CDS01, ubicada en la Reserva Biológica Dr. Rodrigo Tarté.



ANEXO 3. Trampas Malaise Townes PNCC01, ubicada en el Parque Nacional Camino de Cruces.



ANEXO 5. *Anisepyris*. A. Cabeza, vista dorsal; B-C. Mesosoma, vista dorsal; D. *Anisepyris*, vista lateral.



ANEXO 6. *Dissomphalus* A. Cabeza, vista dorsal; B. Mesosoma, vista dorsal; C. Metasoma, vista dorsal; D. *Dissomphalus*, vista lateral.



ANEXO 7. *Apenesia* A. Cabeza, vista dorsal; B. Mesosoma, vista dorsal; C. Metasoma, vista dorsal; D. *Apenesia*, vista lateral.



ANEXO 8. *Pseudisobrachium* A. Cabeza, vista dorsal; B. Mesosoma, vista dorsal; C. *Pseudisobrachium*, vista lateral.



ANEXO 9. *Holepyris* A. Cabeza, vista frontal; B. Mesosoma, vista dorsal; C. *Holepyris*, vista lateral.