Universidad Autónoma de Chiriquí

Facultad de Ciencias Naturales y Exactas

Escuela de Biología

Laboulbeniales en carábidos y estafilínidos (Coleoptera: Carabidae, Staphylinidae) en el sendero Los Quetzales, Alto Chiquero, Chiriquí, Panamá

Laura V. Gaitán

C.I.P. 4-772-251

Katherin M. Gutiérrez

C.I.P. 4-774-1801

Asesora

Prof. Rosa Villarreal, *M.Sc.*

Coasesoras

Prof. Tina Hofmann, *Ph.D.*

Prof. Angélica Rodríguez, *M.Sc.*

Sometida a la consideración de la Comisión de Tesis de la Escuela de Biología para optar por el grado de Licenciatura en Ciencias Ambientales y Recursos Naturales

David, Chiriquí, República de Panamá

2020

Dedicatoria

A Dios por haberme dado salud y permitirme cumplir mis objetivos, sin él nada de esto hubiera sido posible.

A mi madre Leydi (Q.E.P.D) por ser mi mayor movitación, que desde donde estas siempre me das fuerzas para culminar mis metas, y a mi padre Genito por apoyarme incondicionalmente, gracias por enseñarme valores que me han llevado a alcanzar esta meta.

A mis hermanos Julio, Karla, Genito y Marvin gracias por estar conmigo y brindarme su apoyo cada día, los quiero mucho.

A mis abuelos, tíos y sobrinos, gracias por ser parte de mi vida y apoyarme siempre.

Al profesor Juan Bernal (Q.E.P.D) por su apoyo incondicional, consejos y sus palabras de motivación.

Laura Gaitán

RJT4099

Dedicatoria

A Dios por regalarme el don de la vida y estar conmigo en todo momento. Por haberme dado la sabiduría, la fortaleza y la perseverancia para realizar está investigación y hacer esta meta una realidad.

A mi mamá Paula Araúz y mi papá Pablo Gutiérrez, por todo el amor y cariño que me han brindado día a día, por sus palabras de aliento y por todo el esfuerzo y sacrificio que han hecho, para que culmine una de mis metas.

A mis hermanas Dayana M. Gutiérrez y Rayza A. Gutiérrez por sus consejos, por sus palabras de motivación y entusiasmo en todo momento. A mi hermano Guillermo Jhosep Gutiérrez por su cariño y apoyo.

A mi sobrina María Castillo por toda el amor y alegría que me brinda cada día.

A mi otra madre Rosa Araúz y a mi Tío Guillermo Gutiérrez por estar siempre dispuestos a ayudarme y apoyarme cuando los necesite.

A Anthony I. Madrid C. por su comprensión y apoyo incondicional.

Al Profesor Juan A. Bernal (Q.E.P.D) por su paciencia, dedicación, confianza y apoyo incondicional.

Katherin M. Gutiérrez A.

Agradecimientos

Gracias a Dios por guiarnos, protegernos y permitirnos culminar con éxito.

Al Dr. Juan Antonio Bernal (Q.E.P.D) por ser una de las personas que nos ayudo y motivo cada día para terminar con esta investigación.

A la asesora la Profesora Rosa Villarreal *M.Sc.*, por su apoyo incondicional en el desarrollo de esta investigación, en la revisión y corrección de este manuscrito. Además, por brindarnos su tiempo, conocimientos y experiencias en el tema de Laboulbeniales.

A las co-asesoras, las profesoras: Angélica Rodríguez *M.Sc.* y la Dra. Tina Hofmann por brindarnos su tiempo, conocimientos y experiencias en la revisión y corrección del manuscrito.

A los centros de investigación Museo de Peces de Agua Dulce e Invertebrados (MUPADI) y el Herbario UCH de la UNACHI por facilitarnos las instalaciones y el equipo para realizar esta investigación.

Al Sr. Carlos González, guardaparque del Parque Nacional Volcán Barú por acompañarnos en las giras.

Al Dr. Danny Haelewaters, por facilitarnos la literatura de Laboubeniales para el desarrollo de la investigación.

A Tomás Ríos *M.Sc.* por su colaboración en el montaje de los insectos y a Yussef Aguirre por enseñarnos a editar las fotografías en Photoshop.

A nuestros familiares y amigos que nos acompañaron en cada gira.

Hoja de Aprobación

"Esta tesis fue aprobada por la respectiva Comisión de Tesis de la Escuela de Biología, según los requerimientos de la Facultad de Ciencias Naturales y Exactas de la Universidad Autónoma de Chiriquí".

Rosa Villarreal, *M.Sc.*
Directora de Tesis

Tina Hofmann, *Ph.D.*
Miembro del Comité Asesor

Angélica Rodríguez, *M.Sc.*
Miembro del Comité Asesor

Laura V. Gaitán
Estudiante

Katherin M. Gutiérrez
Estudiante

Índice

1. Resumen 1
2. Introducción 3
3. Objetivos 4
4. Revisión de literatura 5
4.1. Clasificación taxonómica del orden Laboulbeniales 5
4.2. Morfología del talo 5
4.2.1. Receptáculo 5
4.2.2. Peritecio 5
4.2.4. Anteridios 6
4.2.5. Ascósporas 6
4.3. Ciclo de vida 7
4.4. Infestación del hospedante 8
4.5. Especificidad del hospedero 9
4.6. Distribución 10
4.7. Estudios realizados en Panamá 10
5. Carabidae 11
5.1. Morfología 11
5.2. Ciclo de vida 12
5.3. Hábitat 12
5.4. Alimentación 13
5.5. Importancia ecológica 13
5.6. Interacción con hongos 13
5.7. Distribución 14
5.8. Estudios realizados en Panamá 14
6. Staphylinidae 15
6.1. Morfología 15
6.2. Ciclo de vida 16
6.3. Hábitat 16
6.4. Alimentación 17

6.5. Importancia ecológica 17
6.6. Interacción con Hongos 17
6.7. Distribución 18
6.8. Estudios realizados en Panamá 18
7. Materiales y métodos 19
7.1. Área de estudio 19
7.2. Trabajo en campo 20
7.2.1. Instalación de las trampas 20
7.2.2. Recolecta de las muestras 21
7.3. Trabajo de laboratorio 21
7.3.1. Clasificación de los insectos 21
7.3.2. Preparación de placas fijas 22
7.3.3. Identificación de Laboulbeniales 22
7.3.4. Identificación de insectos 22
7.3.5. Montaje de especímenes 23
7.3.6. Análisis de los datos 24
8. Resultados y discusión 25
8.1. Laboulbeniales en carábidos 25
8.2. Laboulbeniales en estafilínidos 49
8.3. Laboulbeniales en carábidos 62
8.3.1. Abundancia de Laboulbeniales en carábidos 62
8.3.2. Índice de diversidad de Laboulbeniales en carábidos 64
8.4. Laboulbeniales en estafilínidos 65
8.4.1. Abundancia de Laboulbeniales en estafilínidos 65
8.4.2. Índice de diversidad de Laboulbeniales en estafilínidos 66
8.5. Comparación de Laboulbeniales en carábidos y estafilínidos 67
8.6. Descripción de carábidos 69
8.6.1. Abundancia de carábidos 73
8.6.2. Índice de diversidad de carábidos 74
8.7. Descripción de los estafilínidos 76
8.7.1. Abundancia de estafilínidos 80
8.7.2. Índice de diversidad de estafilínidos 81

8.8. Estructuras con mayor infestación de Laboulbeniales 83
8.8.1. Carábidos 83
8.8.2. Estafilínidos 84
9. Conclusiones 86
10. Recomendaciones 88
11. Bibliografía 89
12. Anexos 95

Índice de cuadros

Cuadro 1. Abundancia de Laboulbeniales en carábidos recolectados en el sendero Los Quetzales, Parque Nacional Volcán Barú, Chiriquí..... 62

Cuadro 2. Diversidad de Laboulbeniales en carábidos recolectados en el sendero Los Quetzales, Parque Nacional Volcán Barú, Chiriquí..... 64

Cuadro 3. Abundancia de Laboulbeniales en estafilínidos recolectados en el sendero Los Quetzales, Parque Nacional Volcán Barú, Chiriquí..... 65

Cuadro 4. Diversidad de Laboulbeniales en estafilínidos recolectados en el sendero Los Quetzales, Parque Nacional Volcán Barú, Chiriquí..... 66

Cuadro 5. Comparación de Laboulbeniales en carábidos y estafilínidos recolectados en el sendero Los Quetzales, Parque Nacional Volcán Barú, Chiriquí..... 67

Cuadro 6. Abundancia de carábidos infestados en el sendero Los Quetzales, Parque Nacional Volcán Barú, Chiriquí. 73

Cuadro 7. Valores de diversidad de carábidos infestados en época lluviosa y seca recolectados en el sendero Los Quetzales, Parque Nacional Volcán Barú, Chiriquí..... 74

Cuadro 8. Abundancia de estafilínidos infestados en el sendero Los Quetzales, Parque Nacional Volcán Barú, Chiriquí..... 80

Cuadro 9. Valores de diversidad de estafilínidos infestados en época lluviosa y seca recolectados en el sendero Los Quetzales. 81

Índice de figuras

Fig. 1. Talo de una especie de *Laboulbenia* (Laboulbeniales)..... 7

Fig. 2. Sitio de estudio en el sendero Los Quetzales, Parque Nacional Volcán Barú, Boquete, Chiriquí, Panamá..... 20

Fig. 3. Trabajo de campo. (a) instalación de trampas, (b-e) recolecta de especímenes..... 21

Fig. 4. Preparación de las muestras. a) separación, b) preparación de placas, c) identificación de Laboulbeniales, d) identificación de Carabidae y Staphylinidae e) montaje..... 23

Fig. 5. Laboulbeniales en Carabidae. 1. *Laboulbenia decipiens* Thaxter (Muestra 105) (Escala 100 µm); 2. *Laboulbenia flagellata* Peyritsch (Muestra 12) (Escala 100 µm); 3. *Laboulbenia perplexa* Thaxt. (Muestra 1) (Escala 100 µm); 4. *Laboulbenia pseudomasci* Thaxt. (Muestra 398) (Escala 100 µm)..... 31

Fig. 6. Laboulbeniales en Carabidae. 5. *Laboulbenia pterostichi* Thaxt (Muestra 330) (Escala 100 µm); 6. *Laboulbenia* cf. *punctata* Thaxt. (Muestra 106) (Escala 100 µm); 7. *Laboulbenia rigida* Thaxt. (Muestra 393) (Escala 100 µm); 8. *Laboulbenia scelophila* Thaxt. (Muestra 55) (Escala 100 µm)..... 36

Fig. 8. Laboulbeniales en Carabidae. 13. *Laboulbenia* sp. 4 (Muestra 37) (Escala 100 µm); 14. *Laboulbenia* sp. 5 (Muestra 318) (Escala 100 µm); 15. *Rhachomyces dolicaontis* Thaxt. (Muestra 224) (Escala 100 µm); 16. *Rhachomyces* sp. 1 (Muestra 192) (Escala 100 µm)..... 48

Fig. 9. Laboulbeniales en Staphylinidae. 17.1. Talo masculino de *Dimorphomyces* sp.1 (Muestra 446) (Escala 25 µm); 17.2. Talo femenino de *Dimorphomyces* sp. 1(Muestra 446) (Escala 25 µm); 18. *Dimorphomyces* sp. 2 (Muestra 412) (Escala 50 µm); 19. *Kleidiomyces hoplandriae* Thaxt. (Muestra 494) (Escala 100 µm)..... 53

Fig. 10. Laboulbeniales en Staphylinidae. 20. *Monoicomyces barberi* Thaxt. (Muestra 454) (Escala 100 µm); 21. *Monoicomyces furcatus* Thaxt. (Muestra 407) (Escala 100 µm); 22. *Eumonoicomyces invisibilis* Thaxt. (Muestra 460) (Escala 100 µm). 57

Fig. 11. Laboulbeniales en Staphylinidae. 23. *Rhachomyces* sp. 2 (Muestra 484) (Escala 100 µm); 24. Morfoespecie 1 (Muestra 505) (Escala 100 µm); 25. Morfoespecie 2 (Muestra 413) (Escala 50 µm). 61

Fig. 12. Carábidos infestados con Laboulbeniales. 1. *Galerita* sp. (Galeritini); 2. *Goniocellus* sp. (Harpalini); 3. *Notiobia* sp. (Harpalini); 4. *Platynus* sp. 1 (Platynini). 70

Fig. 13. Carábidos infestados con Laboulbeniales. 5. *Platynus* sp. 2 (Platynini); 6. *Platynus* sp. 3 (Platynini); 7. *Platynus* sp. 4 (Platynini). .. 72

Fig. 14. Estafilínidos infestados con Laboulbeniales. 1. *Diestota* sp. (Aleocharinae); 2. *Hoplandria* sp. (Aleocharinae); 3. *Oxytelus* sp. (Oxytelinae); 4. *Sciotrogus* sp. (Oxytelinae); 5. *Philonthus* sp. 1 (Staphylininae). 77

Fig. 15. Estafilínidos infestados con Laboulbeniales. 6. *Philonthus* sp. 2 (Staphylininae); 7. *Platydracus* sp. (Staphylininae). 79

Fig. 16. Partes del cuerpo del carábido infestado por Laboulbeniales. 84

Fig. 17. Partes del cuerpo de los estafilínidos infestado por Laboulbeniales. 85

1. Resumen

Los Laboulbeniales son un grupo amplio y diverso de hongos ectoparásitos, que dependen del hospedante para sobrevivir. Se han descrito aproximadamente 2 200 especies y 141 géneros de Laboulbeniales. Las familias Carabidae y Staphylinidae (Coleoptera) presentan la mayor cantidad de especies de Laboulbeniales. Debido a los vacíos de información en Panamá, con respecto a la diversidad de Laboulbeniales y sus hospedantes surge la necesidad de un estudio con la finalidad de determinar la diversidad de Laboulbeniales en carábidos y estafilínidos en el sendero Los Quetzales en el Parque Nacional Volcán Barú en Boquete. Durante la época lluviosa (agosto-noviembre 2016) y seca (enero-abril 2017), se estableció un transecto de 600 m a lo largo del sendero, se instalaron 30 trampas de caída enterradas al nivel del suelo y se recolectaron los insectos en frascos con alcohol al 96 %. En el laboratorio se separaron los carábidos y estafilínidos infestados de los no infestados y se elaboraron placas fijas. Se identificaron siete especies de Carabidae: *Galerita* sp., *Goniocellus* sp., *Notiobia* sp., *Platynus* sp. 1, *Platynus* sp. 2, *Platynus* sp. 3 y *Platynus* sp. 4 y siete de Staphylinidae: *Diestota* sp., *Hoplandria* sp., *Oxytelus* sp., *Philonthus* sp. 1, *Philonthus* sp. 2, *Platydracus* sp., *Sciotrogus* sp. y dos morfoespecies. También se identificaron 16 especies de Laboulbeniales en Carabidae: *Laboulbenia decipiens, L. flagellata, L. perplexa, L. pseudomasci, L. pterostichi, L.* cf. *punctata, L. rigida, L. scelophila, L. subpunctata, L.* sp. 1, *L.* sp. 2, *L.* sp. 3, *L.* sp. 4, *L.* sp. 5, *Rhachomyces dolicaontis* y *R.* sp. 1 y siete especies de Laboulbeniales en Staphylinidae: *Dimorphomyces* sp. 1, *Dimorphomyces* sp. 2, *Eumonoicomyces invisibilis, Kleidiomyces hoplandriae*, *Monoicomyces barberi*, *M. furcatus*, *Rhachomyces* sp. 2 y dos morfoespecies que no se lograron identificar. Se registraron seis especies de Laboulbeniales que no se habían reportado en Panamá y nueve nuevas especies de hospedantes. Además, en carábidos *Platynus* sp. 1 fue el más abundante y en estafílinidos fue *Philontus*. Adémas *Laboulbenia decipiens* fue el hongo más abundante en Carabidae y *Kleidiomyces hoplandriae* en Staphylinidae. El índice de diversidad de Laboulbeniales en carábidos fue baja en época lluviosa y media en época seca, mientras que en los estafilínidos fue baja en ambas épocas. El índice de diversidad en carábidos fue baja en ambas épocas y en

estafilínidos fue media en la época lluviosa y baja en la seca. También se encontraron diferencias significativas entre las partes del cuerpo de los carábidos y estafilínidos que son parasitadas por el hongo.

2. Introducción

Los Laboulbeniales son ectoparásitos, producen un talo microscópico de pocas células, presentan un haustorio a través del cual se anclan al insecto para obtener los nutrientes (Santamaria 2001). El hongo debe evitar destruir con su ataque al hospedante, ya que sin el insecto el hongo muere (Thaxter 1985). Las especies de Laboulbeniales están obligados a ser ectoparásitos de sus hospedantes vivos, parasitan artrópodos especialmente insectos. Existen 10 órdenes de insectos que albergan estos hongos (Santamaria 2001).

Las especies del orden Coleoptera son hospedantes del 80 % de los Laboulbeniales, y las familias Carabidae y Staphylinidae reúnen más del 50 % de las especies de Laboulbeniales (Santamaria 2001). La familia Carabidae pertenece al suborden Adephaga (Martínez 2005) y está representada en el mundo por 40 000 especies (Arenas-Clavijo & Posso-Gómez 2017). La familia Staphylinidae pertenece al suborden Polyphaga (Frank & Thomas 2016) y está representada por más de 63 657 especies (Betz *et al.* 2018).

Los carábidos y los estafilínidos son importantes como bioindicadores, ya que son organismos sensibles a los cambios que ocurren en el medio (Bohac 1999, Rainio & Niemelä 2003, Taboada-Palomares 2007 citado en: García 2015). Los carábidos y estafilínidos son las familias de insectos mayormente infestadas por Laboulbeniales (Santamaria 2001). Los Laboulbeniales son pocos conocidos en el mundo, en estudios anteriores en Panamá se han descrito nuevas especies (Villarreal *et al.* 2010, Haelewaters *et al.* 2017), así como nuevos registros para Centroamérica y Panamá (Haelewaters *et al.* 2017). Sin embargo, faltan más estudios por hacer de otras familias de insectos que son infestadas por Laboulbeniales. Es por ello, que se realizó el presente estudio con la finalidad de identificar y determinar la abundancia y diversidad de los Laboulbeniales, carábidos y estafilínidos recolectados en el sendero Los Quetzales del Parque Nacional Volcán Barú.

3. Objetivos

Objetivo general

- Determinar la diversidad de Laboulbeniales en carábidos y estafilínidos (Coleoptera: Carabidae, Staphylinidae) en el sendero Los Quetzales, Alto Chiquero, Chiriquí, Panamá.

Objetivos específicos

- Identificar los Laboulbeniales, carábidos y estafilínidos recolectados en el sendero Los Quetzales, Alto Chiquero, Chiriquí, Panamá.
- Determinar la abundancia de Laboulbeniales, carábidos y estafilínidos recolectados en el sendero Los Quetzales, Alto Chiquero, Chiriquí, Panamá.
- Estimar la diversidad de Laboulbeniales, carábidos y estafilínidos recolectados en la época seca y la época lluviosa en el sendero Los Quetzales, Alto Chiquero, Chiriquí, Panamá.
- Comparar la diversidad de Laboulbeniales en carábidos y estafilínidos recolectados en el sendero Los Quetzales, Alto Chiquero, Chiriquí, Panamá.
- Determinar las estructuras con mayor infestación de Laboulbeniales en carábidos y estafilínidos recolectados en el sendero Los Quetzales, Alto Chiquero, Chiriquí, Panamá.

4. Revisión de literatura

4.1. Clasificación taxonómica del orden Laboulbeniales

El orden Laboulbeniales pertenece a la clase Laboulbeniomycetes, se encuentra dentro de la división Ascomycota en el reino Fungi (Santamaria 2001). Presenta tres órdenes Phyxiophorales, Laboulbeniales y Herpomycetales. Actualmente este orden comprende 2 200 especies en 141 géneros aproximadamente (Haelewaters 2018). En Panamá se registran 83 especies de Laboulbeniales (Piepenbring 2013). sin embargo, en esta lista se incluye tres especies de *Herpomyces* que actualmente pertenecen al orden Herpomycetales. Por lo tanto, son 80 especies de Laboulbeniales.

4.2. Morfología del talo

Los Laboulbeniales son organismos ectoparásitos obligados a vivir con artropodos. Este grupo de hongos no producen micelio, pero forman un talo microscópico, multicelular, con un tamaño de 40 µm hasta 4 mm. Generalmente son monoicos y menos frecuente dioicos, solo realizan reproducción sexual (Santamaria 1998, 2001, Haelewaters 2018). El talo de los Laboulbeniales se compone de la siguiente manera:

4.2.1. Receptáculo

El receptáculo se origina de la célula inferior de la espora (Thaxter 1985). Consta de tres células que se denominan con números romanos (I, II, III). La célula I es la basal, forma una estructura de conexión con el hospedante llamada uña o pie, a través de la cual penetra el haustorio al exoesqueleto del artrópodo. La célula II es la suprabasal, por múltiples divisiones da origen al peritecio. Según el taxón el número de células varía. La célula III se encuentra bajo el septo primario y es posible que sufra divisiones secundarias (Fig. 1) (Santamaria 2001, Haelewaters 2018).

4.2.2. Peritecio

El peritecio se desarrolla a partir del receptáculo, presenta un vientre, cuello y ostíolo (Fig. 1) (Santamaria 1989). Generalmente lo conforman las células basales (m, n, n'), pedicelares (VI y VII), dos capas de células donde la más externa son cuatro

hileras de células (Santamaria 1998, 2001). El peritecio contiene ascos, prototunicados con cuatro ascósporas y en la base se encuentra el ascogonio (Santamaria 2001).

Según el género la cantidad de peritecios por talo varía desde uno a muchos (Santamaria 2001). El ápice del peritecio puede presentar protuberancias o lóbulos que al estar en contacto con un insecto o material duro permite la expulsión de las ascósporas (Thaxter 1924, Santamaria 2001).

4.2.3. Apéndices

Los apéndices son filamentosos y la única estructura con un aspecto de hifa (Fig. 1). Están formados por el apéndice primario con 1-2 células o se ramifica y desarrolla un gran tamaño, se origina de la célula superior de la ascospora, los apéndices secundarios se originan de la célula inferior de la ascospora. (Santamaria 2001).

4.2.4. Anteridios

Los anteridios son los gametangios masculinos que producen aplanogametos (espermacios), tienen forma de botella con un vientre y cuello, se pueden encontrar sobre el receptáculo o los apéndices, ya sea solitarios, en racimos o fascículos, o formando cadenas y terminales, son de uno a muchos (Fig. 1). Los anteridios son caducos es posible que por esta razón no son observados en algunos géneros (Santamaria 1989, 2001).

4.2.5. Ascósporas

Las ascósporas son bicelulares, se expulsan en pares y presenta mucílago. Consta de dos segmentos uno más pequeño que el otro, su periodo de germinación y maduración varia de 10 a 20 días. Las esporas son de corta duración y pueden estar solo una o dos semanas lejos de sus hospedantes (Lindroth 1948, De Kesel 1995 citados en: Weir & Hammond 1997).

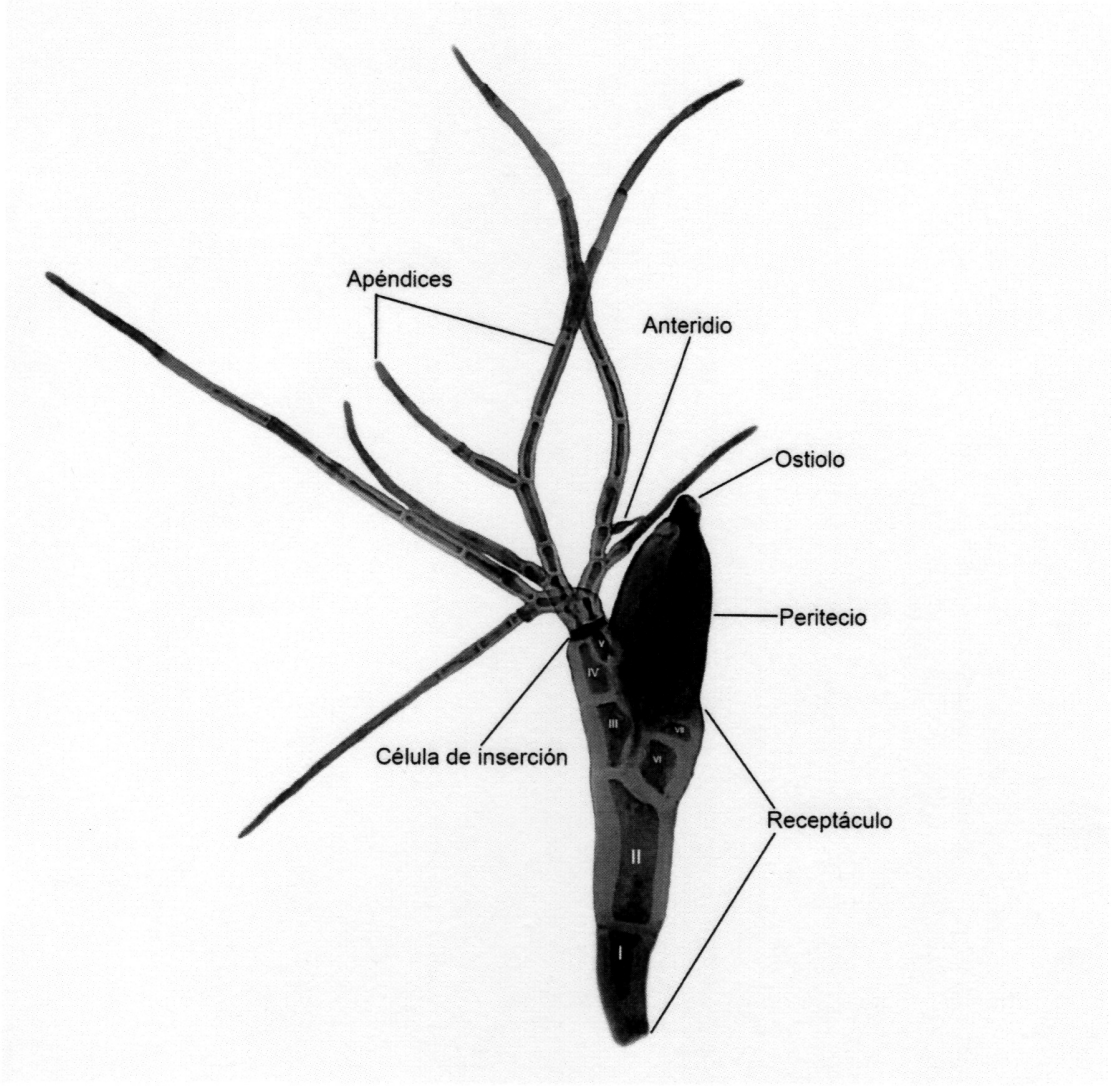

Fig. 1. Talo de una especie de *Laboulbenia* (Laboulbeniales).

4.3. Ciclo de vida

Se conoce que los Laboulbeniales se reproducen por medio de las ascóporas y que son hongos que carecen de micelio (Huldén 1983). El ciclo de vida comienza con la germinación de las ascósporas sobre el exoesqueleto del insecto; luego se da el proceso de mitosis de forma continúa desarrollándose un talo de pocas células que posteriormente origina el peritecio donde se producen las ascosporas (Cocucci & Hunziker 1994).

Se estima que el tiempo que demora todo el ciclo, varia en la mayoría de las especies, la cual se puede dar entre 10 a 21 días Peyritsch 1875, Baumgartner 1934, Lindroth 1948 citados en: Huldén 1983), aunque se presentan datos de *Rhachomyces aphaenopsis* que necesita al menos seis meses para su completa maduración (Boyer-Lefevre 1966 citado en: Huldén 1983). Todo el ciclo de vida de estos hongos ocurre sobre sus hospedantes vivos, hecho que explica que deban vivir de forma obligada, muriendo cuando muere el hospedante (Santamaria 2001).

4.4. Infestación del hospedante

Según Huldén (1983) los hospedantes deben presentar una serie de características fundamentales para que sean parasitados por Laboulbeniales, tales como invernar en estado adulto, coincidir en el tiempo con las siguientes generaciones, y copular entre sí hospedantes de distintas generaciones. Además, el autor menciona otras características que pueden variar como las poblaciones grandes, densas y estables, vivir en un ambiente húmedo, el aislamiento entre las poblaciones debe ser bajo y de regiones cálidas.

Otras de las características que se deben tomar en cuenta es el grosor del exoesqueleto del hospedante, ya que juega un papel importante para que sea infestado. Coleópteros de la familia Curculionidae, por ejemplo, tienen un exoesqueleto muy grueso el cual el hongo no puede penetrar, por ello, estos insectos no son parasitados. Por esta razón, algunas especies de Laboulbeniales parasitan las partes más delgadas del cuerpo del hospedante (Majewski 2001 citado en: Santamaria 2001).

Es esencial la presencia de un hospedante adecuado, las ascosporas son de corta duración y adhesivas, no se pueden propagar por el aire a largas distancias, por ello se propagan durante las actividades que realizan los hospedantes (Huldén 1983).

Los Laboulbeniales presentan tres formas de infestar a sus hospedantes: **Transmisión directa**, es el resultado del contacto directo entre dos hospedantes, al aparearse, durante las batallas y altas densidades de población, la segunda forma es la **auto transmisión directa**, que es causada por el aseo del hospedante,

mientras se limpia el élitro las ascósporas se mueven de una parte del cuerpo a otra (Haelewaters 2011) y la tercera es la **transmisión indirecta**, que ocurre por contacto con el suelo o el entorno en que se desarrolla el hospedante (Kaur & Mukerji 1994, De Kesel 1995 citados en: Santamaria 2001).

En algunas especies de Laboulbeniales las esporas se mantienen viables en suelos húmedos (Lindroth 1948, De Kesel 1995 citados en: Santamaria 2001), de 2-8 semanas fuera del hospedante, eso va a depender de las especies, los insectos más suceptibles se infestan al andar por estas superficies (Santamaria 2001).

4.5. Especificidad del hospedero

Los Laboulbeniales son muy específicos al parasitar al hospedante, una gran cantidad de especies se encuentran parasitando una o pocas especies de hospedantes, mientras que una menor cantidad de especies de hongos parasita muchos hospedantes (Huldén 1983). Las especies de Laboulbeniales pueden ser desde unívoras, con una especie de hospedante, oligovora con hospedantes del mismo género o plurívoras con hospedantes de filogenia diferente, por ejemplo, las familias Carabidae y Staphylinidae pueden ser parasitadas por la misma especie de hongo (Haelewaters 2018).

Según Huldén (1983) los Laboulbeniales presentan un hospedante principal y hospedantes accidentales. El hospedante accidental generalmente es del mismo género que el hospedante principal y en algunas ocasiones pueden ser especies de diferentes categorías taxonómicas. La presencia de hospedantes accidentales puede deberse a que comparten el mismo microhábitat que el hospedante principal, y es posible que esta circunstancia de transmisión permitió la evolución de nuevos taxones (Benjamin 1967, 1968b citados en: Huldén 1983). Por lo tanto, el hábitat del hospedante es una pieza fundamental en la especialización y especiación de los Laboulbeniales (De Kesel & Haelewaters 2014).

4.6. Distribución

Los Laboulbeniales son cosmopolita, se encuentran distribuidos en todos los continentes, a continuación se mencionan países donde se han reportado los Laboulbeniales: Alemania, África, Argelia, Argentina, Australia, Bélgica, Belice, Brasil, Bulgaria, Canarias, Colombia, Corea, Costa Rica, Cuba, China, Dinamarca, Ecuador, España, Estados Unidos, Finlandia, Francia, Guatemala, Guyana, Haití, Holanda, Honduras, Hong Kong, Hungría, India, Irán, Irlanda, Isla de Granada, Israel, Italia, Jamaica, Japón, Liberia, Madagascar, Malasia, México, Mongolia, Noruega, Nueva Guinea, Nueva Zelanda, Panamá, Perú, Polonia, Rumania, Reino Unido, Sierra Leona, Srilanka, Sudáfrica, Suecia, Suiza, Taiwán, Trinidad, Túnez, Turquía, Turquestán, Unión Soviética, Uruguay, Venezuela y Yugoslavia (Thaxter 1895, 1908, 1931, Santamaria 1989, Santamaria *et al.* 1991, Santamaria 1996, Villarreal *et al.* 2010, Barragán *et al.* 2013, De Kesel 2005, Rossi & Weir 1997, Bernardi *et al.* 2014, Haelewaters *et al.* 2017).

4.7. Estudios realizados en Panamá

En Panamá se han realizado varios estudios sobre Laboulbeniales, podemos mencionar el estudio de Valdés & Villarreal (2005) en el Parque Internacional la Amistad (PILA), posteriormente Villarreal *et al.* (2010) describen una nueva especie *Laboulbenia tortilis* J.A. Bernal & R. Kirschner y siete nuevos registros para Panamá producto del primer trabajo mencionado. Luego Castillo & Espinosa (2013) trabajan en la Finca Los Mameyes, Potrerillos Arriba y Haelewaters *et al.* (2017) realizan colectas en diferentes sitios de la provincia y el país, publican 27 nuevos registros para Panamá. Posteriormente, Walker *et al.* (2018) registran una nueva especie para Panamá y Haelewaters & Pfister (2019) publican una nueva especie y registran dos formas de *Gloendromyces pageanus* y una forma de *G. streblae*.

5. Carabidae

La familia Carabidae pertenece al suborden Adephaga del orden Coleoptera, está representada en el mundo por 40 000 especies, 2 000 géneros, 90 tribus y 40 subfamilias (Arenas-Clavijo & Posso-Gómez 2017), aproximadamente 8 000 especies se encuentran en la región neotropical (Erwin 2003 citado en: Martínez & Ball 2003). Se conoce a los carábidos como escarabajos de suelo (Lorenz 2005 citado en: Erwin *et al.* 2015).

5.1. Morfología

Los carábidos presentan una coloración variable (negro, amarillo, marrón, métalico o manchado), un tamaño de 1-70 mm, algunos miden hasta 20 cm, un cuerpo plano o convexo y patas largas (Reichardt 1977 citado en: Martínez 2005). Generalmente la **cabeza** es **prognata** y en proporciones similares al pronoto o más estrecha, su forma puede ser cuadrada, redondeada o globosa. Los **ojos** son de diferentes tamaños, los depredadores diurnos presentan hipertrofia. Las **antenas** son variables, filiformes con 11 artejos (Machado 1992). Las **mandíbulas** son fuertes, están debajo del labro y de la maxila, y son utilizadas para la caza y para manipular alimentos (Martínez 2005).

El **pronoto** es variable, esta formado por el protórax, hipómeros y los discos del pronoto. Los **élitros** son una de las estructuras principales para la identificación de los carábidos, recubren las alas posteriores y el abdomen (Martínez 2005). En el extremo del abdomen tienen glándulas con sustancias nocivas utilizadas como defensa durante el ataque de los depredadores (Stork 2005 citado en: Valdés & Villarreal 2005).

Las **patas** se dividen en trocánter, fémur, tibia, tarsos (T1-T5) y uñas. El trocánter posterior es grande y la tibia anterior presenta el limpiador de antena en la mayoría de las especies, estos caracteres son distintivos de los carábidos. Además, las espinas, sedas u otras estructuras son relevantes para la identificación de carábidos en cualquier nivel taxonómico (Martínez 2005).

La **genitalia masculina** presenta el edeago constituido por lóbulo medio, lámina y parámeros. Para la identificación de especies se toman en cuenta la forma y tamaño del edeago. **La genitalia femenina** está compuesta por el ovopositor con el valvífero, y el estilómero 1 y 2. La forma y el tamaño del ovopositor es el caracter taxonómico más importante (Martínez 2005).

5.2. Ciclo de vida

Los carábidos presentan metamorfosis completa, con estadios de huevo, larva, pupa e imago (adulto), el ciclo demora menos de un año, la mayoría de las especies viven por un año (solo realizan un ciclo), mientras que otras sobreviven hasta cuatro (Lovei & Sunderland 1996 citado en: Riley 2010). Los huevos son depositados en el suelo (Thieley 1977, Luff 1987 citados en: Paleólogos 2012), para la maduración ciertas especies colocan los huevos en capullos (Brandmayr & Zetto-Brandmayr 1979 citado en: Paleólogos 2012). Las larvas son terrestres y de vida corta (Machado 1992) presentan tres estadios larvales (Martínez 2005). En sitios con clima frío el crecimiento de la larva es lento (Refseth 1984 citado en: Espíndola 2004). Las pupas son frágiles esclerotizadas, blaquecinas con setas dorsales. Finalmente se convierten en adultos, se reproducen y mueren (Paleólogos 2012).

5.3. Hábitat

Los carábidos son abundantes en los ecosistemas húmedos, en menor proporción en los ambientes templados áridos (Erwin 1985 citado en: Roig-Juñent & Domínguez 2001). Pueden encontrarse en la hojarasca, a orillas de los ríos o estanques, troncos en descomposición, bajo la corteza, pasto, frutos caídos y sobre la corteza de árboles (Moron & Terron 1988 citado en: Espíndola 2004).

Según Arenas-Clavijo & Posso-Gómez (2017) la familia Carabidae vive en diferentes microhábitats como la hojarasca y el dosel del bosque, costas marinas, riberas de ríos, zonas cultivadas y ganaderas, en cuevas o bajo rocas, entre otros.

5.4. Alimentación

Los carábidos son depredadores nocturnos y rápidos en su estado adulto, en general se alimentan de artrópodos o huevos de insectos, aunque presentan otros tipos de alimentación (Martínez 2005).

Existen carábidos depredadores especialistas que consumen especies del orden Collembola, larvas de Lepidoptera, áfidos, los estados inmaduros de hormigas y termitas (Swan 1964 citado en: Espíndola 2004). Algunas especies suelen consumir semillas o alimentos vegetales (Araúz 2013).

5.5. Importancia ecológica

Los carábidos son controladores de plagas, algunas especies consumen semillas y otras pueden ser polifagias (Nisensohn *et al.* 1999, Arndt & Kirmse 2002, Sunderland 2002, Yábar *et al.* 2006, Lundgren 2009, White *et al.* 2012 citados en: Arenas-Clavijo & Posso-Gómez 2017). Por otro lado, los carábidos son componentes esenciales en los ecosistemas porque realizan diversos roles en la dinámica del suelo como la degradación de materia orgánica, aireación e infiltración del agua (Kajak 1997, Pearce & Venier 2006 citados en: Paleólogos 2012).

Las especies de carábidos son conocidos por su uso como bioindicadores adecuados, en su mayoría son usados de forma continua para verificar la alteración en un hábitat (Rainio & Niemelä 2003). Además, Camero (2003) menciona que los carábidos pueden mostrar el grado de conservación de los suelos, por esta razón su gran importancia dentro de los coleópteros.

5.6. Interacción con hongos

Coleptera presenta la mayor cantidad de especies hospedantes de Laboulbeniales. Dentro de este orden, Carabidae es una de las familias más infestadas con un 28.4 % de especies (Santamaria 2001). La diversidad de Laboulbeniales en la familia Carabidae puede estar relacionada al comportamiento y la preferencia de hábitat de los hospedantes (Haelewaters 2011).

5.7. Distribución

En todos los continentes se pueden encontrar especies de la familia Carabidae, menos en la Antártida (Stork 2005 citado en: Valdés & Villarreal 2005). Las especies de carábidos ocupan todos los ecosistemas terrestres y se consideran las más numerosas y abundantes de los insectos del mundo (Erwin 1981, 1985, Dillon & Dillon 1972 citados en: Camero 2003).

La familia Carabidae presenta 40 000 especies, siendo uno de los grupos de Coleoptera más diverso del mundo, de los cuales 8 000 especies se encuentran en la región neotropical (Erwin 1991, 2003 citado en: Martínez & Ball 2003).

5.8. Estudios realizados en Panamá

En Panamá se conocen algunas investigaciones entre las que podemos mencionar Liebherr & Godwin (2004) quienes publicaron una especie *Platynus herculeanus* encontrada en Cerro Punta, Chiriquí. Erwin (2004) describe cuatro nuevos géneros y seis nuevas especies de la familia Carabidae para Costa Rica y Panamá. En el estudio de Valdés & Villarreal (2005) se encontraron siete géneros de carábidos, con seis morfoespecies, recolectados en la localidad de Cerro Punta. Hovorka (2008) publicó una nueva especie *Eurycoleus panamensis* recolectada en Colón, Panamá. Por otro lado, en el estudio de Castillo & Espinosa (2013) se encontraron ocho géneros de carábidos en la localidad de Potrerillos Arriba, distrito de Dolega.

6. Staphylinidae

En el orden coleoptera se encuentra la familia Staphylinidae que corresponde al suborden polyphaga (Frank & Thomas 2016). Es una familia muy grande de escarabajos que contiene más de 63 657 especies conocidas en el mundo. Actualmente son un grupo megadiverso con 32 subfamilias y 167 tribus (Betz *et al.* 2018). Los estafilínidos son conocidos como escarabajos errantes (Klimaszewski *et al.* 1996).

6.1. Morfología

Los estafilínidos presentan un cuerpo alargado pocos son ovoide, sus colores varían de tonos claros a oscuros, algunos son metálicos, miden entre 1 y 35 mm. Las **antenas** son principalmente de 11 artejos y varia su posición. Algunas especies presentan la inserción de la antena cercana a los bordes anteriores de los ojos y otras sobre el margen anterior de la frente o entre los ojos (Navarrete-Heredia *et al.* 2002).

La **cabeza** es prognata o hipognata, pueden tener cuello o no. Los ojos son compuestos, reducidos o ausentes, en ocasiones prominentes. Las mandíbulas son falciformes, el labro es libre, el palpo presenta cuatro artejos y los palpos labiales tres. El **pronoto** generalmente es de mayor tamaño que la cabeza, el escutelo es visible de forma triangular (Navarrete-Heredia *et al.* 2002).

Los **élitros** son truncados y cortos. El **abdomen** es muy flexible constituido por 10 segmentos en estado embrionario y de seis a siete en forma adulta. Las **patas** son largas con coxas de distintas formas y tamaños, y presentan uñas simples (Navarrete-Heredia *et al.* 2002).

El dimorfismo sexual suele ser sútil o ausente en estafilínidos, restringido externamente a los genitales internos (Newton 1990). Los machos presentan solo los protarsos expandidos, tienen más desarrollada la cabeza y las mandíbulas, además poseen esternitos abdominales con un mechón de sedas en un esclerito. Las hembras, presentan el proctiger que es el terguito del segmento abdominal. El

ovopositor generalmente no se observa externamente, es corto y sin perforaciones (Navarrete-Heredia *et al.* 2002).

6.2. Ciclo de vida

Los estudios sobre el ciclo de vida de los estafilinidos son escasos. Según Newton (1990) los adultos copulan en las áreas en donde usualmente habitan y este proceso es relativamente corto. En pocos días se da la incubación y el desarrollo de la larva (Newton 1990). Pueden presentar tres estados larvarios y en el último una fase prepupal (Frank 1991 citado en: Navarrete Heredia *et al.* 2002). Las larvas pueden seguir a una etapa de pupa (una a varias semanas) y cambiar en adultos; o las larvas pueden mantenerse inactivas e invernar hasta la siguiente temporada que se transforman en adulto. Los adultos son longevos y en esta etapa se presenta la hibernación (Newton 1990). Comúnmente se da una generación por año, pero hay varias especies que pueden tener dos o más generaciones por año (Navarrete-Heredia *et al.* 2002).

6.3. Hábitat

Los hábitats que ocupan los estafilínidos son muy diversos, principalmente aquellos que son muy húmedos (Navarrete-Heredia *et al.* 2002), como hojarasca, suelos forestales y pastizales, frutos descompuestos, musgos, palmas, debajo de árboles caídos y en descomposición, a orillas de arroyos, charcas, ciénagas, pantanos, materia vegetal, a la deriva en bancos de ríos y lagos, estiércol, carroña y nidos de animales vertebrados. Muchas de estas especies están solo en las playas, o están especializados para vivir en nidos o detritos de insectos sociales (hormigas y termitas). Además, algunos viven en madrigueras subterráneas de animales vertebrados, en cuevas, y cavidades pequeñas del suelo (Frank & Thomas 2016).

6.4. Alimentación

A nivel de subfamilia presenta gran variedad de hábitos alimenticios, mayormente son depredadores consumiendo pequeños insectos, larvas y huevos. Además, se alimentan de arácnidos, lombrices, nemátodos, colémbolos, ácaros e incluyendo otras especies de Staphylinidae. Algunos son saprófagos utilizando materia orgánica en descomposición de diferentes orígenes, otras especies son parasitoides, fitófagos, o se alimentan de algas, frutas, flores, néctar y polen. También existen especies micófagas que se alimentan de hongos, ya sea de esporas y tejidos hifales (Navarrete-Heredia *et al.* 2002, Thayer 2005).

6.5. Importancia ecológica

Los estafilinídos son depredadores, parásitos y parasitoides pueden ser utilizados para controlar algunas especies que se consideran plagas (Navarrete-Heredia *et al.* 2002). También se han encontrado algunas especies en granos almacenados, pero no se han descrito como especies plagas o de importancia económica (Hinton 1945 citado en: Navarrete-Heredia *et al.* 2002). Pero presentan importancia médica, debido a las especies de *Paederus* que provocan dermatitis en países de América, incluyendo Panamá (Frank & Kanamitsu 1987 citado en: Navarrete-Heredia *et al.* 2002).

Se considera a la familia Staphylinidae como bioindicadora por sus diversas características de especialización ecológica, son capaces de brindar información en diferentes estudios bioindicativos. Además, pueden ser más eficaces y sensibles que los carábidos, pero los estudios se ven restringidos por lo complicado de su identificación (Bohac 1999).

6.6. Interacción con Hongos

Los estafilínidos son la segunda familia con mayor índice de infestación por Laboulbeniales, siendo 25.3 % (Santamaria 2001). Esta familia está parasitada por 49 géneros de Laboulbeniales (Tavares 1979 citado en: Haelewaters 2012).

6.7. Distribución

La familia Staphylinidae se distribuye en América, África, Asia, Europa y Oceanía e islas principales, excepto en la Antártida, así como en varias islas del Pacífico y subantárticas (Thayer 2005). Se reconocen actualmente 32 subfamilias (Betz *et al.* 2018), de las cuales 11 tienen distribución natural en todo el mundo. Los estafilínidos son más diversos en las áreas tropicales que en las templadas (Aleocharinae, Apateticinae, Euaesthetinae, Megalopsidiinae, Osoriinae, Paederinae, Piestinae, Scaphidiinae, Staphylininae y probable Pselaphinae), además, Staphylinidae presenta una subfamilia únicamente del trópico (Protopselaphinae) (Thayer 2005).

6.8. Estudios realizados en Panamá

Panamá no cuenta con un registro organizado de estafilínidos. De acuerdo con el estudio de Navarrete-Heredia & Newton (1996 citado en: García *et al.* 2001), Panamá cuenta con aproximadamente 600 especies de Staphylinidae. En la Isla Barro Colorado se realizó el estudio de la actividad diurna y nocturna de los estafilínidos, en el cual mencionan que en los últimos 20 años se ha prestado atención a la taxonomía de este grupo y no se realizan investigaciones de su comportamiento o ecología (Chatzimanolis *et al.* 2004). Young (2011) presentó una serie de notas cortas de observaciones sobre la depredación de estafilínidos en escarabajos del estiércol y Jałoszyński (2017) describe ocho nuevas especies de estafilínidos para Panamá: *Euconnus plaumannioloides*, *E. timstruyvei*, *E. silvafortunensis*, *E. rhombopanamensis*, *E. rhombocartianus*, *E. meteti*, *E. rhombomiramaranus* y *E. rhomboimitator*.

7. Materiales y métodos

7.1. Área de estudio

La investigación se realizó en el Parque Nacional Volcán Barú (PNVB), específicamente en el sendero Los Quetzales, ubicado en Alto Chiquero, corregimiento Los Naranjos, distrito de Boquete, provincia de Chiriquí (Fig. 2). El área se caracteriza por poseer un clima templado húmedo de altura, con precipitación anual de 2 500 mm y temperaturas promedio anuales de 20 °C. A pesar de sus reducidas dimensiones, en el área protegida se localizan bosques muy húmedos montanos, bosques húmedos montanos bajos, que no se encuentran en ninguna otra región de Panamá (ANAM 2000).

El PNVB está ubicado junto a la división continental de la cordillera Central y pertenece al cinturón de fuego, tiene suelos no arables tipo IV, V, VI, VII y VIII que se distribuyen en forma dispersa. En la región se encuentran importantes cuencas hidrográficas como la cuenca 102 (río Chiriquí Viejo), 104 (río Escarrea), 106 (río Chico) y 108 (río Caldera), siendo la cuenca 108 la más grande del parque (ANAM 2004).

En el plan de Manejo del PNVB (2004) se identificaron 151 especies de plantas, de los cuales 32 especies son monocotiledóneas y 119 dicotiledóneas. Además, 139 especies de mamíferos, 202 aves, 39 reptiles y 46 anfibios. También se registran 46 especies de plantas vasculares en la cima del volcán (Rincón *et al.* 2013) y 58 especies de helechos en los senderos de acceso (Paso Ancho-Volcán y El Salto-Boquete) a la cima (Ríos *et al.* 2016).

El sendero Los Quetzales es un camino ecológico turístico con acceso desde Cerro Punta y Boquete, atraviesa el norte del PNVB y se considera una superficie tentativa de 500 m a ambos lados (ANAM 2004).

7.2. Trabajo en campo

7.2.1. Instalación de las trampas

Se estableció un transecto de 600 m a lo largo de la orilla del sendero Los Quetzales y se procedió a colocar 30 trampas de caída, separadas por una distancia de 20 metros (Fig. 2). Cada trampa constaba de un recipiente plástico de 1 000 ml enterrados a nivel de suelo, con una mezcla de agua con jabón hasta la mitad del volumen del recipiente. Al colocar las trampas, se les colocó una hoja ancha que funcionaba como techo, para evitar que la trampa se llenará de agua y los especímenes se dañarán. Se dejaron por aproximadamente dos días en el campo. Además, se registraron las coordenadas geográficas de las trampas y se señalizaron con una cinta reflectiva para facilitar su ubicación.



Fuente: Google Earth, 2018

Fig. 2. Sitio de estudio en el sendero Los Quetzales, Parque Nacional Volcán Barú, Boquete, Chiriquí, Panamá.

7.2.2. Recolecta de las muestras

Con un colador se procedió a filtrar las muestras y con la ayuda de pinzas entomológicas se extrajeron los especímenes y se colocaron en un frasco plástico con 500 ml de alcohol al 96 %. Los frascos fueron debidamente rotulados con los datos de recolecta (sitio de muestro, recolectores y fecha) (Fig. 3). Posteriormente, las muestras fueron trasladadas al laboratorio del Museo de Peces de Agua Dulce e Invertebrados (MUPADI) en la Facultad de Ciencias Naturales y Exactas de la Universidad Autónoma de Chiriquí (UNACHI) para su separación, identificación y montaje.



Fig. 3. Trabajo de campo. (a) instalación de trampas, (b-e) recolecta de especímenes.

7.3. Trabajo de laboratorio

7.3.1. Clasificación de los insectos

De las muestras recolectadas se separaron y seleccionaron los especímenes de las familias Carabidae y Staphylinidae. Los especímenes de ambas familias fueron revisados cuidadosamente con un estereomicroscopio (Zeiss, Stemi DV4), para verificar si estaban infestados o no por hongos del orden Laboulbeniales. Luego los insectos se colocaron en viales de vidrio, con tapa de rosca, con alcohol al 96 % y

con la información correspondiente (fecha de muestreo, colectores, lugar de muestreo, coordenadas y altitud) (Fig. 4a).

7.3.2. Preparación de placas fijas

Se extrajeron los hongos de las diversas partes del cuerpo del hospedante (élitro, pronoto, trocánter, fémur, entre otros) con ayuda de una jeringuilla hipodérmica y un estereoscopio (Zeiss Stemi DV4). Luego, los hongos fueron colocados en un portaobjeto que contenía una gota de lactofenol, y se colocó un cubreobjeto. Posteriormente las placas se dejaron secar al aire libre y se sellaron con un esmalte transparente (Fig. 4b).

7.3.3. Identificación de Laboulbeniales

Para la identificación de los hongos, se observaron las placas fijas en un microscopio (Zeiss, Primo Star) y se utilizaron las monografías de Thaxter (1895, 1908, 1924, 1926 y 1931) y los trabajos de Santamaria (1989, 1991 y 2001), Villarreal *et al.* (2010) y Haelewaters *et al.* (2017). Para la identificación de los hongos se consideraron diferentes características como el color del talo, la posición de las células del receptáculo, grosor de la célula de inserción, la forma de los apéndices, la presencia de anteridios, la disposición del peritecio y el tamaño en micras. Se elaboraron descripciones para las muestras que no se lograron identificar hasta el nivel taxonómico de especie. Las identificaciones de los hongos fueron corroboradas por la Profesora Rosa Villarreal. Todas las especies fueron fotografiadas con la cámara de un celular Samsung J5 y se mejoraron las imágenes con Adobe Photoshop CS6.v13.0. Los especímenes de hongos fueron depositados en la colección de referencia del Herbario UCH de la UNACHI (Fig. 4c).

7.3.4. Identificación de insectos

Para la identificación de los carábidos se utilizó la clave taxonómica de Martínez (2005) y para los estafilínidos la de Navarrete-Heredia *et al.* (2002). Se observaron las características de las diferentes partes de los escarabajos como la forma e inserción de las antenas, la presencia de los puntos setíferos, la forma del pronoto, los ápices, el tamaño de los élitros, las estrías, forma de las metacoxas, los segmentos abdominales, la forma de los tarsos, los tipos de uñas, la coloración y

su longitud (Fig. 4d). Se identificaron y describieron hasta el nivel taxonómico de género, luego se fotografiaron con la ayuda de un esteroscopio (Leyca modelo EZ4) y una cámara (Canon modelo EOS Rebel T3i), y además se mejoraron las imágenes con Adobe Photoshop CS6.v13.0. Las identificaciones fueron corroboradas por el Dr. Juan A. Bernal Vega°†.

7.3.5. Montaje de especímenes

Para el montaje de los carábidos y estafilínidos infestados y no infestados, se utilizaron dos técnicas: 1) el montaje directo que consistió en utilizar alfileres entomológicos (tamaño 0 y 1), que se colocaron directamente sobre el tórax del insecto, y 2) el montaje en triángulos, el insecto se une al triángulo de papel con goma, por el lado derecho a nivel del metatórax. Los especímenes fueron colocados en cajas entomológicas con sus respectivas etiquetas, y reposan en la colección de insectos del MUPADI (Fig. 4e).

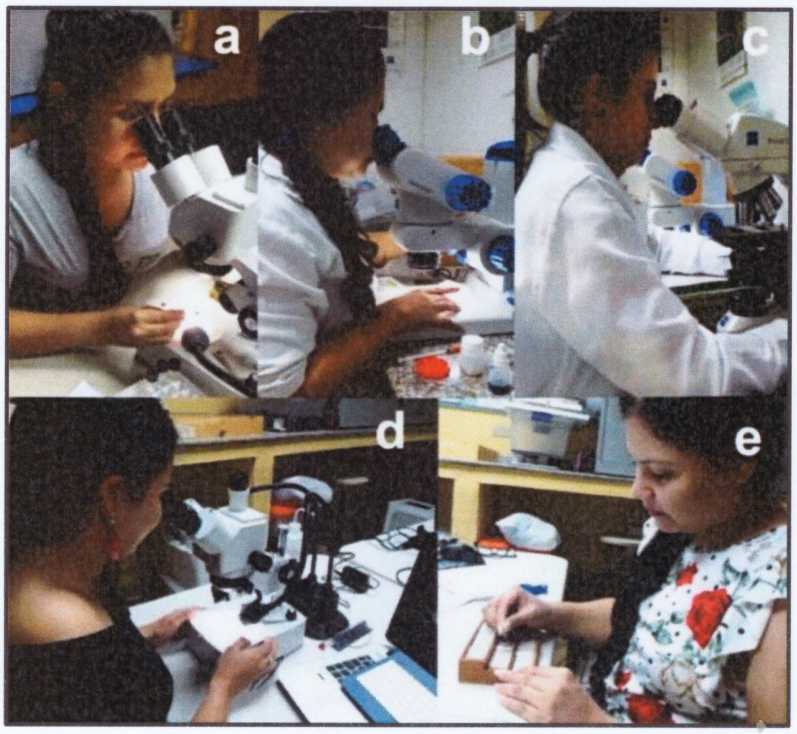

Fig. 4. Preparación de las muestras. a) separación, b) preparación de placas, c) identificación de Laboulbeniales, d) identificación de Carabidae y Staphylinidae e) montaje.

7.3.6. Análisis de los datos

Para determinar la abundancia por época (lluviosa y seca) de los Laboulbeniales, carábidos y estafilínidos se empleó el programa de Excel que permitió graficar cada mes de muestreo y para calcular la diversidad se utilizó el índice de Shannon-Weaver utilizando el programa de Past 4.02 (Hammer *et al.* 2001). Además, para determinar la posición del insecto con mayor infestación por Laboulbeniales se anotó la parte del cuerpo donde se encontraba el hongo, y posteriormente se dividió en cuatro secciones el cuerpo de los carábidos y estafilínidos (cabeza, tórax, abdomen y patas). Se aplicó la prueba de Chi cuadrado de Bondad de Ajuste con el programa de Statistica 6.0 (StatSoft Inc. 1998).

8. Resultados y discusión

8.1. Laboulbeniales en carábidos

Se identificaron 720 talos del orden Laboulbeniales sobre los carábidos que corresponden a 16 especies: *Laboulbenia decipiens, L. flagellata, L. perplexa, L. pseudomasci, L. pterostichi, L.* cf. *punctata, L. rigida, L. scelophila, L. subpunctata, Laboulbenia* sp. 1, *Laboulbenia* sp. 2, *Laboulbenia* sp. 3, *Laboulbenia* sp. 4, *Laboulbenia* sp. 5, *Rhachomyces dolicaontis* y *Rhachomyces* sp. 1. A continuación, se presenta la información de cada especie:

***Laboulbenia decipiens* Thaxt.**, *Proc. Amer. Acad. Arts & Sci.* **30**: 473 (1895) (Fig. 5 parte 1)

Laboulbeniaceae, Laboulbeniales, Ascomycota, Fungi.

Distribución conocida

L. decipiens fue registrada en Brasil, Colombia, Ecuador, Guatemala, Guyana, Haití, México y Panamá, en las especies de *Galerita aequinoctialis* Chaud., *G. melanaria* Erichs, *G. nigra* Chev., *G. porcata* Kl., *G. striata* Klg., *G. unicolor* Dej. y *G.* sp. (Coleoptera: Carabidae: Galeritini) (Thaxter 1895, Villarreal *et al.* 2010, Barragán *et al.* 2013).

Material examinado

Se encontró en *Galerita* sp. (Coleoptera: Carabidae: Galeritini) y se registran como nuevos hospedantes *Goniocellus* sp. (Coleoptera: Carabidae: Harpalini) y *Platynus* sp. 1 (Coleoptera: Carabidae: Platynini) recolectados en el sendero Los Quetzales en el PNVB (Chiriquí), el 28 de agosto, 25 de septiembre, 30 de octubre y 23 de diciembre de 2016; el 25 de febrero, 26 de marzo y 9 de mayo de 2017; de 1 853 a 1 890 m s.n.m., por L. Gaitán y K. Gutiérrez.

Las partes del cuerpo del carábido donde se presentó *L. decipiens* fueron: abdomen, élitro, epipleura, escutelo, fémur, mesocoxa, metacoxa, metaesternón, pigidio, procoxa, pronoto, tarso, tibia y trocánter.

Discusión

L. decipiens se caracteriza por la posición de la célula III elongada que se extiende hasta la célula de inserción ennegrecida y por la particularidad de la torsión de las células de la pared del peritecio. Según Thaxter (1895) *L. decipiens* es notable por su gran parentesco a *L. galeritae* Thaxt., pero se distingue porque no presenta las características mencionadas anteriormente y además tiene los anteridios hialinos a diferencia de *L. galeritae* donde son de color marrón. En el estudio realizado por Villarreal *et al.* (2010) los apéndices de *L. decipiens* presentan 10 ramas filiformes con septos negros constreñidos, las dos células centrales marrones y las distales hialinas. Por lo tanto, la descripción de *L. decipiens* realizadas por Thaxter (1895), Villarreal *et al.* (2010), Castillo & Espinosa (2013) coinciden con las características de los especímenes encontrados en el presente estudio. Sin embargo, algunos talos presentan una variación morfológica de puntos en la célula VI. Cabe señalar que se encontró esta especie junto con *L. flagellata*, *L. perplexa*, *L.* cf. *punctata*, *L. pseudomasci*, *L. subpunctata*, *L. scelophila*, *Laboulbenia* sp. 1 y *Laboulbenia* sp. 2.

***Laboulbenia flagellata* Peyr.**, *Sber. Akad. Wiss. Wien*, Math. naturw. Kl., Abt.1 **68**: 247 (1873) (Fig. 5 parte 2)

Laboulbeniaceae, Laboulbeniales, Ascomycota, Fungi.

Distribución conocida

L. flagellata fue registrada en Alemania, Argelia, Argentina, Australia, Bélgica, Belice, Brasil, Bulgaria, Canarias, Colombia, Corea, Costa Rica, Cuba, China, España, Estados Unidos, Finlandia, Francia, Guatemala, Holanda, Honduras, Hong Kong, India, Irán, Irlanda, Israel, Italia, Japón, Liberia, Madagascar, Malasia, México, Noruega, Nueva Guinea, Nueva Zelanda, Panamá, Perú, Polonia, Rumania, Reino Unido, Sierra Leona, Srilanka, Sudáfrica, Suiza, Taiwán, Turquía, Túnez, Unión Soviética, Uruguay y en Yugoslavia, en diversos géneros como: *Platyderus*, *Anchus*, *Ceuthosphodrus*, *Actenipus*, *Agonua*, *Anchonemus debilis* Woll., *A. deplanatus* White., *A. faradayi* Bates., *A. validus* Laferté, *Platynus assimilis* Paykull., *P. dorsalis*

Mull., *P. obscurus* Chaudoir., *P. ruficornis* Goeze., (Coleoptera: Carabidae: Platynini) *Acupalcus*, *Anadaptus*, *Anisodactylus*, *Anisotarsus*, *Bradycellus*, *Chydaes*, *Dichaetochilus*, *Ectinothorax*, *Egadroma*, *Gnathaphanus*, *Harpalus affinis* Schrank, *H. atratus* Latrellie, *H. attenuatus* Stephens, *H. calceatus* Dufts., *H. griseus* Panzer., *H. rufipes* De Geer., *H. tardus* Panzer., *Notiobia luroides* Bates., *Paraphonus maculicornis* Duftschmid, *Polpochila*, *Pseudohyparpalus*, *Scybalicus*, *Trichotichnus laevicollis* Duftschmid (Coleoptera: Carabidae: Harpalidae) *Coptodera championi* Bates., *Coptoderina*, *Neocoptodera*, *Nycteoschema* (Coleoptera: Carabidae: Lebiinae) *Catascopus* (Coleoptera: Carabidae: Pericalidae) *Abacetus*, *Agonocolpodes*, *Amara, Argutor angularis* Br., *Argutor interstinctus* Sturm., *Haptoderus*, *Laemostenus*, *Loxandrus*, *Loxocrepis*, *Ogmopleura*, *Platyderus*, *Poecilus*, *Pterostrichus*, *Sphodrus*, *Stomis* (Coleoptera: Carabidae: Pterostichidae) *Pheropsophus* (Coleoptera: Carabidae: Brachinidae) (Thaxter 1908, Santamaria *et al.* 1991, De Kesel 2005, Villarreal *et al.* 2010).

Material examinado

Se encontró en *Platynus* sp. 1, *Platynus* sp. 3 y *Platynus* sp. 4 (Coleoptera: Carabidae: Platynini) recolectadas en el sendero Los Quetzales en el PNVB (Chiriquí), 28 de agosto y 23 de diciembre 2016; 25 de febrero, 26 de marzo y 9 de mayo 2017; de 1 853 a 1 890 m s.n.m. por L. Gaitán y K. Gutiérrez. Las partes del cuerpo del carábido donde se presentó *L. flagellata* fueron: élitro, escutelo, mesoesternón, pronoto y trocánter.

Discusión

L. flagellata es una especie muy variable, de acuerdo con la descripción de Santamaria (1998) las características para distinguirla de otras especies es la posición de la célula V cuneiforme ubicada en el margen interno de la célula IV que se encuentra cerca del peritecio, la célula de inserción unida al peritecio, los apéndices ramificados con anteridios solitarios y apareados. Además, el peritecio presenta labios hialinos y la zona preostiolar ennegrecida. Por otro lado, Valdés & Villarreal (2005) realizaron un estudio en el Parque Internacional La Amistad y encontraron a esta especie como la más abundante. Por lo tanto, comparando los

especímenes encontrados en este estudio, coincide con las características citadas anteriormente. Cabe señalar que se encontró esta especie junto con: *L. decipiens*, *L. pseudomasci*, *R. dolicaontis*, *Laboulbenia* sp. 1 y *Laboulbenia* sp. 5.

***Laboulbenia perplexa* Thaxt.**, *Proc. Amer. Acad. Arts & Sci.* **38**(2): 49 (1902) (Fig. 5 parte 3)

Laboulbeniaceae, Laboulbeniales, Ascomycota, Fungi.

Distribución conocida

L. perplexa fue registrada en Brasil y Panamá, en las especies de *Galerita carbonaria* Mannerheim y *Galerita* sp. (Coleoptera: Carabidae: Galeritini) (Thaxter 1908, Haelewaters *et al.* 2017).

Material examinado

Se encontró en la especie *Galerita* sp. (Coleoptera: Carabidae: Galeritini) recolectada en el sendero Los Quetzales en el PNVB (Chiriquí), el 28 de agosto, 25 de septiembre, 30 de octubre y 23 de diciembre de 2016; el 23 de enero, 26 de marzo y 9 de mayo de 2017; de 1 853 a 1 890 m s.n.m., por L. Gaitán y K. Gutiérrez. Las partes del insecto donde se presentó *L. perplexa* fueron: abdomen, élitro, escutelo, fémur, mesoesternón, metaesternón, proesternón, pronoto y trocánter.

Discusión

L. perplexa se caracteriza por tener apéndices compuestos de tres ramas, Thaxter (1908) menciona que los apéndices son similares a los de *L. galeritae*, que constan de una rama externa y dos ramas internas formando las tres series de ramas verticales. Por otro lado, Haelewaters *et al.* (2017) registran por primera vez a *L. perplexa* para Panamá, siendo el segundo informe para esta especie, después de más de 100 años de haber sido descrita. *L. perplexa* presentan características como la célula II corta y pentagonal, tres ramas de apéndices y las células de la pared del peritecio ligeramente en espiral. Por lo tanto, las descripciones citadas previamente coinciden con los especímenes encontrados en este estudio, aunque algunos talos

presentan una leve variación en la disposición de los apéndices, el interno tiene una rama y el externo dos ramas. Cabe señalar que se encontró esta especie junto con *L. decipiens*, *L.* cf. *punctata* y *L. subpunctata*.

***Laboulbenia pseudomasci* Thaxt.**, *Proc. Amer. Acad. Arts & Sci.* **35**(9): 196 (1899) (Fig. 5 parte 4)

Laboulbeniaceae, Laboulbeniales, Ascomycota, Fungi.

Distribución conocida

L. pseudomasci fue registrada en Europa, América del Norte, América del Sur, Asia oriental y Panamá, en diversas especies como: *Platysma anthracinum* Illiger, *P. nigrita* Paykull, *P. oenotrium* Ravizza, *P. rhaeticum* Heer, *P. minor* Gyllenhal, *Pterostichus luctuosus* Dejean, *P. micans* Heer, *P. orientalis* Motsch. (Coleoptera: Carabidae: Pterostichini) (Rossi & Weir 1997, Santamaria 1989, Villarreal *et al.* 2010).

Material examinado

Se encontró en *Platynus* sp. 1, *Platynus* sp. 2 y *Platynus* sp. 3 (Coleoptera: Carabidae: Platynini) recolectadas en el sendero Los Quetzales en el PNVB (Chiriquí), el 28 de agosto, 23 de diciembre 2016, 25 de febrero, 26 de marzo y 9 de mayo 2017; de 1 853 a 1 890 m s.n.m., por L. Gaitán y K. Gutiérrez. Las partes del insecto donde se presentó *L. pseudomasci* fueron: aparato bucal, élitro, escutelo, fémur, mesoesternón, proesternón, pronoto y trocánter.

Discusión

Laboulbenia pseudomasci se caracteriza por la célula V que separa el peritecio de la célula de inserción. Esta especie puede confundirse con *L. pterostichi* y *L. flagellata*, pero la diferencia es que *L. pterostichi* presenta apéndices internos cortos y *L. flagellata* se caracteriza por la posición de la célula V cerca del peritecio que no separa el peritecio. Estas características antes mencionadas concuerdan

con el estudio realizado por Villarreal *et al.* (2010) en el sendero El Retoño, en el Parque Internacional La Amistad donde se registra *L. pseudomasci* por primera vez en Panamá. En este estudio *L. pseudomasci* se encontró junto con *L. decipiens*, *L. flagellata*, *L. scelophila*, *R. dolicaontis*, *Laboulbenia* sp. 1, *Laboulbenia* sp. 2 y *Laboulbenia* sp. 5.

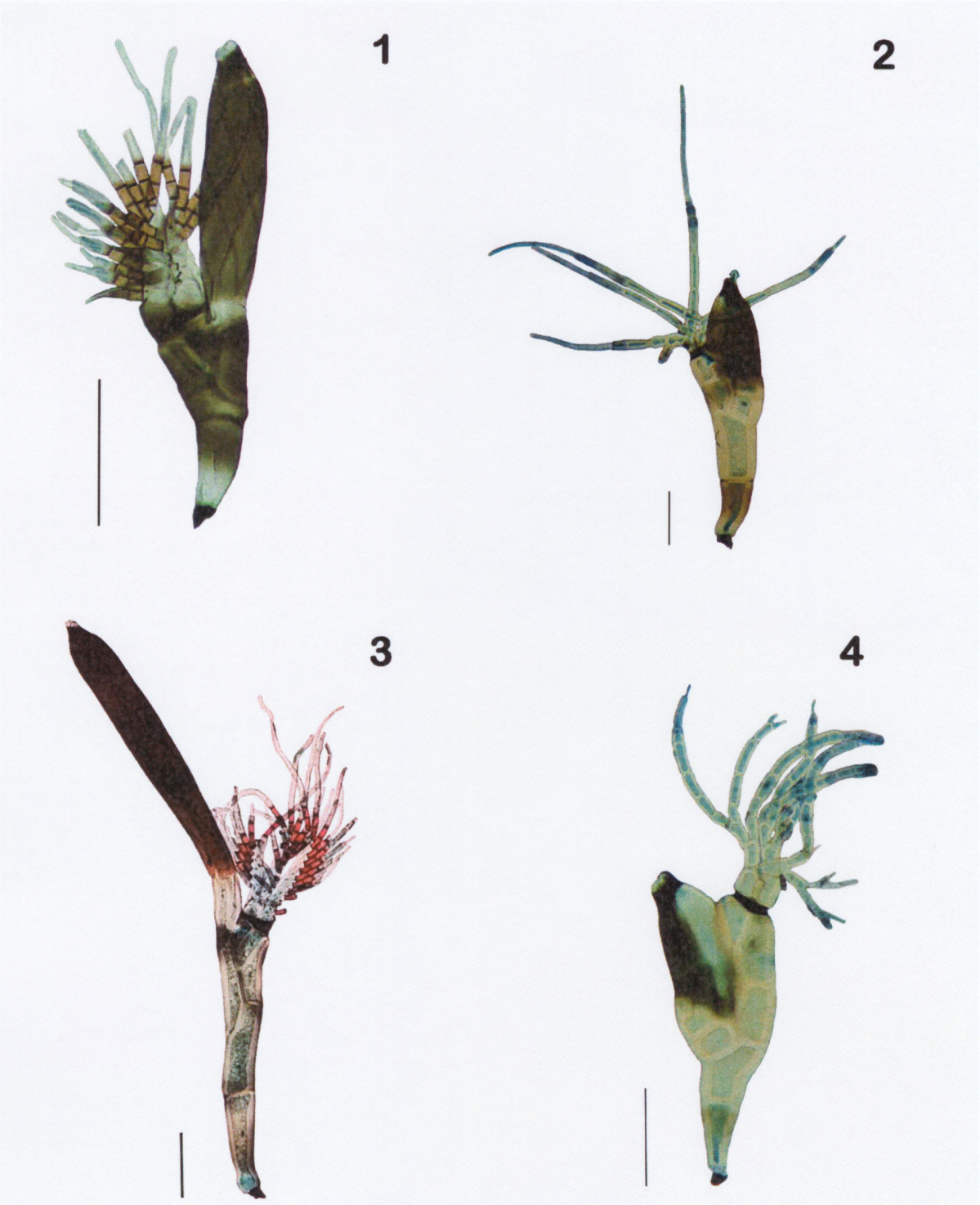

Fig. 5. Laboulbeniales en Carabidae. 1. *Laboulbenia decipiens* Thaxter (Muestra 105) (Escala 100 µm); 2. *Laboulbenia flagellata* Peyritsch (Muestra 12) (Escala 100 µm); 3. *Laboulbenia perplexa* Thaxt. (Muestra 1) (Escala 100 µm); 4. *Laboulbenia pseudomasci* Thaxt. (Muestra 398) (Escala 100 µm).

***Laboulbenia pterostichi* Thaxt.**, *Proc. Amer. Acad. Arts & Sci.* **28**: 166 (1893) (Fig. 6 parte 5)

Laboulbeniaceae, Laboulbeniales, Ascomycota, Fungi.

Distribución conocida

L. pterostichi fue registrada en Alemania, Bulgaria, Colombia, Corea, Dinamarca, Estados Unidos, Finlandia, Francia, Hungría, Isla de Granada, Italia, Japón, Mongolia, Polonia, Rumania, Suecia, Suiza, Turquestán, Unión Soviética y Uruguay, en varios géneros como: *Anisodactylus, Harpalus*, *Ophonus* (Coleoptera: Carabidae: Harpalidae) *Argutor, Euferonia, Feroniomorpha, Hypherpes, Lagarus, Monoferonia, Omaseidius, Oribazus, Platysma, Pterostichus adoxus* Say, *P. cristatus* Duf., *P. luctuosus* Dej., *P. mancus* Lec., *P. nigrita* Fab., *P. relictus* Newm. (Coleoptera: Carabidae: Pterostichidae) *Patrobus* (Coleoptera: Carabidae: Patrobidae). También se ha encontrado sobre hemípteros del género: *Physomerus* (Coleoptera: Hemiptera: Coreoidae) (Thaxter 1895, Santamaria 1989, Santamaria *et al.* 1991, Rossi & Weir 1997).

Material examinado

Se registran como nuevo hospedante la especie *Goniocellus* sp. (Coleoptera: Carabidae: Harpalini) y *Platynus* sp. 1 (Coleoptera: Carabidae: Platynini) recolectadas en el sendero Los Quetzales en el PNVB (Chiriquí), el 28 de agosto de 2016 y el 9 de mayo de 2017; de 1 853 a 1 890 m s.n.m., por L. Gaitán y K. Gutiérrez. Las partes del cuerpo del carábido donde se encontró *L. pterostichi* fueron: proesternón y pronoto.

Discusión

L. pterostichi es una especie actualmente confusa, debido a la descripción original de Thaxter (1895) en el cual afirmaba que la característica distintiva era el apéndice interno formado por una a tres ramas cortas, pero en ocasiones agrego que podrían tener una o más ramas largas estériles. El espécimen encontrado en este estudio presentó el apéndice interno muy corto, siendo está característica respaldada por Rossi & Weir (1997) en el cual se manifiesta que solamente aquellos especímenes

que poseen dicha característica deben considerarse como *L. pterostichi* y no a las que tienen un apéndice interno largo. Esta especie fue descrita por Thaxter hace más de 100 años y se registra por primera vez para Panamá. Además, cabe señalar que no se encontró junto con otras especies.

***Laboulbenia* cf. *punctata* Thaxt.**, *Proc. Amer. Acad. Arts & Sci.* **35**(9): 197 (1899) (Fig. 6 parte 6)

Laboulbeniaceae, Laboulbeniales, Ascomycota, Fungi.

Distribución

L. cf. *punctata* fue registrada en Argentina, Colombia, Panamá y Venezuela, en las especies; *Galerita moritzi* Mannerheim y *Galerita* sp. (Coleoptera: Carabidae: Galeritini) (Thaxter 1908).

Material examinado

Se encontró en *Galerita* sp. (Coleoptera: Carabidae: Galeritini) recolectada en el sendero Los Quetzales en el PNVB (Chiriquí), el 23 de diciembre 2016, de 1 853 a 1 890 m s.n.m., por L. Gaitán y K. Gutiérrez. *L.* cf. *punctata* se encontró en el ojo del carábido.

Discusión

Laboulbenia cf. *punctata* presenta puntos muy pequeños en forma de líneas paralelas sobre la pared del peritecio, las células del receptáculo III, IV, V están una a lado de la otra de color marrón, debajo de la célula de inserción. De acuerdo con la descripción de Thaxter (1908) *L. punctata* presenta un peritecio punteado, con manchas redondeadas oscuras dispersas en toda su longitud, los anteridios son alargados y rectos, sin embargo, en las muestras recolectadas no se pudo observar puntos en todo el peritecio, ni anteridios. *L.* cf. *punctata* se encontró junto con *L. decipiens* y con *L. perplexa*.

***Laboulbenia rigida* Thaxt.**, *Proc. Amer. Acad. Arts & Sci.* **30**: 475 (1895) (Fig. 6 parte 7)

Laboulbeniaceae, Laboulbeniales, Ascomycota, Fungi.

Distribución conocida

L. rigida fue registrada en Estados Unidos, Francia, Hungría, Panamá, Polonia, Suiza, Taiwán y Unión Soviética, en *Pterostichus patruelis* Dej. (Coleoptera: Carabidae: Pterostichidae) y *Platynus* sp. (Coleoptera: Carabidae: Platynini) (Thaxter 1895, Villarreal *et al.* 2010).

Material examinado

Se encontró en *Platynus* sp. 1 (Coleoptera: Carabidae: Platynini) y se registra como nuevo hospedante en el género *Notiobia* sp. (Coleoptera: Carabidae: Harpalini) recolectadas en el sendero Los Quetzales en el PNVB (Chiriquí), el 28 de agosto de 2016; el 26 de marzo y 9 de mayo de 2017; de 1 853 a 1 890 m s.n.m., por L. Gaitán y K. Gutiérrez. La posición donde se encontró *L. rigida* fueron: élitro, proesternón y pronoto.

Discusión

L. rigida se caracteriza por tener una forma erecta, Thaxter (1895) describe que su característica distinguible es su hábito rígido, además sus caracteres son diferentes a otras especies, principalmente de *L. flagellata*. Por otro lado, Valdés & Villarreal (2005) realizaron un estudio similar en el Parque Internacional La Amistad y encuentran a esta especie con el habito rigido. Posteriormente, Villarreal *et al.* (2010) registran por primera vez a *L. rigida* para Panamá y destacan que los apéndices externos e internos constan de uno a dos ramas que superan el ápice del peritecio. Al comparar el espécimen encontrado en este estudio coincide con las características citadas anteriormente. Además, cabe señalar que no se encontró a *L. rigida* junto con otras especies en el mismo insecto.

Laboulbenia scelophila* Thaxt.,** *Mem. Am. Acad. Arts Sci.12**: 329 (1902) (Fig. 6 parte 8)

Laboulbeniaceae, Laboulbeniales, Ascomycota, Fungi.

Distribución

L. scelophila fue registrada en Estados Unidos, Italia y España, en el género *Agonum* (*Agonum viridicupreum* Goeze y *Anchus* (Coleoptera: Carabidae: Pterostichinae) (Santamaria 1989).

Material examinado

Se encontró en la especie *Platynus* sp. 1 (Coleoptera: Carabidae: Platynini) recolectada en el sendero Los Quetzales en el PNVB (Chiriquí), el 28 de agosto y 30 de octubre 2016; 9 de mayo de 2017; de 1 853 a 1 890 m s.n.m., por L. Gaitán y K. Gutiérrez. *L. scelophila* se encontró en el aparato bucal, tarso, tibia y trocánter.

Discusión

L. scelophila se caracteriza por la forma oblicua de la célula VI y los apéndices que sobre pasan el ápice del peritecio. Según Santamaria (1998) *L. scelophila* se distingue fácilmente por la forma oblicua, romboidal de la célula VI, el apéndice externo bifurcado sobre la célula basal, el interno dividido sobre la célula basal en dos ramas análogas superando ligeramente el ápice del peritecio y el ápice asimétrico del peritecio. Además, este hongo se encontró infestando las patas del carábido, esta característica coincide con Thaxter (1895) que indica que solo parásita las patas del hospedante. Cabe señalar que *L. scelophila* se registra por primera vez para Panamá. Se encontró junto con *L. decipiens*, *L. pseudomasci* y *Laboulbenia* sp. 1.

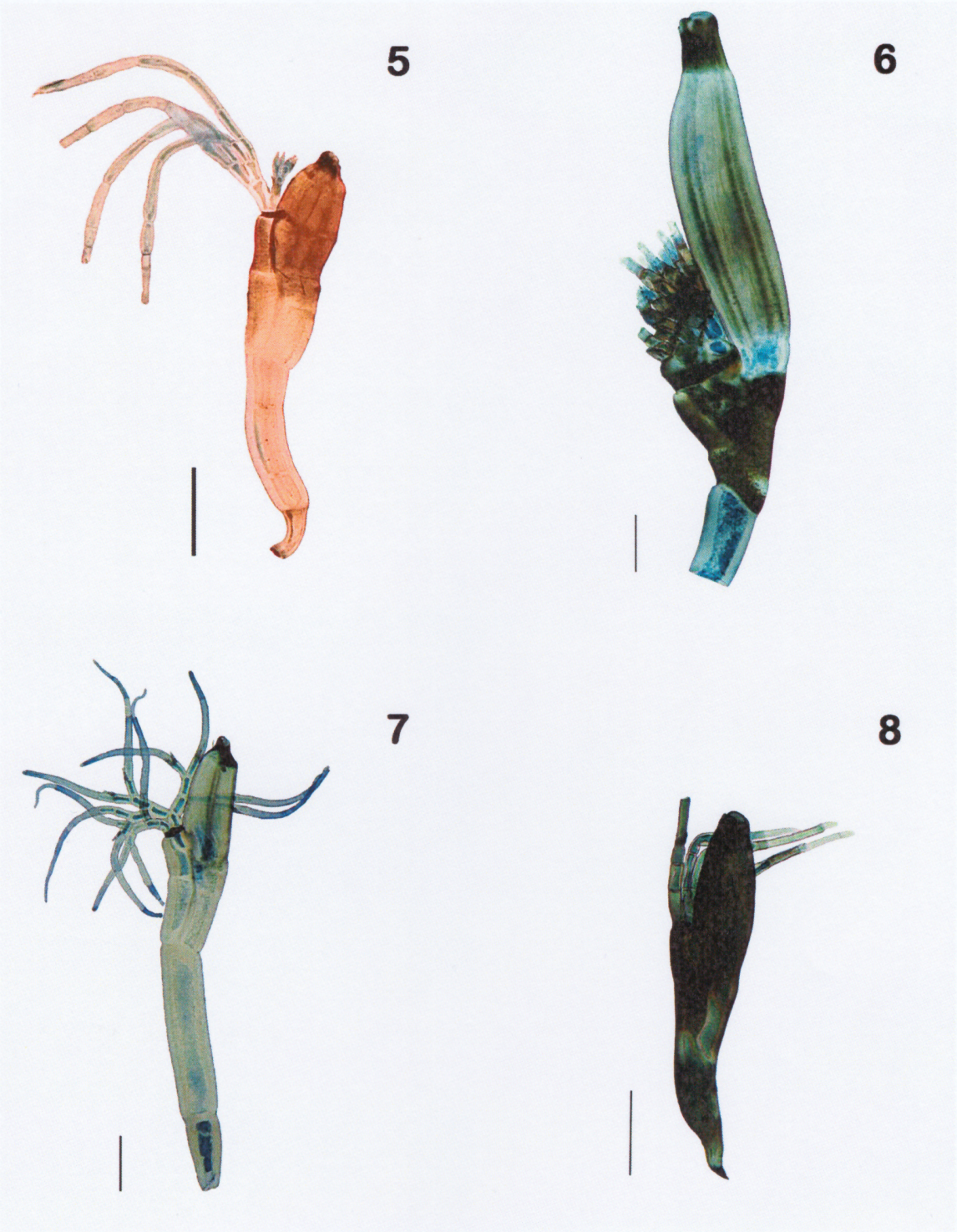

Fig. 6. Laboulbeniales en Carabidae. 5. *Laboulbenia pterostichi* Thaxt (Muestra 330) (Escala 100 µm); 6. *Laboulbenia* cf. *punctata* Thaxt. (Muestra 106) (Escala 100 µm); 7. *Laboulbenia rigida* Thaxt. (Muestra 393) (Escala 100 µm); 8. *Laboulbenia scelophila* Thaxt. (Muestra 55) (Escala 100 µm).

***Laboulbenia subpunctata* Thaxt.**, *Mem. Am. Acad. Arts & Sci.*, ser. 2 13(6): 394 (1908) (Fig. 7 parte 9)

Laboulbeniaceae, Laboulbeniales, Ascomycota, Fungi.

Distribución conocida

L. subpunctata fue registrada en Argentina, Brasil y Panamá, en las especies de *Galerita carbonaria* Mannerheim, *G. unicolor* Latreille & Dejean y *Galerita* sp. (Coleoptera: Carabidae: Galeritini) (Thaxter 1908, Villarreal *et al.* 2010, Castillo & Espinosa 2013).

Material examinado

Se encontró en la especie *Galerita* sp. (Coleoptera: Carabidae: Galeritini) y se registra como nuevo hospedante en *Platynus* sp. 1 (Coleoptera: Carabidae: Platynini) recolectadas en el sendero Los Quetzales en el PNVB (Chiriquí), el 25 de septiembre, 30 de octubre y 23 de diciembre de 2016; el 23 de enero, 26 de marzo y 9 de mayo de 2017; de 1 853 a 1 890 m s.n.m., por L. Gaitán y K. Gutiérrez. Las partes del insecto donde se presentó *L. subpunctata* fueron: abdomen, antena, élitro, epipleura, frente, mesocoxa, metacoxa, pigidio y trocánter.

Discusión

L. subpunctata se caracteriza por tener puntos en la base del peritecio, de acuerdo con la descripción de Thaxter (1908) presenta en la mitad inferior manchas redondeadas oscuras dispersas hacia la base. Además, esta especie tiene un gran parentesco a *L. punctata*, por lo que tiende hacer confundida fácilmente, de modo que se diferencia por los anteridios cortos y doblados. También estas características coinciden con las descritas en el estudio de Castillo & Espinosa (2013) en el cual mencionan la presencia de puntos irregulares dispuestos en la base del peritecio. Por otro lado, Villarreal *et al.* (2010) registran por primera vez a *L. subpunctata* para Panamá y destacan la longitud inusual de los especímenes, considerando esta característica intraespecífica. Por lo tanto, el espécimen encontrado en este estudio

corresponde con las descripciones citadas previamente. Cabe señalar que se encontró esta especie junto con *L. decipiens* y *L. perplexa*.

***Laboulbenia* sp. 1** (Fig. 7 parte 10)

Laboulbeniaceae, Laboulbeniales, Ascomycota, Fungi.

Descripción

Talo 260-380 µm (n = 16) de longitud desde la uña al ápice del peritecio, marrón claro. Célula I de subtriangular a rectangular, célula II casi dos veces más larga que ancha con márgenes subparalelos. Célula III rectangular más larga que ancha. Célula IV más larga que ancha, célula V alargada, fusiforme más larga que ancha, separa la célula de inserción del peritecio, célula VI rectangular. Célula de inserción negra, a la misma altura del ápice del peritecio.

Apéndice externo con la célula basal redondeada, grande, opaca, célula suprabasal opaca pocos apéndices hialinos que superan el ápice del peritecio. Apéndice interno con la célula basal cuadrada, más pequeña que el apéndice externo, opaca la célula suprabasal rectangular, con pocos apéndices hialinos que superan el ápice del peritecio. No se observaron anteridios.

Peritecio 120-170 x 50-70 µm (n = 16), marrón claro, ápice simétrico, labios anteriores y posteriores constrictos iguales de forma cuadrada. Papilas incospicuas, mancha preostiolar negra, confluentes en un anillo preapical. No se encontraron ascosporas en estas muestras.

Material examinado

Se encontró en la especie *Platynus* sp. 1 (Coleoptera: Carabidae: Platynini) recolectada en el sendero Los Quetzales en el PNVB (Chiriquí), el 23 de diciembre 2016, 25 de febrero, 26 de marzo y 9 de mayo 2017; de 1 853 a 1 890 m s.n.m., por L. Gaitán y K. Gutiérrez. Las estructuras donde se presentó *Laboulbenia* sp. 1 fueron: élitro, epipleura, fémur, mesocoxa, mesoesternón, metacoxa, proesternón, tarso y trocánter.

Discusión

Este espécimen se caracteriza por la forma alargada de la célula V que separa la célula de inserción del peritecio, célula de inserción casi a la misma altura que el peritecio, apéndice externo y el interno con pocos apéndices que superan el ápice del peritecio. Además, presenta el ápice del peritecio simétrico con labios anteriores y posteriores constrictos iguales en forma cuadrada. Se encontró junto con *L. decipiens*, *L. flagellata*, *L. pseudomasci*, *L. scelophila*, *Rhachomyces dolicaontis*, *Laboulbenia* sp. 2 y *Laboulbenia* sp. 5.

***Laboulbenia* sp. 2** (Fig. 7 parte 11)

Laboulbeniaceae, Laboulbeniales, Ascomycota, Fungi.

Descripción

Talo 200-300 µm (n = 25) de longitud desde la uña al ápice del peritecio, castaño pálido a castaño oscuro. Células del receptáculo de hialinas a castaño pálido. Célula I triangular. Célula II de márgenes subparalelos más larga que ancha. Célula III más larga que ancha. La célula III y IV de longitud casi similar. Célula IV con el margen interno curvo. Célula V cuneiforme, de sección rectangular a oval. Célula VI de romboidal a trapezoidal, oblicua, más ancha que larga. La célula de inserción negra está adherida más de la mitad del margen posterior de la pared del peritecio.

Apéndice externo simple, hialino, con la célula basal rectangular con el margen interno curvo, superan el ápice del peritecio. Apéndice interno hialino, con la célula basal trapezoidal que se ramifica formando de cinco a seis ramas simples, superan el ápice del peritecio. No se observaron anteridios.

Peritecio 102-145 x 37.5-62.5 µm (n = 15), castaño pálido o más oscuro que el resto del talo, ápice simétrico, labios anteriores y posteriores iguales y redondeados. Papilas inconspicuas, manchas preostiolares negras, confluentes en un anillo preapical, con una pequeña célula de forma triangular en el centro. Células parietales dispuestas helicoidalmente. Ascósporas 61 µm (n = 5) de longitud.

Material examinado

Se encontró en la especie *Platynus* sp. 1 (Coleoptera: Carabidae: Platynini) recolectada en el sendero Los Quetzales en el PNVB (Chiriquí), el 25 de septiembre de 2016; 26 de marzo y 9 de mayo de 2017; de 1 853 a 1 890 m s.n.m., por L. Gaitán y K. Gutiérrez. Las partes del insecto donde se presentó *L.* sp. 2 fueron: élitro, epipleura, fémur, mesocoxa, mesoesternón, metacoxa, proesternón, tarso y trocánter.

Discusión

Este espécimen se caracteriza por tener las células parietales del peritecio dispuestas helicoidalmente, el apéndice externo es simple y el interno se ramifica formando de 5-6 ramas, el ápice del peritecio simétrico y lo más sobresaliente es que presenta en el anillo preapical del peritecio una pequeña célula triangular en el centro. Cabe señalar que esta especie se encontró junto con *L. flagellata*, *L. pseudomasci*, *Laboulbenia* sp. 1, *Laboulbenia* sp. 4 y *Rh*achomyces *dolicaontis*.

***Laboulbenia* sp. 3** (Fig. 7 parte 12)

Laboulbeniaceae, Laboulbeniales, Ascomycota, Fungi.

Descripción

Talo 162-200 µm (n = 6) de longitud desde la uña al ápice del peritecio, hialino a gris pálido. Células del receptáculo II, III, IV, con el margen posterior marrón oscuro. Célula I más ancha que larga de forma triangular, hialina. Célula II más larga que ancha, márgenes subparalelos. Célula III redondeada, célula IV más larga que ancha, con el margen interno curvo. Célula V cuneiforme. Célula VI más ancha que larga, oblicua, trapezoidal. Célula de inserción negra cerca de la base del peritecio.

Apéndice externo hialino, con célula basal de forma casi rectangular, donde se divide en dos ramas, que superan el ápice del peritecio. Apéndice interno hialino, célula basal casi rectangular, apéndices de forma variable que superan el ápice del peritecio. No se observaron anteridios.

Peritecio 100-125 x 425-57.5 µm, del mismo color que el resto del talo. Ápice asimétrico, labios anteriores y posteriores prominentes, redondeados. Mancha preostiolar negra, confluentes en un anillo preapical. Ascosporas 71.8 µm (n = 8) de longitud.

Material examinado

Se encontró en *Notiobia* sp. (Coleoptera: Carabidae: Harpalini) recolectada en el sendero Los Quetzales en el PNVB (Chiriquí), el 23 de diciembre 2016; de 1 853 a 1 890 m s.n.m., por L. Gaitán y K. Gutiérrez. *Laboulbenia* sp. 3 se encontró en el élitro.

Discusión

Esta especie se caracteriza por talo hialino, células del receptáculo II, III, IV, con el margen posterior marrón oscuro, apéndice externo dividido en dos ramas y el interno de forma variable que superan el ápice del peritecio, ápice del peritecio hialino asimétrico con mancha preostiolar negra confluentes en un anillo preapical constricto. Cabe señalar que *Laboulbenia* sp. 3 no se encontró conviviendo junto con otras especies.

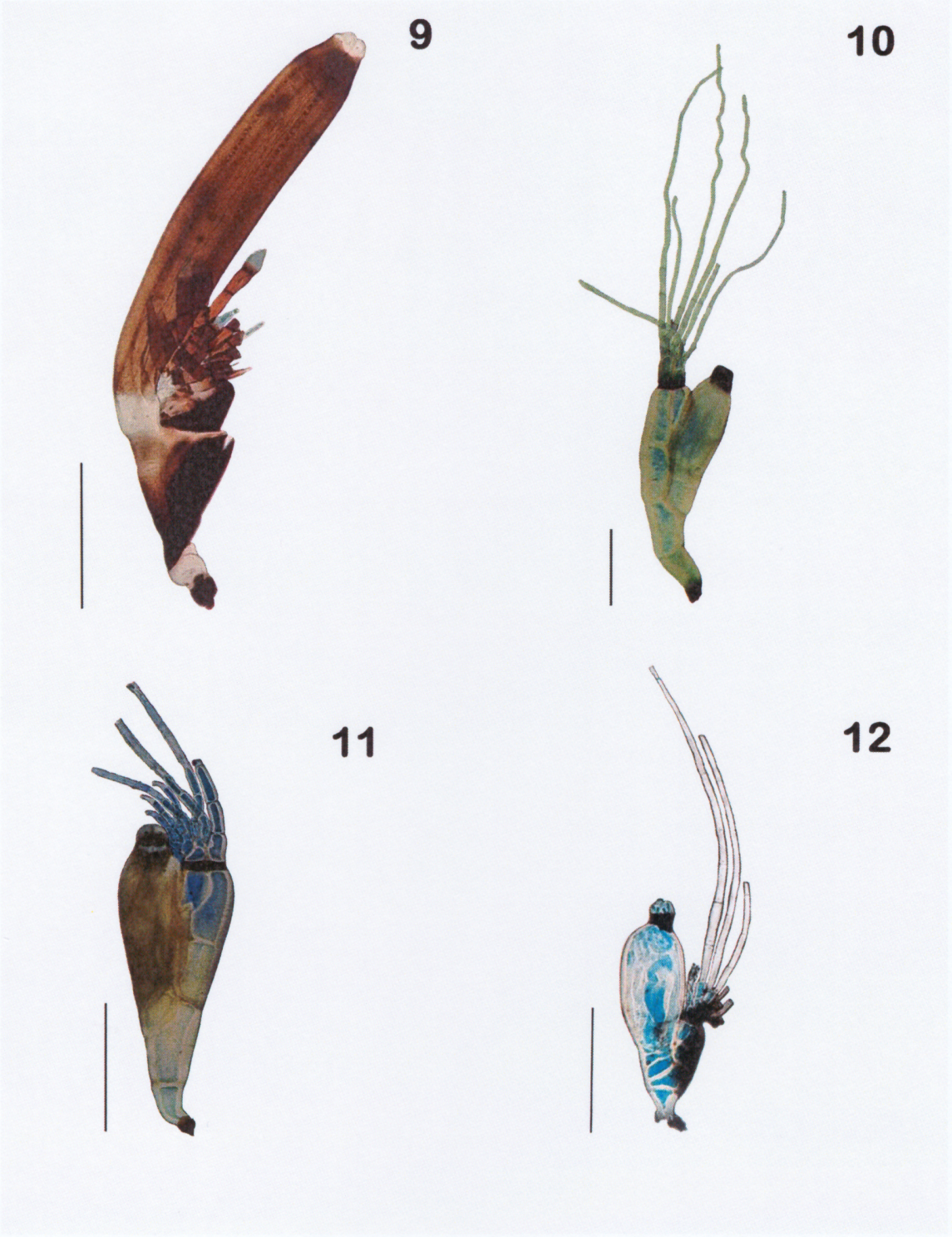

Fig. 7. Laboulbeniales en Carabidae. 9. *Laboulbenia subpunctata* Thaxt. (Muestra 65) (Escala 100 µm); 10. *Laboulbenia* sp. 1 (Muestra 326) (Escala 100 µm); 11. *Laboulbenia* sp. 2 (Muestra 235) (Escala 100 µm); 12. *Laboulbenia* sp. 3 (Muestra 174) (Escala 100 µm).

***Laboulbenia* sp. 4** (Fig. 8 parte 13)

Laboulbeniaceae, Laboulbeniales, Ascomycota, Fungi.

Descripción

Talo 280-520 µm (n = 25) de longitud desde la uña al ápice del peritecio, con el receptáculo hialino-castaño pálido, peritecio y apéndices marrón oscuro-negros. Células del receptáculo hialinas. Célula I triangular, más larga que ancha. Célula II de márgenes subparalelos, es el doble de larga que ancha. Célula III más larga que ancha, más opaca en la parte superior. Célula IV más larga que ancha, opaca, casi el doble de largo que la célula V. Célula V triangular-obtriangular, separa la célula de inserción de la pared del peritecio. Célula VI sub-rectangular. Célula de inserción negra, presenta una fuerte constricción.

Apéndice externo simple, con la célula basal cuadrada e hialina, que da origen a una hilera de células hialinas, de cada célula se origina un apéndice negro que se torna hialino hacia el ápice, son frágiles y superan el ápice del peritecio. Apéndice interno con la célula basal rectangular, hialina, de esta se origina un apéndice. La célula suprabasal hialina seguida por dos células en la parte superior, cada célula presenta un apéndice negro que se torna hialino haciael ápice, son frágiles y superan el ápice del peritecio. No se observaron anteridios.

Peritecio 167.5-177.5 x 80-87.5 µm, marrón oscuro-negro, ápice asimétrico, labios posteriores prominentes y redondeados. Papilas inconspicuas, no presenta mancha preostiolar, ostiolo hialino. Ascósporas 81.4 µm (n = 12) de longitud.

Material examinado

Se encontró en la especie *Platynus* sp. 1 (Coleoptera: Carabidae: Platynini) recolectada en el sendero Los Quetzales en el PNVB (Chiriquí), el 25 de septiembre de 2016; de 1 853 a 1 890 m s.n.m., por L. Gaitán y K. Gutiérrez. Se encontró en la mesocoxa y metacoxa del carábido.

Discusión

Esta especie se caracteriza por tener la célula II larga, la célula V separa el receptáculo del peritecio, el apéndice externo simple, con la célula basal cuadrada, hialina y el apéndice interno con la célula basal rectangular, hialina, ambos apéndices son frágiles y superan el ápice del peritecio, además el peritecio no presenta mancha preostiolar y el ostiolo es hialino. Los especímenes encontrados en este estudio tienen cierta similitud con el color de los apéndices de *Laboulbenia latonae*, sin embargo, Thaxter (1908) indica que se distingue bien por sus apéndices en forma de cresta, característica que difiere con los espécimenes encontrados. Esta especie se encontró junto con *Laboulbenia* sp. 2 en el mismo hospedante.

***Laboulbenia* sp. 5** (Fig. 8 parte 14)

Laboulbeniaceae, Laboulbeniales, Ascomycota, Fungi.

Descripción

Talo 287-370 µm (n = 11) de longitud desde la uña al ápice del peritecio, hialino. Células del receptáculo hialinas. Célula I más larga que ancha, con la parte superior opaca. Célula II más larga que ancha de márgenes subparalelos. Célula III más ancha que larga. Célula IV de forma casi triangular. Célula V cuneiforme de sección oval a triangular, separando apenas la célula de inserción del peritecio. Célula VI más ancha que larga, oblicua, romboidal. Célula de inserción marrón oscuro marca una ligera constricción y en algunos especímenes se encuentra libre y en otros esta adherida sobre el margen posterior de la pared del peritecio.

Apéndice externo con la célula basal cuadrada grande, hialina, célula suprabasal dividido en dos ramas que superan el ápice del peritecio. Apéndice interno con la célula basal cuadrada pequeña hialina, con dos ramas y luego estas se ramifican superado el ápice del peritecio. Presenta un anteridio en forma de botella.

Peritecio 135-140 x 47.5-50 µm, presenta una inclinación que varia en los talos, marrón claro, ápice asimétrico, labios prominentes y redondeados. Papilas incospicuas, mancha preostiolar negra confluente en un anillo preapical. No se encontraron ascosporas en esta muestra.

Material examinado

Se encontró en la especie *Platynus* sp. 1 (Coleoptera: Carabidae: Platynini) recolectada en el sendero Los Quetzales en el PNVB (Chiriquí), el 26 de marzo y 9 de mayo 2017; de 1 853 a 1 890 m s.n.m., por L. Gaitán y K. Gutiérrez. *L.* sp. 5 se encontró en la epipleura, pigidio y proesternón.

Discusión

Este espécimen se caracteriza por la forma cuneiforme de la célula V separando la célula de inserción del peritecio, apéndice externo con dos células y se divide en dos ramas y el interno superando el ápice del peritecio. Además, presenta un peritecio con el ápice asimétrico y mancha preostiolar negra confluente en un anillo preapical. Losespcímenes encontrados tienen cierta similitud con *L. inflata*, sin embargo, Santamaria (1998) indica que se distingue por tener tres células en el apéndice externo. *Laboulbenia* sp. 5 se encontró junto con *L. decipiens, L. flagellata, L. pseudomasci* y *Laboulbenia* sp.1.

***Rhachomyces dolicaontis* Thaxt.**, *Proc. Amer. Acad. Arts & Sci.* 37: 39 (1901) (Fig. 8 parte 15)

Laboulbeniaceae, Laboulbeniales, Ascomycota, Fungi.

Distribución

R. dolicaontis fue registrada en África, en la especie *Dolicaon lathrobioides* Casteln. (Coleoptera: Staphylinidae: Paederini) (Thaxter 1908).

Material examinado

Se registra como nuevo hospedante en *Platynus* sp. 1 (Coleoptera: Carabidae: Platynini) recolectada en el sendero Los Quetzales en el PNVB (Chiriquí), el 26 de marzo y 9 de mayo de 2017; de 1 853 a 1 890 m s.n.m., por L. Gaitán y K. Gutiérrez. *R. dolicaontis* se encontró en abdomen, élitro y pigidio.

Discusión

R. dolicaontis se caracteriza por tener en el eje principal del receptáculo secundario de 20 a 35 células. Según Thaxter (1908) esta especie se distingue por las marcas semejantes a estigmas conspicuas presentes en las células del receptáculo y también por las líneas oscuras muy evidentes en la pared del peritecio. Además, se registra por primera vez a *R. dolicaontis* para Panamá en *Platynus* (Carabidae) después de más de cien años de haber sido descrita, en un *Dolicaon lathrobioides* (Staphylinidae). Cabe señalar que se encontró a dicha especie junto con *L. flagellata*, *L. pseudomasci*, *Laboulbenia* sp. 1 y *Laboulbenia* sp. 2.

***Rhachomyces* sp. 1** (Fig. 8 parte 16)

Laboulbeniaceae, Laboulbeniales, Ascomycota, Fungi.

Material examinado

Se encontró en la especie *Platynus* sp. 1 (Coleoptera: Carabidae: Platynini) recolectada en el sendero Los Quetzales en el PNVB (Chiriquí), el 25 de febrero 2017; de 1 853 a 1 890 m s.n.m., por L. Gaitán y K. Gutiérrez. *Rhachomyces* sp. 1 se encontró en el élitro.

Discusión

Esta especie se caracteriza por tener en el receptáculo secundario 18 células hialinas superpuestas y numerosos apéndices cortos de marrón oscuro. En este caso el espécimen encontrado en este estudio tiene cierta similitud con la forma del receptáculo de *Rhachomyces longissimus*, pero difiere según la descripción de Thaxter (1895) en la cantidad de células. Dicho espécimen no presenta el peritecio completamente desarrollado, de modo que se hace difícil comparar con otras especies descritas en la literatura. Cabe señalar que no se encontró junto con otra especie.

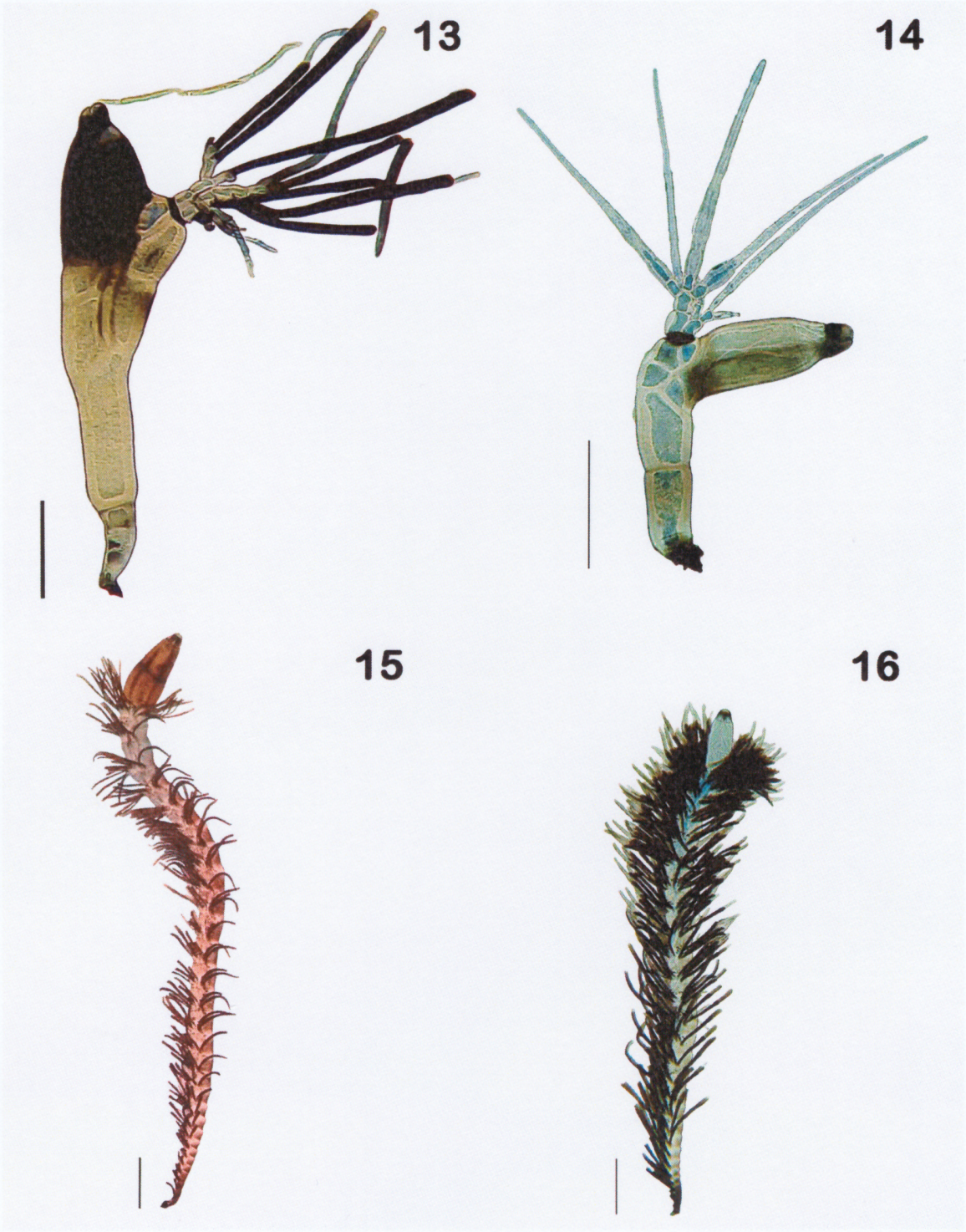

Fig. 8. Laboulbeniales en Carabidae. 13. *Laboulbenia* sp. 4 (Muestra 37) (Escala 100 µm); 14. *Laboulbenia* sp. 5 (Muestra 318) (Escala 100 µm); 15. *Rhachomyces dolicaontis* Thaxt. (Muestra 224) (Escala 100 µm); 16. *Rhachomyces* sp. 1 (Muestra 192) (Escala 100 µm).

8.2. Laboulbeniales en estafilínidos

Se identificaron 100 talos del orden Laboubeniales sobre los estafilínidos que corresponden a nueve especies: *Dimorphomyces* sp. 1, *Dimorphomyces* sp. 2, *Eumonoicomyces invisibilis, Kleidiomyces hoplandriae*, *Monoicomyces barberi*, *Monoicomyces furcatus*, *Rhachomyces* sp. 2 y dos morfoespecies. A continuación, se presenta la información de cada especie:

***Dimorphomyces* sp. 1** (Fig. 9 parte 17)

Laboulbeniaceae, Laboulbeniales, Ascomycota, Fungi.

Descripción

Talo masculino 55 µm (n = 2) de longitud desde la uña hasta el ápice del anteridio, gris a marrón oscuro. Receptáculo compuesto de dos células, la basal es triangular y la subbasal redondeada. El apéndice no sobrepasa el anteridio y su célula basal es rectangular separada de la célula subbasal por un tabique oscuro. El anteridio generalmente inflado en el medio, ligeramente asimétrico y el cuello en forma de botella (Fig. 9 parte 17.1).

Talo femenino 112.5 µm (n = 3) de longitud desde la uña al ápice del peritecio, hialino a marrón. Receptáculo secundario oblicuo, que consta de siete células, separadas sucesivamente de la célula basal. El apéndice primario es corto y simple; los apéndices secundarios son cinco, están debajo de la mitad del peritecio y consisten en una célula basal corta, seguido de una célula subbasal más larga. Presenta un peritecio 72.5 x 25 µm, del mismo color que el resto del talo; curvo e inflado en el medio y se estrechan un poco hacia el ápice; es ligeramente asimétrico y esta alternado con los apéndices secundarios. No se encontraron ascosporas en estas muestras (Fig. 9 parte 17.2).

Material examinado

Se encontró en *Diestota* sp. (Coleoptera: Staphylinidae: Aleocharinae) recolectada en el sendero Los Quetzales en el PNVB (Chiriquí), 23 de diciembre de 2016; de

1 853 a 1 890 m s.n.m., por L. Gaitán y K. Gutiérrez. *Dimorphomyces* sp. 1 se encontró en el abdomen del insecto.

Discusión

Esta especie se caracteriza por ser dioica, el talo masculino se distingue por tener un solo anteridio inflado en el medio y tiene el cuello en forma de botella; el talo femenino presenta el receptáculo secundario oblicuo, que consiste de siete células y tiene un peritecio curvo que está alternado con los apéndices secundarios. Según Thaxter (1895) el género *Dimorphomyces*, el talo femenino puede producir dos o cuatro series de peritecios y el talo masculino produce uno a varios anteridios. La especie no coincidió con las especies descritas en la literatura, las características son diferentes, por lo que se identificó como *Dimorphomyces* sp. 1. Cabe señalar que se encontró junto con *Kleidiomyces hoplandriae*.

***Dimorphomyces* sp. 2** (Fig. 9 parte 18)

Laboulbeniaceae, Laboulbeniales, Ascomycota, Fungi.

Descripción

No se encontró el talo masculino en las muestras.

Talo femenino 147.5 µm (n = 1) de longitud desde la uña al ápice del peritecio, hialino a gris pálido. Receptáculo secundario curvo, que consta de 12 células. El apéndice primario es corto y simple; los apéndices secundarios son nueve, su tamaño es menos de la mitad del peritecio y consisten en una célula basal rectangular corta seguido de una célula subbasal alargada. Presenta tres peritecios 95 x 22.5 µm, del mismo color que el resto del talo; curvos y alargados que se estrechan un poco en el ápice, son ligeramente asimétricos y están alternados con los apéndices secundarios. No se encontraron ascosporas.

Material examinado

Se encontró en la morfoespecie 1 (Coleoptera: Staphylinidae: Oxytelinae) recolectada en el sendero Los Quetzales en el PNVB (Chiriquí), el 30 de octubre

2016; de 1 853 a 1 890 m s.n.m., por L. Gaitán y K. Gutiérrez. *Dimorphomyces* sp. 2 se encontró en la cabeza del insecto.

Discusión

Esta especie se caracteriza porque el talo femenino presenta un receptáculo secundario curvo de 12 células y tiene tres peritecios que están alternados con los apéndices secundarios. Según Thaxter (1895) el género *Dimorphomyces* presentan talos dioicos, el femenino puede producir dos a cuatro peritecios y el masculino produce uno o varios anteridios. No se observó el talo masculino y el talo femenino no coincidió con las especies ya descritas en la literatura, por lo que se identificó como *Dimorphomyces* sp. 2. No se encontró junto con otras especies de hongos.

***Kleidiomyces hoplandriae* Thaxt.,** *Mem. Am. Acad. Arts Sci.*, ser. 2 **16**(1): 33 (1931) (Fig. 9 parte 19)

Laboulbeniaceae, Laboulbeniales, Ascomycota, Fungi.

Distribución conocida

K. hoplandriae fue registrada en Ecuador, Granada, Panamá y Trinidad, en las especies *Hoplandria carinicollis* Bernh., *H. dentada* Bernh., *H.* smithii Hope y *Hoplandria*. sp. (Coleoptera: Staphylinidae: Aleocharinae) (Thaxter 1931, Bernardi *et al.* 2014, Haelewaters *et al.* 2017).

Material examinado

Se registran como nuevos hospedantes la especie *Diestota* sp. (Coleoptera: Staphylinidae: Aleocharinae) *Oxytelus* sp., *Sciotrogus* sp. (Coleoptera: Staphylinidae: Oxytelinae) *Philontus* sp. 1, *Philontus* sp. 2, *Platydracus* sp. (Coleoptera: Staphylinidae: Staphylininae) y la morfoespecie 2 (Coleoptera: Staphylinidae) recolectadas en el sendero Los Quetzales en el PNVB (Chiriquí), el 28 de agosto, 25 de septiembre y 23 de diciembre de 2016; 25 de febrero, 26 de marzo y 9 de mayo de 2017; de 1 853 a 1 890 m s.n.m., por L. Gaitán y K. Gutiérrez. Las partes del insecto donde se presentó *K. hoplandriae* fueron el abdomen, antena,

aparato bucal, cabeza, élitro, fémur, metasternón, proesternón, pronoto, tarso y tibia.

Discusión

K. hoplandriae se caracteriza por presentar varios peritecios, apéndices que terminan en tres ramas cortas y dos células superpuestas en el receptáculo, aunque algunos talos presentan una leve variación en el tamaño, ya que son un poco más largas que anchas. Thaxter (1931) menciona que se distingue a esta especie por las dos excrecencias que produce la célula basal, en el cual son más anchas que largas. Los apéndices anteridiales llegan hasta la mitad del peritecio o son de menor tamaño, están compuesto en la base por células dos veces más largas que anchas seguido de tres niveles de células pequeñas en pares, y culminan en tres ramas libres. Además, presenta de dos a seis peritecios hialinos, inflados en el medio. Haelewaters *et al.* (2017) registran por primera vez a *K. hoplandriae* para Panamá. Cabe señalar que se encontró a dicha especie junto con *Dimorphomyces*. sp. 1 y la morfoespecie 1.

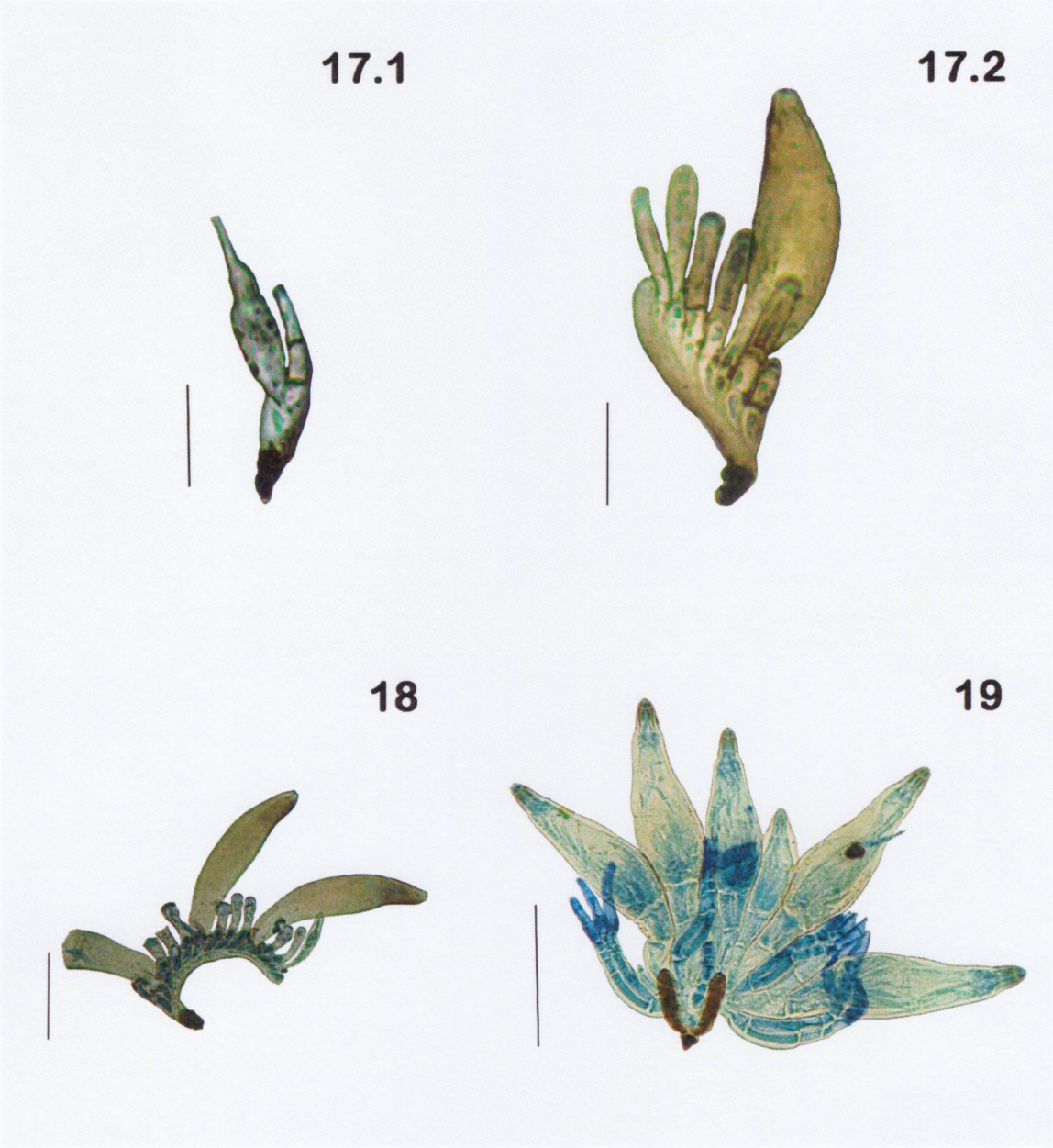

Fig. 9. Laboulbeniales en Staphylinidae. 17.1. Talo masculino de *Dimorphomyces* sp.1 (Muestra 446) (Escala 25 µm); 17.2. Talo femenino de *Dimorphomyces* sp. 1(Muestra 446) (Escala 25 µm); 18. *Dimorphomyces* sp. 2 (Muestra 412) (Escala 50 µm); 19. *Kleidiomyces hoplandriae* Thaxt. (Muestra 494) (Escala 100 µm).

***Monoicomyces barberi* Thaxt.**, *Mem. Am. Acad. Arts Sci.*, ser. 2 **16**(1): 37 (1931) (Fig. 10 parte 20)

Laboulbeniaceae, Laboulbeniales, Ascomycota, Fungi.

Distribución conocida

M. barberi fue registrada en Estados Unidos en *Oxytelus nimius* Casey (Coleoptera: Staphylinidae: Oxytelinae) (Thaxter 1931, Santamaria 1996).

Material examinado

Se encontró en la especie *Philontus* sp. 1 (Coleoptera: Staphylinidae: Staphylinini) recolectada en el sendero Los Quetzales en el PNVB (Chiriquí), 25 de febrero de 2017; de 1 853 a 1 890 m s.n. m., por L. Gaitán y K. Gutiérrez. *M. barberi* se presentó en el abdomen del insecto.

Discusión

M. barberi se caracteriza por el receptáculo erguido que contiene cinco células oblicuas y la célula basal del peritecio es muy larga. Thaxter (1931) menciona que se distingue por el receptáculo erecto y uniseriado, fuertemente convexo hacia un lado, que contiene de cuatro a raramente ocho células oblicuas superpuestas y además, la célula basal del peritecio esta bien desarrollada. Se registra por primera vez a *M. barberi* para Panamá y se encontró junto con *M furcatus* y *M. invisibilis*.

***Monoicomyces furcatus* Thaxt.**, *Mem. Am. Acad. Arts Sci.*, ser. 2 **16**(1): 41 (1931) (Fig. 10 parte 21)

Laboulbeniaceae, Laboulbeniales, Ascomycota, Fungi.

Distribución conocida

M. furcatus fue registrada en Guatemala, Haití y Jamaica, en las especies *Oxytelus insignitus* Grav. y *Oxytelus* sp. (Coleoptera: Staphylinidae: Oxytelinae) (Thaxter 1931, Santamaria 1996).

Material examinado

Se registra en un nuevo hospedante en la especie *Philontus* sp. 1 (Coleoptera: Staphylinidae: Staphylininae) recolectada en el sendero Los Quetzales en el PNVB (Chiriquí), el 25 de septiembre de 2016 y 25 de febrero de 2017; de 1 853 a 1 890 m s.n. m., por L. Gaitán y K. Gutiérrez. *M. furcatus* se presentó en el abdomen del insecto.

Discusión

M. furcatus se caracteriza principalmente por tener un talo bifurcado. Además, presenta de tres a cuatro apéndices anteridiales de cada parte del talo y dos peritecios más o menos simétricos que se estrechan hacia el ápice. Thaxter (1931) menciona que se distingue por la célula basal del receptáculo redondeada y el hábito furcado. Se registra por primera vez a *M. furcatus* para Panamá y se encontró junto con *M. barberi* y *M. invisibilis*.

***Eumonoicomyces invisibilis* (Thaxt.) Thaxt.,** *Proc. Amer. Acad. Arts & Sci.* **37**: 21 (1901) (Fig. 10 parte 22)

Laboulbeniaceae, Laboulbeniales, Ascomycota, Fungi.

Distribución conocida

M. invisibilis fue registrada en Argentina, Checoslovaquia, España, Estados Unidos, Finlandia, Francia, Guatemala, Haití, Holanda, Italia, Jamaica, Noruega, Polonia, Suecia, Sumatra, Unión Soviética, Uruguay y Venezuela, en las especies *Anotylus* sp., *Aploderus* sp., *Oxytelus* sp., *O. hostilis* Bernhauer, *O. sulcifer* Fauv., *Platystethus* sp. (Coleoptera: Staphylinidae: Oxytelinae) (Thaxter 1931, Santamaria *et al.* 1991, Santamara 1996).

Material examinado

Se encontró en *Philontus* sp. 1 (Coleoptera: Staphylinidae: Staphylinini) recolectada en el sendero Los Quetzales en el PNVB (Chiriquí), el 25 de febrero 2017; de 1 853 a 1 890 m s.n.m., por L. Gaitán y K. Gutiérrez. *Eumonoicomyces invisibilis* se presentó en el abdomen del insecto.

Discusión

E. invisibilis se caracteriza por tener el receptáculo con cinco células oblicuas, apéndices con septos negros y largos. Santamaria (1998) indica que habitualmente el receptáculo está formado por cinco células superpuestas. También Thaxter (1931) menciona que esta especie varía en el tamaño, pero siempre será pequeña; además las células basales son bastante larga y estrecha, con una célula redondeada separada, presentan un tabique negro y que los apéndices primarios y secundarios son bastante largos y similares. Se registra por primera vez a *E. invisibilis* para Panamá y se encontró junto con *M. barberi* y *M. furcatus*.

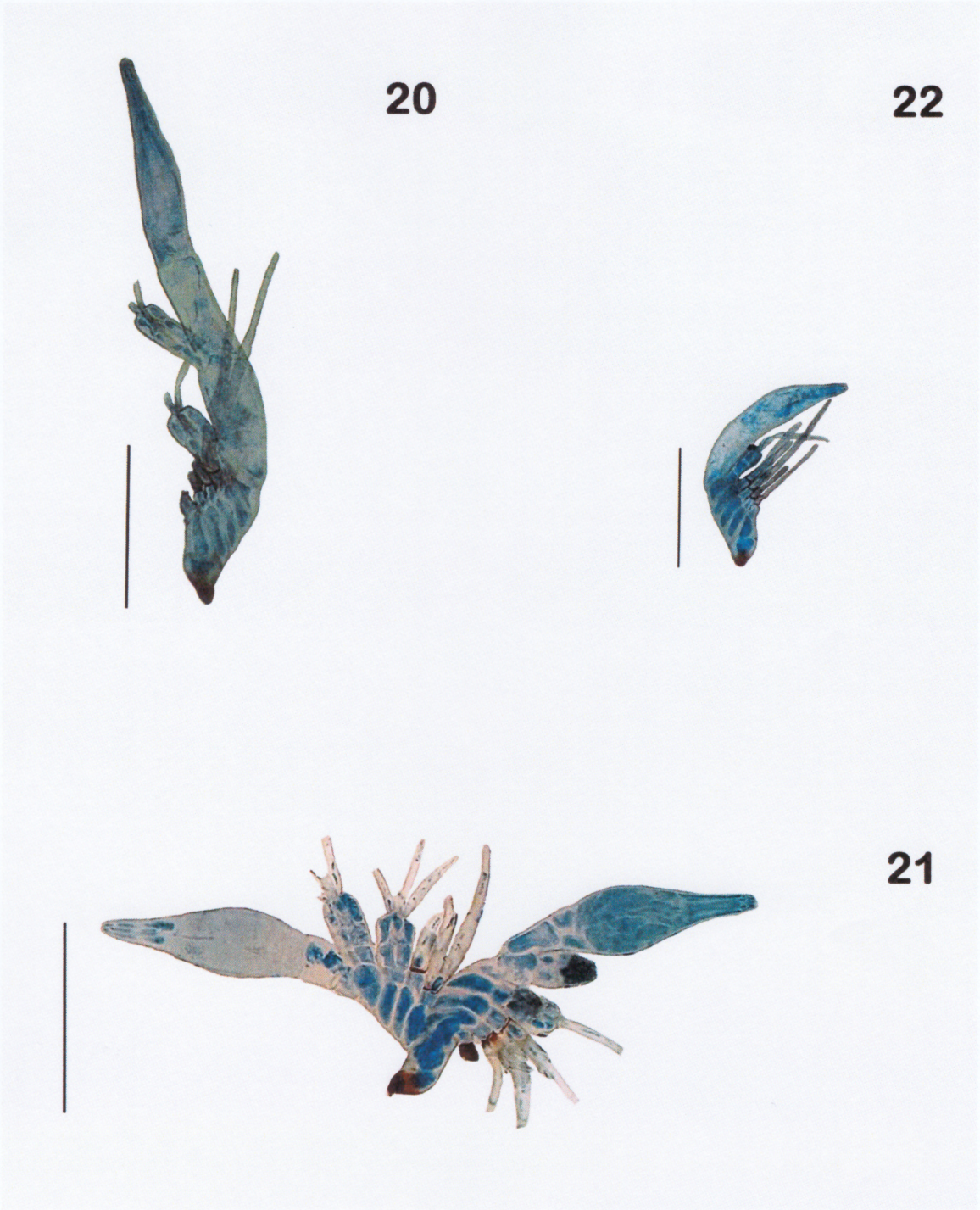

Fig. 10. Laboulbeniales en Staphylinidae. 20. *Monoicomyces barberi* Thaxt. (Muestra 454) (Escala 100 µm); 21. *Monoicomyces furcatus* Thaxt. (Muestra 407) (Escala 100 µm); 22. *Eumonoicomyces invisibilis* Thaxt. (Muestra 460) (Escala 100 µm).

***Rhachomyces* sp. 2** (Fig. 11 parte 23)

Laboulbeniaceae, Laboulbeniales, Ascomycota, Fungi.

Material examinado

Se encontró en la morfoespecie 1 (Coleoptera: Staphylinidae: Oxytelinae) recolectada en el sendero Los Quetzales en el PNVB (Chiriquí), el 26 de marzo de 2017; de 1 853 a 1 890 m s.n.m., por L. Gaitán y K. Gutiérrez. *Rachomyces*. sp. 2 se presentó en el abdomen.

Discusión

Esta especie se caracteriza por tener en el receptáculo secundario de 12 células hialinas y apéndices cortos simples de color marrón. Los especímenes encontrados tienen cierta similitud con la forma del receptáculo de *Rhachomyces philonthinus*, pero difiere en que la cantidad de células del receptáculo secundario son de 20 células (Thaxter 1908). También se dificultó la identificación ya que el peritecio estaba inmaduro. Cabe señalar que esta especie no se encontró junto con otros Laboulbeniales en el mismo hospedante.

Morfoespecie 1 (Fig. 11 parte 24)

Laboulbeniaceae, Laboulbeniales, Ascomycota, Fungi.

Descripción

Talo 275 µm (n = 1) de longitud desde la uña al ápice del peritecio, hialino. El receptáculo consta de la célula subbasal que origina los apéndices anteridiales y los peritecios. Los apéndices consisten de una célula basal, luego dos hileras de células, en el ápice tres anteridios. Además, presenta cuatro peritecios de 212.5 x 42.5 µm, hialinos, inflados en el medio intercalados entre los apéndices. No se encontraron ascosporas en esta muestra.

Material examinado

Se encontró en la especie *Philontus* sp. 1 (Coleoptera: Staphylinidae: Staphylinini) recolectada en el sendero Los Quetzales en el PNVB (Chiriquí), el 9 de mayo 2017; de 1 853 a 1 890 m s.n.m., por L. Gaitán y K. Gutiérrez. La parte del insecto donde se presentó la morfoespecie 1 fue el abdomen.

Discusión

Este espécimen se caracteriza por los apéndices anteridiales que consisten en dos hileras de células que terminan en un anteridio. Presenta cuatro peritecios inflados en el medio, intercalados entre los apéndices; estas características tienen cierta similitud con el género *Kleidiomyces*, debido que el receptáculo presenta dos células superpuestas (Thaxter 1908). Sin embargo, las características no coincidieron con las especies descritas en la literatura, por lo cual se determinó como morfoespecie 1. Cabe señalar que esta morfoespecie se encontró junto con *K. hoplandriae.*

Morfoespecie 2 (Fig. 11 parte 25)

Laboulbeniaceae, Laboulbeniales, Ascomycota, Fungi.

Descripción

Talo 157 µm (n = 1) de longitud desde la uña al ápice del peritecio, hialino. El receptáculo consiste en una célula basal corta y una célula subbasal más larga que se proyecta lateralmente, dan origen al peritecio y los anteridios. Tiene dos apéndices anteridiales que presentan tres hileras de células que culminan en tres ramas libres. Posee dos peritecios de 105 x 37.5 µm, casi simétrico, basalmente inflados que disminuyen hacia al ápice, las células del tallo del peritecio son largas rectangulares y presenta dos células subbasales cortas. No se encontraron ascosporas en estas muestras.

Material examinado

Se encontró en la morfoespecie 1 (Coleoptera: Staphylinidae: Oxytelinae) recolectada en el sendero Los Quetzales en el PNVB (Chiriquí), el 30 de octubre de 2016; de 1 853 a 1 890 m s.n.m., por L. Gaitán y K. Gutiérrez. La parte del insecto donde se presentó la morfoespecie 2 fue en el pronoto.

Discusión

Este espécimen se caracteriza por tener dos peritecios basalmente inflados, que disminuyen hacia al ápice y dos apéndices anteridiales, que tienen tres hileras de células que culminan en tres ramas libres. Estas características tienen cierta similitud con el género *Cantharomyces*, debido a que el receptáculo consiste en células superpuestas que producen un peritecio y apéndices anteridiales (Thaxter 1895). Sin embargo, solo se encontró un espécimen en este estudio y la falta de documentación relacionada con este género fue una limitante en la identificación, ya que no coincidió con las especies descritas en la literatura. Cabe señalar que no se encontró junto con otras especies.



Fig. 11. Laboulbeniales en Staphylinidae. 23. *Rhachomyces* sp. 2 (Muestra 484) (Escala 100 µm); 24. Morfoespecie 1 (Muestra 505) (Escala 100 µm); 25. Morfoespecie 2 (Muestra 413) (Escala 50 µm).

8.3. Laboulbeniales en carábidos

En los carábidos se encontraron 720 talos del orden Laboulbeniales, que pertenecen a un total de 16 especies en los géneros *Laboulbenia* (14 especies) y *Rhachomyces* (2 especies).

8.3.1. Abundancia de Laboulbeniales en carábidos

La especie más abundante en el estudio fue *Laboulbenia decipiens* con 276 talos (38.3 %), seguido de *Laboulbenia perplexa* con 156 talos (21.7 %) y *Laboulbenia subpunctata* con 70 talos (9.7 %). Las otras especies de Laboulbeniales presentaron entre 58 talos (8.1 %) a un talo (0.1 %). Las especies que mostraron menor abundancia fueron *Laboulbenia* cf. *punctata* y *Rhachomyces* sp. 1 (Cuadro 1).

Cuadro 1. Abundancia de Laboulbeniales en carábidos recolectados en el sendero Los Quetzales, Parque Nacional Volcán Barú, Chiriquí.

Taxa	2016				2017				Total	%
	Ago	Sep	Oct	Nov	Ene	Feb	Mar	Abr		
Laboulbenia decipiens	4	3	1	227	0	4	9	28	**276**	**38.3**
Laboulbenia perplexa	18	8	13	65	1	0	41	10	**156**	**21.7**
Laboulbenia subpunctata	0	1	9	43	2	0	9	6	**70**	**9.7**
Laboulbenia sp. 2	0	1	0	0	0	0	54	3	**58**	**8.1**
Laboulbenia pseudomasci	3	0	0	9	1	0	7	26	**46**	**6.4**
Laboulbenia sp. 1	0	0	0	4	0	19	5	12	**40**	**5.6**
Laboulbenia flagellata	1	0	0	1	0	2	8	12	**24**	**3.3**
Laboulbenia sp. 5	0	0	0	0	0	0	3	8	**11**	**1.5**
Laboulbenia scelophila	4	0	4	0	0	0	0	1	**9**	**1.3**
Laboulbenia rigida	0	1	0	0	0	0	1	4	**6**	**0.8**
Laboulbenia sp. 3	0	0	0	6	0	0	0	0	**6**	**0.8**
Laboulbenia sp. 4	0	6	0	0	0	0	0	0	**6**	**0.8**
Laboulbenia pterostichi	1	0	0	0	0	0	0	4	**5**	**0.7**
Rhachomyces dolicaontis	0	0	0	0	0	0	1	4	**5**	**0.7**
Laboulbenia cf. *punctata*	0	0	0	1	0	0	0	0	**1**	**0.1**
Rhachomyces sp. 1	0	0	0	0	0	1	0	0	**1**	**0.1**
Total	**31**	**20**	**27**	**356**	**4**	**26**	**138**	**118**	**720**	**100.0**

En el estudio realizado por Valdés & Villarreal (2005) las especies más abundantes fueron *L. flagellata* con 120 talos (27.2 %), *L. rigida* con 91 talos (20.6 %) y *L. latonae* con 74 talos (16.8 %), todas se encontraron en *Platynus*. Por otro parte, en el estudio realizado por Castillo & Espinosa (2013) las especies más abundantes fueron *Laboulbenia* sp. 1 con 559 talos (47.6 %), *Laboulbenia* sp. 5 con 290 talos (24.2 %) y *L. subpunctata* con 157 talos (13.1 %), todas en *Galerita*. En este trabajo las especies más abundantes fueron *L. decipiens*, *L. perplexa* y *L. subpunctata* encontradas en *Platynus* y *Galerita*. *Laboulbenia perplexa* y *L. subpunctata* coinciden con el estudio de Castillo & Espinosa (2013) como las más abundantes, ya que la especie *Laboulbenia* sp. 1 encontrada en el estudio de Castillo & Espinosa (2013) es *L. perplexa*. Sin embargo, la diferencia de especies más abundantes de Laboulbeniales con el estudio de Valdés & Villarreal (2005) quizás se debe a la diferencia en los sitios de muestreo y a las especies hospedantes.

Santamaria (2001) menciona que la existencia y el desarrollo de los Laboulbeniales son influenciadas por el hospedante y el hábitat del mismo. Además, De Kesel & Haelewaters (2014) indican que el hábitat del hospedante juega un papel fundamental en el éxito de la infestación por parte del ectoparásito. También es posible que la alta abundancia de *L. decipiens*, *L. perplexa* y *L. subpunctata* se debe a los hospedantes, ya que ambos (*Platynus* y *Galerita*) presentaron la mayor cantidad de talos maduros de todo el estudio, de manera que probablemente estos hospedantes proporcionan las condiciones adecuadas para el óptimo desarrollo de estos hongos.

8.3.2. Índice de diversidad de Laboulbeniales en carábidos

En el sendero Los Quetzales los Laboulbeniales en carábidos presentaron en época lluviosa 434 individuos (talos) y en época seca 286 individuos (talos). La riqueza de especies para la época lluviosa y seca fue de 13 especies. La diversidad de especies de Laboulbeniales fue baja (H' = 1.36) en la época lluviosa y media (H' = 2.15) en la época seca (Cuadro 2).

Cuadro 2. Diversidad de Laboulbeniales en carábidos recolectados en el sendero Los Quetzales, Parque Nacional Volcán Barú, Chiriquí.

Variable	Época lluviosa	Época seca
No. de individuos (talos)	434	286
Riqueza de especies	13	13
Índice de Shannon-Weaver	1.36	2.15

Los datos obtenidos por Valdés & Villarreal (2005) presentaron una diversidad media para ambas épocas (H' = 2.02 en época seca y H' = 1.89 en época lluviosa) y afirmaban que esto podia deberse a la cantidad de insectos hospedantes. En el estudio realizado por Castillo & Espinosa (2013) la diversidad fue media (H' = 1.71) en época lluviosa y baja (H' = 1.25) en época seca, de manera que argumentan que en condiciones de humedad es favorable el desarrollo y crecimiento de Laboulbeniales. Según Santamaria (2001) la densidad y estabilidad es importante en las poblaciones de insectos, debido a que es uno de los factores para el desarrollo de los Laboulbeniales. Por lo tanto, es posible que la densidad de los carábidos fue un factor limitante en la diversidad de Laboulbeniales.

8.4. Laboulbeniales en estafilínidos

En los estafilínidos se encontraron 100 talos del orden Laboulbeniales, que pertenecen a un total de siete especies y dos morfoespecies en los géneros *Monoicomyces* (2 especies), *Dimorphomyces* (2 especies), *Eumonoicomyces* (1 especie) *Kleidiomyces* (1 especie) y *Rhachomyces* (1 especie).

8.4.1. Abundancia de Laboulbeniales en estafilínidos

La especie de Laboulbeniales que presentó mayor abundancia sobre los estafilínidos fue *Kleidiomyces hoplandriae* con 76 individuos (76.0 %), seguido de *Eumonoicomyces invisiblilis* con ocho individuos (8.0 %), luego *Rhachomyces* sp. 2 (5.0 %), *Dimorphomyces* sp. 1 (4.0 %) y *Monoicomyces furcatus* (3.0 %). Las demás especies *Dimorphomyces* sp. 2, *Monoicomyces barberi*, las morfoespecies 1 y 2 presentaron un individuo cada una (Cuadro 3).

Cuadro 3. Abundancia de Laboulbeniales en estafilínidos recolectados en el sendero Los Quetzales, Parque Nacional Volcán Barú, Chiriquí.

Taxa	2016				2017				Total	%
	Ago	Sep	Oct	Nov	Ene	Feb	Mar	Abr		
Kleidiomyces hoplandriae	9	2	0	29	0	2	1	33	**76**	**76.0**
Eumonoicomyces invisibilis	0	0	0	0	0	8	0	0	**8**	**8.0**
Rhachomyces sp. 2	0	0	0	0	0	0	5	0	**5**	**5.0**
Dimorphomyces sp. 1	0	0	0	4	0	0	0	0	**4**	**4.0**
Monoicomyces furcatus	0	1	0	0	0	2	0	0	**3**	**3.0**
Dimorphomyces sp. 2	0	0	1	0	0	0	0	0	**1**	**1.0**
Monoicomyces barberi	0	0	0	0	0	1	0	0	**1**	**1.0**
Morfoespecie 1	0	0	0	0	0	0	1	0	**1**	**1.0**
Morfoespecie 2	0	0	1	0	0	0	0	0	**1**	**1.0**
Total	**9**	**3**	**2**	**33**	**0**	**13**	**7**	**33**	**100**	**100.0**

Los Laboulbeniales presentan una alta especialización para infestar una especie de insecto de un mismo género o géneros distintos. Santamaria (2001) menciona que la compatibilidad o incompatibilidad de un parásito hacia un exclusivo hospedante, se debe a que probablemente exitan factores genéticos que lo controlan.

Posiblemente la alta abundancia de *Kleidiomyces hoplandriae* se debe a la capacidad que tiene para infestar varios hospedantes y a las características propias del hospedante, ya que en este estudio dicho hongo se encontró en siete especies de estafilínidos, lo cual permitió su desarrollo y supervivencia, reflejando así su gran eficacia como ectoparásito. Es importante resaltar que el hospedante es un factor influyente en la presencia de Laboulbeniales (Santamaria 2001).

8.4.2. Índice de diversidad de Laboulbeniales en estafilínidos

En el sendero Los Quetzales los Laboulbeniales en estafilínidos presentaron en época lluviosa 47 individuos (talos) y en época seca 53 individuos (talos). La riqueza de especies para la época lluviosa fue de cinco especies y en época seca de seis especies. La diversidad de especies de Laboulbeniales fue baja para ambas épocas (época lluviosa H' = 0.59 y época seca H' = 1.04) (Cuadro 4).

Cuadro 4. Diversidad de Laboulbeniales en estafilínidos recolectados en el sendero Los Quetzales, Parque Nacional Volcán Barú, Chiriquí.

Variable	Época lluviosa	Época seca
No. de individuos (talos)	47	53
Riqueza de especies	5	6
Índice de Shannon-Weaver	0.59	1.04

Los Laboulbeniales prefieren poblaciones densas y estables de insectos (Santamaria 2001). La baja diversidad para ambas épocas posiblemente se debe a la baja disponibilidad de estafilínidos. Por ejemplo, el hospedante *Philontus* sp. fue el más abundante y presentó varias especies de Laboulbeniales. También la baja diversidad pudo estar influenciada por el método de muestreo (trampas de caída) que se implementó en el estudio, porque los estafilínidos se encuentran en diversos hábitats y no solo en el suelo como los carábidos.

8.5. Comparación de Laboulbeniales en carábidos y estafilínidos

En el sendero Los Quetzales los Laboulbeniales en los carábidos presentaron un total de 720 individuos (talos) en comparación con los estafilínidos que fueron 100. La riqueza de especies en carábidos es de 16 especies de Laboulbeniales y en estafilínidos de nueve especies. La diversidad de especies de hongos en carábidos fue media (H' = 1.90) y en los estafilínidos fue baja (H' = 0.97) (Cuadro 5).

Cuadro 5. Comparación de Laboulbeniales en carábidos y estafilínidos recolectados en el sendero Los Quetzales, Parque Nacional Volcán Barú, Chiriquí.

Variable	Laboulbeniales en carábidos	Laboulbeniales en estafilínidos
No. de individuos (talos)	720	100
Riqueza de especies	16	9
Índice de Shannon-Weaver	1.90	0.97

Las familias Carabidae y Staphylinidae abarcan más del 50 % de especies (28.4 y 25.3 % respectivamente) de Laboulbeniales (Santamaria 2001). Además, Thaxter (1895) comparó las especies y los géneros de hongos representados por hospedantes y se encontró que Carabidae supera a todas las demás familias de insectos en cuanto a la cantidad de especies, mientras que, el número de géneros es relativamente más pequeño. Estos estudios corroborán que los carábidos presentan mayor riqueza de especies que los estafilínidos.

Tavares 1979 citado en: Haelewaters (2012), reafirma que la mayor cantidad de hospedantes pertenecen a la familia Carabidae y Staphylinidae, donde Staphylinidae está parasitada por 49 géneros de los Laboulbeniales y Carabidae está parasitada por 15 géneros. Los datos obtenidos en este estudio corroboran los datos ya existentes, en el cual la familia Carabidae representa la mayor cantidad de especies de Laboulbeniales, pero presenta menor cantidad de géneros (2). En comparación la familia Staphylinidae obtuvo menor cantidad de especies de Laboulbeniales, pero presentó mayor cantidad de géneros (5).

También el método de muestreo pudo influir en la diversidad de los Laboulbeniales en estafilínidos, porque estos insectos no solo se encuentran en el suelo como los carábidos sino en diversos hábitats. El método de muestreo utilizado para la captura de ambas familias fue las trampas de caída, con un esfuerzo de muestreo igual. Debido a la diversidad de hábitats de los estafilínidos se sugiere utilizar varios métodos de muestreo para la captura de estos insectos. Por otra parte, si se toma en cuenta el tamaño de cada individuo infestado, la proporción de las partes del cuerpo fue mayor en los carábidos que en los estafilínidos, quizás esta condición contribuyó a que se anclen mayor cantidad de talos en el exoesqueleto del insecto.

8.6. Descripción de carábidos

En el sendero Los Quetzales se recolectaron un total de 121 individuos de carábidos, de los cuales 85 individuos (70.2 %) estaban infestados con Laboulbeniales. Los 85 carábidos infestados corresponden a siete especies: *Galerita* sp., *Goniocellus* sp., *Notiobia* sp., *Platynus* sp. 1, *Platynus* sp. 2, *Platynus* sp. 3 y *Platynus* sp. 4. A continuación se presentan las tribus y descripciones de cada uno.

Tribu Galeritini

Galeritini presenta dos subtribus con cinco géneros y 136 especies (Martínez 2005). Habitan en bosques tropicales húmedos, sus especies son nocturnas y se encuentra en Panamá (Martínez 2005).

***Galerita* sp.:** es de color marrón oscuro, presenta el cuerpo alargado con una longitud de 18-20 mm, la cabeza es ancha con dos pares de puntos setíferos supraorbitales, se puede apreciar el cuello, las antenas son filiformes, el pronoto es de forma variable, élitros con margen apical truncado y las patas son de color marrón oscuro, excepto las tibias que son de color marrón claro (Fig. 12 parte 1).

Tribu Harpalini

Es muy diversa dentro de la familia Carabidae, se pueden encontrar en todas las regiones zoogeográficas propuesta por (Noonan 1976 citado en: Martínez 2005). Habitan en la hojarasca de bosques tropicales húmedos, desde tierras altas hasta bajas. Está presente en Panamá y Colombia (Martínez 2005).

***Goniocellus* sp.:** presenta el cuerpo de color negro, tiene una longitud de 6 mm; la cabeza es más ancha que larga; las antenas son filiformes; mentón con dientes; pronoto transverso; élitros con ápices enteros con todas las estrías marcadas y las patas de color marrón claro (Fig. 12 parte 2).

***Notiobia* sp.:** presenta el cuerpo de color negro, tiene una longitud de 10 mm; las antenas son filiformes, el pronoto es transverso; los élitros con ápices enteros, las patas son de color marrón claro (Fig. 12 parte 3).

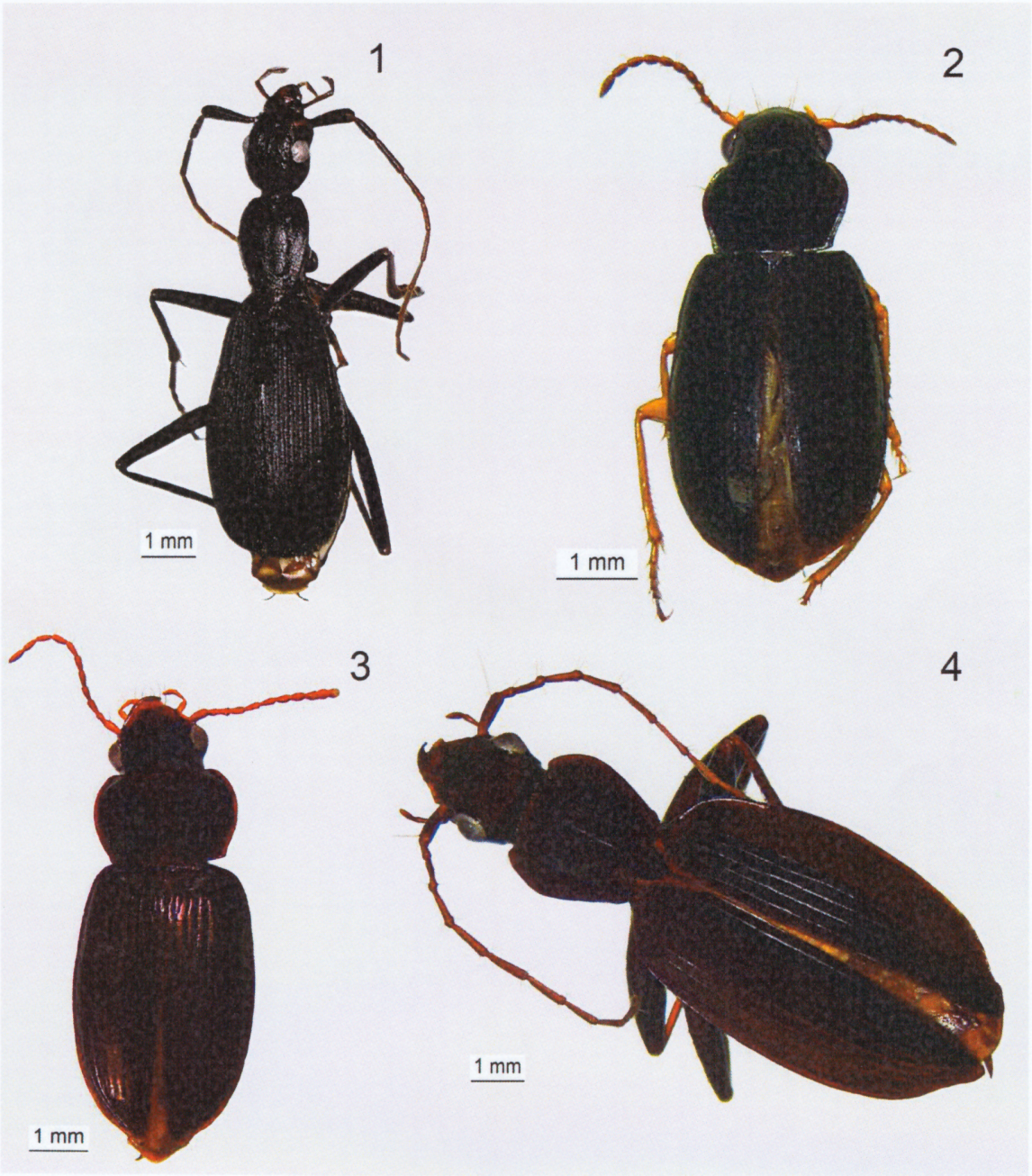

Fig. 12. Carábidos infestados con Laboulbeniales. 1. *Galerita* sp. (Galeritini); 2. *Goniocellus* sp. (Harpalini); 3. *Notiobia* sp. (Harpalini); 4. *Platynus* sp. 1 (Platynini).

Tribu Platynini

Es de amplia distribución, son más diversos en el trópico. Se encuentran desde tierras altas a bajas, habitan en hojarasca, ramas y troncos de árboles; son nocturnos, principalmente los adultos (Martínez 2005).

En este estudio se encontraron cuatro Morfoespecies del género *Platynus* con las siguientes características:

***Platynus* sp. 1:** presenta el cuerpo glabro de color marrón oscuro, tiene una longitud de 12 mm, la cabeza es más larga que ancha con dos pares de puntos sedíferos supraorbitales, las antenas son filiformes, el pronoto es cordado, el élitro con margen entero, sin plica, sus patas son largas de color marrón claro y tienen uñas simples (Fig. 12 parte 4).

***Platynus* sp. 2:** presenta el cuerpo glabro de color negro, tiene una longitud de 13 mm, las antenas son filiformes, el pronoto es cordado, élitro con estrías borradas terminando en punta, sin plica, sus patas son largas de color negro y tiene uñas simples (Fig. 13 parte 5).

***Platynus* sp. 3:** presenta el cuerpo glabro de color metálico, tiene una longitud de 13 mm, las antenas son filiformes, el pronoto es cordado, élitro con margen entero, sus patas son largas de color negro y tiene uñas simples (Fig. 13 parte 6).

***Platynus* sp. 4:** presenta cuerpo glabro de color marrón claro, tiene una longitud de 9 mm, las antenas son filiformes, el pronoto es cordado, élitro con margen entero, sus patas son largas de color marrón y tiene uñas simples (Fig. 13 parte 7).

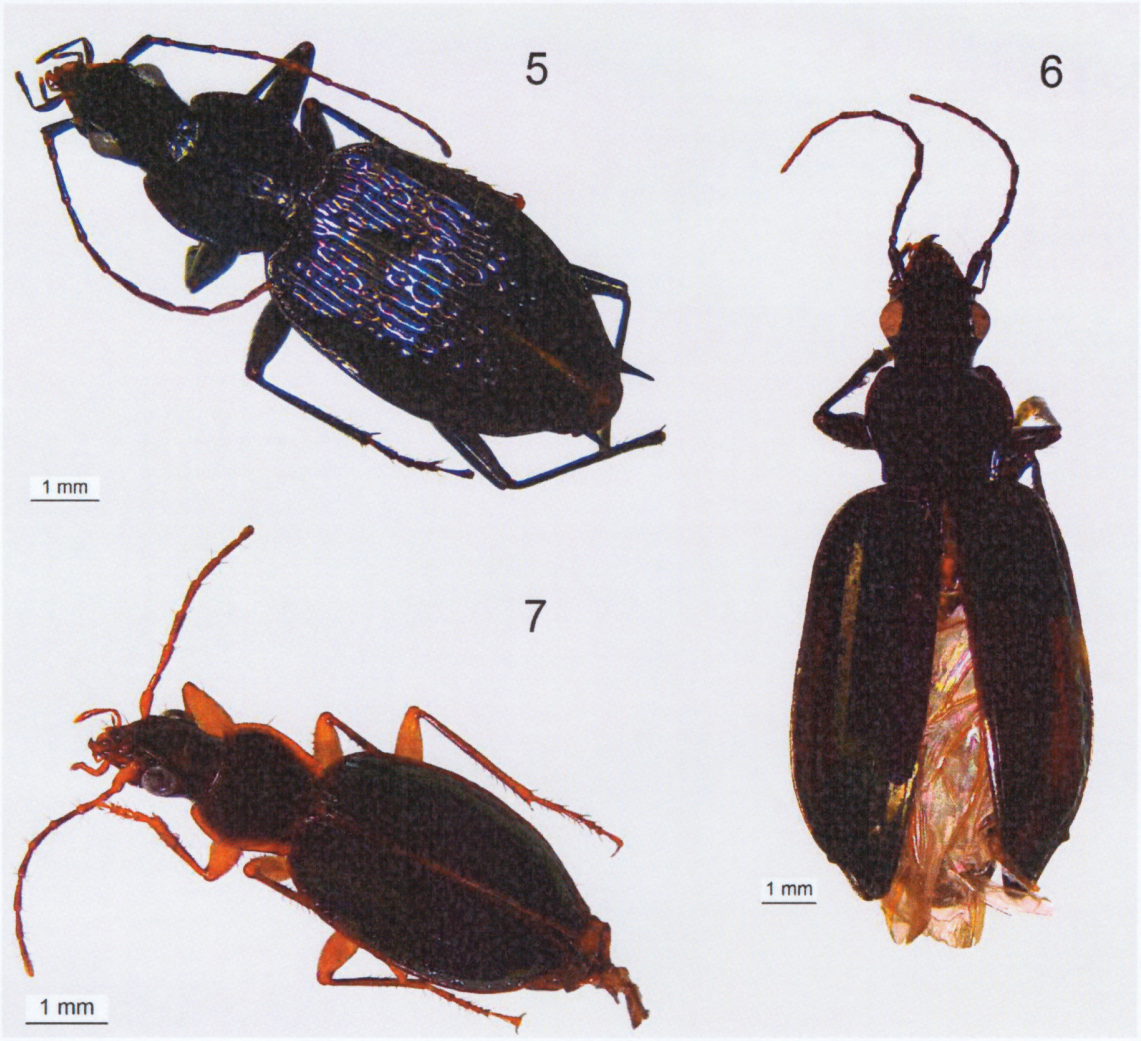

Fig. 13. Carábidos infestados con Laboulbeniales. 5. *Platynus* sp. 2 (Platynini); 6. *Platynus* sp. 3 (Platynini); 7. *Platynus* sp. 4 (Platynini).

8.6.1. Abundancia de carábidos

El género *Platynus* fue el más abundante en este estudio con 47 individuos infestados, dentro de este género la especie *Platynus* sp. 1 fue la más abundante con 51.8 % (44 individuos), seguido de *Galerita* sp. con 35.3 % (30 individuos). Las especies que presentaron menor abundancia fueron *Goniocellus* sp. con 7.1 % (6 individuos), *Notiobia* sp. con 2.4 % (2 individuos). Además, en el género *Platynus*, las especies sp. 2, sp. 3 y sp. 4 presentaron una abundancia muy baja con 1.2 % (1 individuo cada uno) (Cuadro 6).

Cuadro 6. Abundancia de carábidos infestados en el sendero Los Quetzales, Parque Nacional Volcán Barú, Chiriquí.

Taxa	2016				2017				Total	%
	Ago	Sep	Oct	Dic	Ene	Feb	Mar	May		
Platynus sp. 1	5	3	2	9	1	4	8	12	**44**	**51.8**
Galerita sp.	2	5	2	7	5	0	5	4	**30**	**35.3**
Goniocellus sp.	3	0	1	0	0	1	0	1	**6**	**7.1**
Notiobia sp.	0	1	0	1	0	0	0	0	**2**	**2.4**
Platynus sp. 2	0	0	0	0	0	0	0	1	**1**	**1.2**
Platynus sp. 3	0	0	0	0	0	0	0	1	**1**	**1.2**
Platynus sp. 4	0	0	0	0	0	0	0	1	**1**	**1.2**
Total	**10**	**9**	**5**	**17**	**6**	**5**	**13**	**20**	**85**	**100.0**

Valdés & Villarreal (2005) obtuvieron datos similares donde el género *Platynus* fue el más abundante con 95.4 %. Mientras que Castillo & Espinosa (2013) observaron que el género *Galerita* fue el más abundante con 61 % y en este trabajo los géneros más abundantes fueron *Platynus* (55.4 %) y *Galerita* (35.3 %).

Camero (2003) sugiere que la abundancia de los carábidos en áreas de gran altitud está relacionada al grado de conservación, debido a que no hay actividad humana. Además, la cobertura vegetal, especialmente la hojarasca, juega un papel importante en la regulación del microclima cerca del suelo, debido a que genera las condiciones ambientales apropiadas para los artrópodos (Sayer 2005). Por otra parte, García (2015) indica que la alteración en la estructura de la vegetación a consecuencia de las actividades antropogénicas, tiene un mayor impacto sobre la

composición de los artrópodos del suelo, porque afectan los recursos de los que dependen para su subsistencia. Posiblemente la alta abundancia de los géneros *Platynus* y *Galerita* se debe a la cobertura vegetal, a la disponibilidad de alimento y a los microclimas regulados por la hojarasca del sendero Los Quetzales, lo que facilitó las condiciones óptimas para el desarrollo de estos individuos y les permitio cumplir los requisitos para que fueran hospedantes adecuados, para ser infestados por hongos ectoparásitos.

8.6.2. Índice de diversidad de carábidos

En el sendero Los Quetzales, los carábidos presentaron en época lluviosa 41 individuos infestados y 44 en época seca. La riqueza de especies para la época lluviosa fue de cuatro especies y en época seca fue de seis especies. La diversidad de especies de carábidos fue baja para ambas épocas (época lluviosa H' = 1.10 y en la época seca H' = 1.08) (Cuadro 7).

Cuadro 7. Valores de diversidad de carábidos infestados en época lluviosa y seca recolectados en el sendero Los Quetzales, Parque Nacional Volcán Barú, Chiriquí.

Variable	Época lluviosa	Época seca
No. de individuos	41	44
Riqueza de especies	4	6
Índice de Shannon-Weaver	1.10	1.08

El estudio de Valdés & Villarreal (2005) presentó una diversidad baja de carábidos en ambas épocas (H' = 1.30 época seca y de H' = 0.75 época lluviosa) y argumentan que se debe a que el área de estudio estaba ubicada en un bosque secundario. Castillo & Espinosa (2013) obtuvieron una diversidad media en la época lluviosa (H' = 1.62) y baja en la época seca (H' = 1.34) y aseguran que la diversidad de carábidos tiende a ser baja en bosques secundarios y áreas intervenidas.

Camero (2003) indica que los bosques primarios presentan mayor diversidad de carábidos, porque son más conservados. Walsh *et al.* (1993) citado en: Camero (2003) menciona que los carábidos en zonas con muchas perturbaciones presentan una disminución de sus especies. Además, Chen *et al.* (1999) citado en: García (2015) señala que de la estructura de la vegetación dependen las condiciones microclimáticas que afectan los carábidos. Posiblemente la baja diversidad de los carábidos en ambas épocas (seca y lluviosa) se deba al área de estudio (sendero Los Quetzales), que presenta un bosque secundario y quizás este se ve alterado por la práctica de senderismo u otras actividades que se realizan dentro del sendero.

8.7. Descripción de los estafilínidos

En el sendero Los Quetzales se recolectaron un total de 526 estafilínidos, de los cuales 44 individuos (8.39 %) estaban infestados con Laboulbeniales. Los 44 individuos infestados corresponden a nueve especies de estafilínidos: *Diestota* sp., *Hoplandria* sp., *Oxytelus* sp., *Philonthus* sp. 1, *Philonthus* sp. 2, *Platydracus* sp., *Sciotrogus* sp. y dos morfoespecies. A continuación, se presenta las subfamilias y descripciones de cada una.

Subfamilia Aleocharinae

La subfamilia Aleocharinae es la más grande de los Staphylinidae, presenta más de 1 700 géneros y 12 000 especies descritas. Dentro del orden Coleoptera está subfamilia es la más difícil de identificar por sus características taxonómicas. Estos insectos son muy abundantes y viven en diversos microhábitats como hojarasca, suelo, carroña, en excremento, material vegetal en descomposición y en nidos (Navarrete-Heredia *et al.* 2002).

***Diestota* sp.:** presenta el cuerpo completamente de color marrón claro; tiene una longitud de 3.1 mm; antenas filiformes con 11 artejos e inserciones ubicadas entre los ojos; élitros cortos; abdomen con seis esternitos visibles y fórmula tarsal 4-4-5 (Fig. 14 parte 1).

***Hoplandria* sp.:** presenta el cuerpo de color marrón oscuro, tiene una longitud de 4 mm; antenas filiformes con 11 artejos e insertadas detrás del margen de los ojos; élitros cortos; abdomen con seis esternitos visibles y fórmula tarsal 4-5-5 (Fig. 14 parte 2).

Subfamilia Oxytelinae

La subfamilia Oxytelinae está constituida por 44 géneros y cerca de 2 000 especies en el mundo. Viven en diversos hábitats como hongos en descomposición, carroña, a orillas de las corrientes de agua y en hojarasca (Navarrete-Heredia *et al.* 2002).

***Oxytelus* sp.:** presenta el cuerpo de color negro, excepto en los élitros y patas que son de color marrón claro; tiene una longitud 2-4 mm; las antenas con diez artejos,

ubicadas por delante de los ojos; el pronoto presenta tres carinas longitudinales; los élitros son cortos; abdomen con siete esternitos visibles y el terguito abdominal II con una impresión basolateral curva (Fig. 14 parte 4).

***Sciotrogus* sp.:** presenta el cuerpo de color marrón a negro, tiene una longitud de 2.2 mm; antenas con diez artejos e insertadas en el margen anterior de los ojos; élitros cortos y el abdomen con siete esternitos visibles (Fig. 14 parte 3).

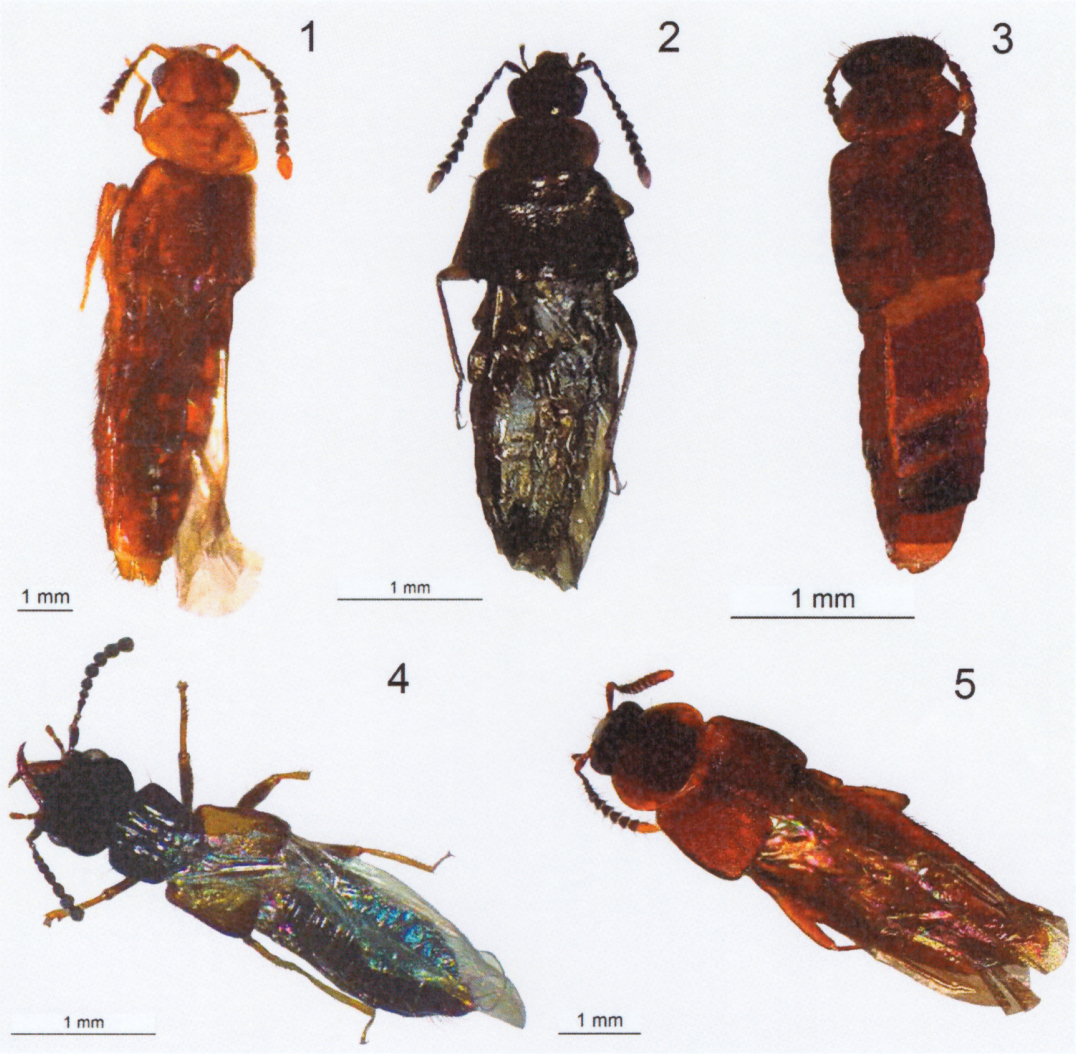

Fig. 14. Estafilínidos infestados con Laboulbeniales. 1. *Diestota* sp. (Aleocharinae); 2. *Hoplandria* sp. (Aleocharinae); 3. *Oxytelus* sp. (Oxytelinae); 4. *Sciotrogus* sp. (Oxytelinae); 5. *Philonthus* sp. 1 (Staphylininae).

Subfamilia Staphylininae

La subfamilia Staphylininae ocupa el segundo lugar de las subfamilias con más especies. Se conocen a nivel mundial cerca de 300 géneros y alrededor de 7 000 especies. Son especies depredadoras, viven en diversos hábitats como hojarasca, borde de arroyos, cuevas, troncos caídos y en nidos de diferentes animales (Navarrete-Heredia *et al.* 2002).

En este estudio se identificaron dos morfoespecies del género *Philonthus* con las siguientes características:

***Philonthus* sp. 1:** presenta el cuerpo de color marrón claro excepto en la cabeza que es negro, tiene una longitud de 6 mm, las antenas con diez artejos que están insertadas sobre la superficie de la cabeza entre los ojos, el hipomerón del pronoto está dirigido hacia adentro, los élitros son cortos, metacoxas con formas triangulares y el abdomen con seis esternitos abdominales visibles (Fig. 14 parte 5).

***Philonthus* sp. 2:** presenta el cuerpo completamente de color marrón claro, tiene una longitud de 5 mm; las antenas con diez artejos están insertadas sobre la superficie de la cabeza entre los ojos; el hipomerón del pronoto está dirigido hacia adentro; los élitros son cortos; metacoxas con formas triangulares y el abdomen con seis esternitos visibles (Fig. 15 parte 6).

***Platydracus* sp.:** presenta el cuerpo completamente de color negro, tiene una longitud de 9 mm; antenas con diez artejos e insertadas en el margen anterior de los ojos; los élitros son cortos y el abdomen con seis esternitos visibles (Fig. 15 parte 7).

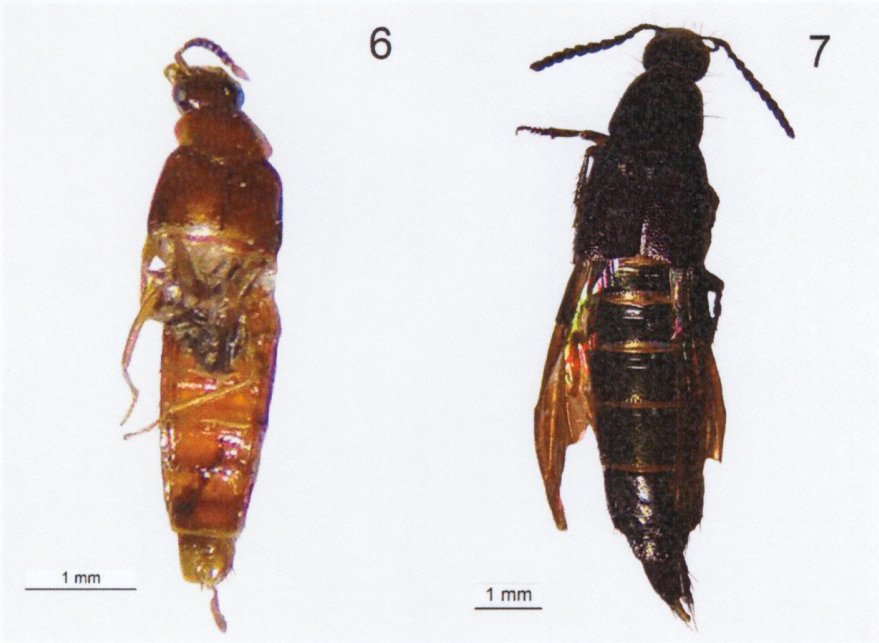

Fig. 15. Estafilínidos infestados con Laboulbeniales. 6. *Philonthus* sp. 2 (Staphylininae); 7. *Platydracus* sp. (Staphylininae).

En este estudio se clasificaron dos morfoespecies de Staphylinidae con las siguientes características:

Morfoespecie 1: presenta el cuerpo de color marrón oscuro, excepto en las patas que son marrón claro; tiene una longitud 4 mm; las antenas con diez artejos, ubicadas por delante de los ojos; los élitros cortos y el abdomen con siete esternitos visibles. Los especímenes de esta morfoespecie solo se identificaron hasta la subfamilia Oxytelinae.

Morfoespecie 2: Los especímenes de esta morfoespecie no se lograron identificar debido al deterioro de las estructuras al momento de la extracción de los hongos.

8.7.1. Abundancia de estafilínidos

El género *Philontus* fue el más abundante con 27 individuos infestados, la especie *Philontus* sp. 1 fue la más abundante con 59.1 % (26 individuos), seguido de la Morfoespecie 2 con 9.1 % (cinco individuos) *Hoplandria* sp., *Philontus* sp. 2 y *Platydracus* sp. presentaron una abundancia muy baja con 2.3 % (un individuo cada uno) (Cuadro 8).

Cuadro 8. Abundancia de estafilínidos infestados en el sendero Los Quetzales, Parque Nacional Volcán Barú, Chiriquí.

Taxa	2016				2017				Total	%
	Ago	Sep	Oct	Dic	Ene	Feb	Mar	May		
Philontus sp. 1	0	2	0	3	1	3	0	17	26	**59.1**
Morfoespecie 2	3	1	0	1	0	0	0	0	5	**9.1**
Diestota sp.	0	0	0	2	0	1	0	0	3	**6.8**
Oxytelus sp.	1	1	0	0	0	1	0	0	3	**6.8**
Morfoespecie 1	0	0	2	0	0	0	1	0	3	**6.8**
Sciotrogus sp.	1	0	0	0	0	1	0	0	2	**4.5**
Hoplandria sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	1	**2.3**
Philontus sp. 2	1	0	0	0	0	0	0	0	1	**2.3**
Platydracus sp.	0	0	0	0	0	0	1	0	1	**2.3**
Total	**6**	**4**	**2**	**6**	**1**	**6**	**2**	**17**	**44**	**100.0**

Los hábitats que ocupan los estafilínidos son muy diversos, especialmente aquellos con mayor humedad (Navarrete-Heredia *et al.* 2002). Numa *et al.* (2012) citado en: Jiménez *et al.* (2013) indican que la variabilidad dentro de la abundancia se ve influenciada principalmente por la vegetación, debido a que los animales pueden obtener mayor disponibilidad de recursos durante todo el año. Además, Driscoll & Weir (2005) citado en: Trujillo *et al.* (2015) mencionan que la reproducción, ciclo de vida y la alimentación se ven influenciadas por la alta fertilidad del suelo, aumentando las poblaciones de Staphylinidae.

La hojarasca es un microhábitat que brinda las condiciones adecuadas como alimento, protección y humedad para albergar diversas especies (Lozada 2010). De manera que el hábitat ideal para la familia Staphylinidae es la hojarasca, allí se

encuentran representantes de todas las subfamilias que utilizan la materia orgánica en descomposición como alimento (Navarrete-Heredia *et al.* 2002). Además, García *et al.* (2001) señala que la comunidad de estafilínidos se encuentra principalmente influenciada por la humedad de la hojarasca, porque cuando la humedad aumenta, se presenta una mayor riqueza de especies. El género *Philontus* es muy resistente a las condiciones del clima y a la vegetación (Jiménez *et al.* 2013). También es considerado como depredador, debido a que se alimenta de diversos insectos e incluso de la misma familia Staphylinidae (Navarrete-Heredia *et al.* 2002). Posiblemente la alta abundancia del género *Philontus* se debe a su conducta alimenticia y de supervivencia, debido a que se caracteriza por ser depredador y alimentarse de otros estafilínidos, razón que no permite mayor abundancia de otras especies en el área, lo que facilitó a estos individuos su desarrollo adecuado e influyó para que cumplieran las cualidades y los requistos para ser hospedantes idóneos de Laboulbeniales.

8.7.2. Índice de diversidad de estafilínidos

En el sendero Los Quetzales los estafilínidos presentaron en época lluviosa 18 individuos infestados y 26 en época seca. La riqueza de especies para época lluviosa fue de ocho especies y en época seca fue de seis. La diversidad de especies de estafilínidos para la época lluviosa fue media (H' = 1.90) y para la época seca fue baja (H' = 0.80) (Cuadro 9).

Cuadro 9. Valores de diversidad de estafilínidos infestados en época lluviosa y seca recolectados en el sendero Los Quetzales.

Variable	Época lluviosa	Época seca
No. de individuos	18	26
Riqueza de especies	8	6
Índice de Shannon-Weaver	1.90	0.80

Según Sissa-Dueñas & Navarrete-Heredia (2016) los bosques húmedos tropicales presentan una gran diversidad y riqueza de especies de estafilínidos. Es posible que la diversidad se debe a la variedad de hábitats en los que se pueden encontrar como hojarasca, carroña, troncos en descomposición, musgos, estiércol, a orillas de arroyos, charcas, ciénegas, pántanos, entre otros (Navarrete-Heredia *et al.* 2002). Según Jiménez *et al.* (2009) en zonas áridas durante la época de lluvias el proceso de reproducción de las especies de estafilínidos concuerda con el tiempo de mayor acceso de recursos.

El método de colecta que captura a los estafilínidos más activos son las trampas de caída (Bohac 1999) y tiende a capturar especies de mayor tamaño (Olson 1994), principalmente los de la subfamilia Staphylininae (Gutiérrez-Chacón & Ulloa-Chacón 2006). Según García *et al.* (2001) si se quiere obtener muchos representantes de los estafilínidos, sugiere utilizar varios métodos complementarios de captura, debido a su variedad de microhábitats. Además, Sissa-Dueñas & Navarrete-Heredia (2016) señalan que hay mayor efectividad de captura de individuos de estafilínidos al utilizar cebos o atrayentes, porque al no colocar ningún tipo de atrayente a las trampas de caída estas presentan un bajo número de individuos. Posiblemente la diversidad media para la época lluviosa se deba a que los estafilínidos estuvieron más activos por la disponibilidad de alimento y su actividad reproductiva, estas condiciones contribuyeron a una mayor cantidad de especies hospedantes infestados que en la época seca. Por otra parte, quizás la diversidad baja pudo estar influenciada por el método de muestreo, debido a que en las trampas de caída no se utilizó ningún tipo de atrayente, ni se implementó otro método complementario para la captura de los mismos.

8.8. Estructuras con mayor infestación de Laboulbeniales

En este estudio se evaluaron para ambas familias de Coleoptera (Carabidae y Staphylinidae) las estructuras con mayor infestación del orden Laboulbeniales, presentándose de la siguiente manera:

8.8.1. Carábidos

En los carábidos las estructuras con mayor número de infestación por Laboulbeniales fueron los élitros (174 hongos), el pronoto (123), el fémur (107) y en menor cantidad el aparato bucal (cuatro), la frente y la procoxa (tres) y el mentón (uno) (Fig. 16).

Las estructuras se agruparon en cuatro partes la cabeza (aparato bucal, antena, palpo labial, ojo, frente y mentón), tórax (pronoto y proesternón), abdomen (pigidio, élitros, escutelo, epipleura, procoxa, mesoesternón, metaesternón, metacoxa, mesocoxa y abdomen) y patas (fémur, trocánter, tarso y tibia). Se realizó una prueba chi cuadrado de Bondad de Ajuste (x^2= 238.86, gl= 3 y p= 0.0001) donde se encontró que existen diferencias altamente significativas en la infestación de las diferentes partes de cuerpo de los carábidos, lo cual indica que algunas partes de los carábidos son más infestadas por Laboulbeniales que el resto del cuerpo.

Valdés & Villarreal (2005) determinaron que los géneros *Laboulbenia* y *Rhachomyces* pueden infestar cualquier estructura del escarabajo, pero tienden a preferir el área dorsal. La trasmisión directa del hospedante es lo que ocurre en la mayoría de los casos, aunque también se da la trasmisión indirecta, como la intervención del suelo como depósito de las ascosporas, demostrandose en algunos hospedantes que presentan hongos solamente en los tarsos (Santamaria 2001). Según Benjamin & Shanor (1952) el macho infestado en el momento del apareamiento transmite las esporas infestando el élitro de la hembra, sin embargo, si la hembra está infestada, las esporas se adhieren en el fémur del macho.

Haelewaters (2011) indica que la auto-infección puede ser influenciada por el hospedante en el momento de limpiarse. Los resultados obtenidos en este estudio coinciden con las afirmaciones de los diferentes autores y es posible que en los

carábidos la mayor infestación sea por la transmisión directa en estructuras como élitro, pronoto y fémur que contenían la mayor cantidad de talos. También es posible que se de la autoinfección o la infección indirecta en las otras partes del cuerpo del insecto.

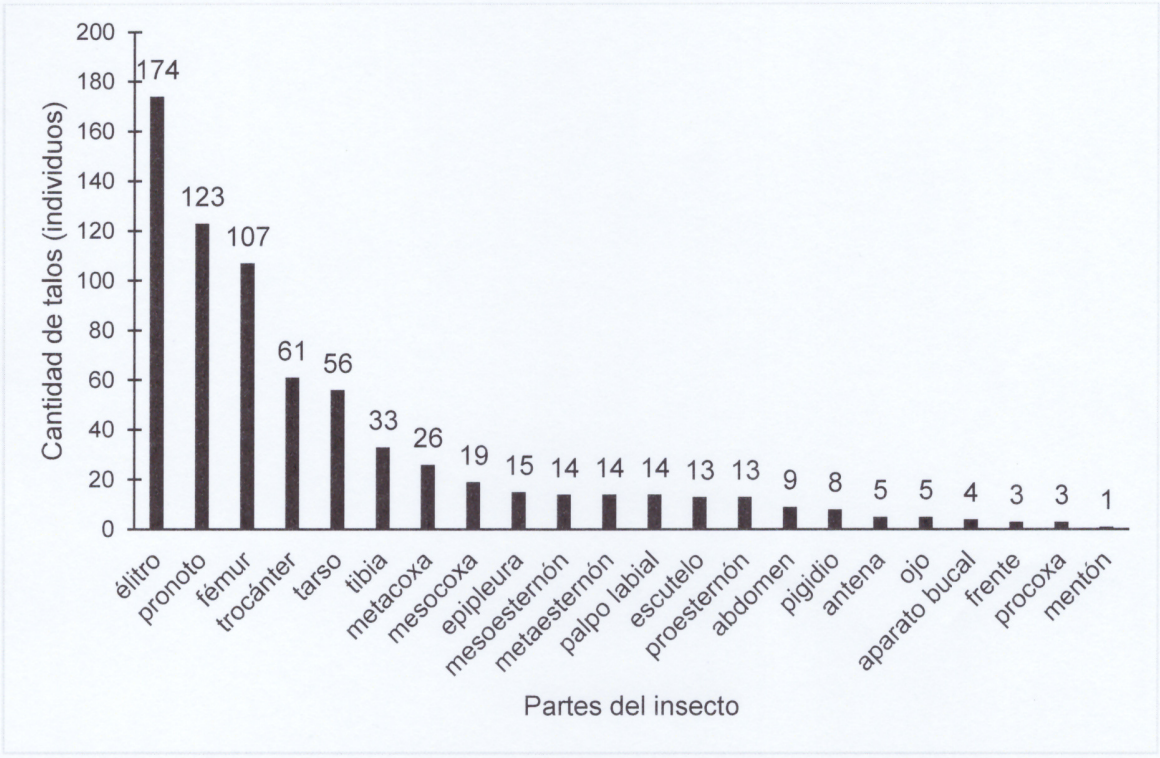

Fig. 16. Partes del cuerpo del carábido infestado por Laboulbeniales.

8.8.2. Estafilínidos

En los estafilínidos las estructuras con mayor número de infestación por Laboulbeniales fueron el abdomen (55 talos), aparato bucal (13), el fémur (ocho) y con menor infestación fueron los élitros, el metaesternón y el tarso (uno) (Fig. 17).

Los datos se agruparon en cuatro partes: la cabeza (aparato bucal, antena y cabeza), tórax (pronoto y proesternón), abdomen (élitro, metaesternón y abdomen) y patas (fémur, tibia y tarso). Se realizó una prueba chi cuadrado de Bondad de Ajuste (x^2= 56.56, gl= 3 y p= 0.0001) donde se encontró que existen diferencias altamente significativas en la infestación de las diferentes partes de cuerpo de los

estafilínidos, lo cual indica que algunas partes de los estafilínidos son más infestadas por Laboulbeniales que el resto del cuerpo.

El hospedante juega un papel determinante para los posibles ataques por parte del parásito (Santamaria 2001). Majewski (1994) citado en: Santamaria (2001) menciona que algunas especies de Laboulbeniales prefieren áreas del cuerpo con un tegumento muy delgado para desarrollarse. Hammond (1995) citado en: Weir & Hammond (1997) enfatizó la importancia del factor humedad, las características de la cutícula y las defensas del hospedantes en el éxito de la infestación. Es posible que lo mencionado anteriormente explique porque el abdomen fue la estructura más infestada, ya que en los estafilínidos el abdomen presenta un tegumento delgado, que le permite al hongo adherirse fácilmente a esta estructura, siendo este un factor importante que influyó en la cantidad de talos.

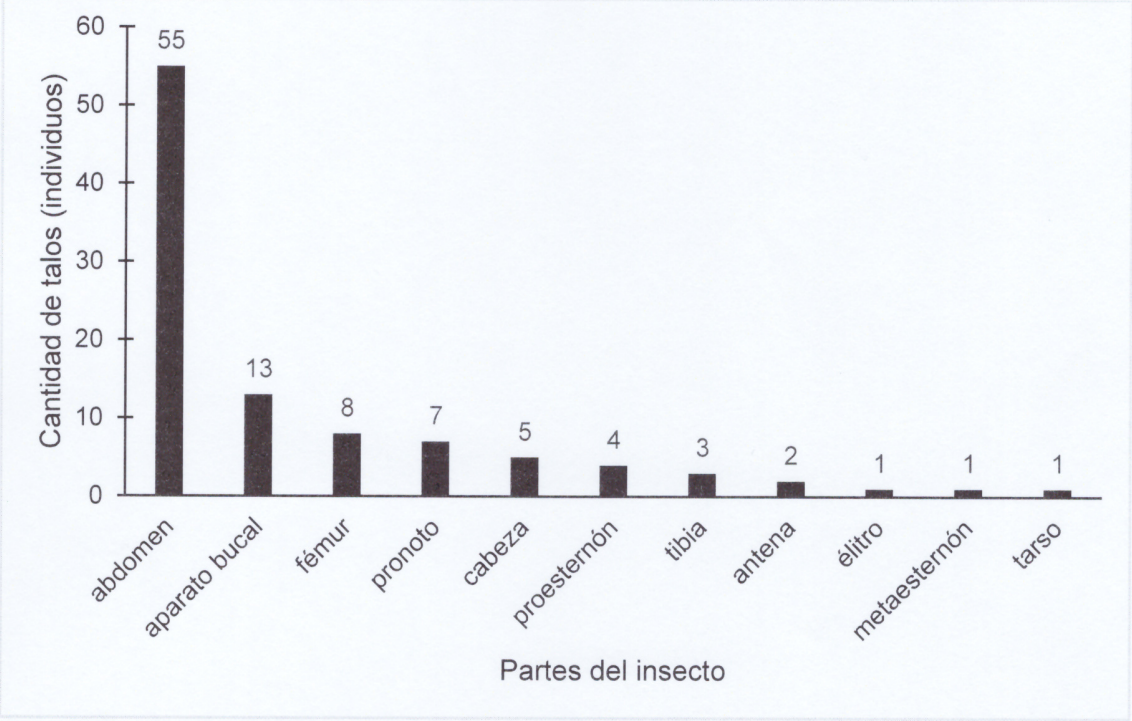

Fig. 17. Partes del cuerpo de los estafilínidos infestado por Laboulbeniales.

9. Conclusiones

- En los carábidos se encontraron 720 talos de Laboulbeniales, los cuales representaron un total de 16 distintas especies en dos géneros: *Laboulbenia* y *Rhachomyces*.
- Se identificaron en los carábidos las especies de hongos *Laboulbenia decipiens, L. flagellata, L. perplexa, L. pseudomasci, L. pterostichi, L.* cf. *punctata, L. rigida, L. scelophila, L. subpunctata, Laboulbenia* sp. 1, *Laboulbenia* sp. 2, *Laboulbenia* sp. 3, *Laboulbenia* sp. 4, *Laboulbenia* sp. 5, *Rhachomyces dolicaontis* y *Rhachomyces* sp. 1.
- Las especies de Laboulbeniales más abundantes sobre carábidos fueron *Laboulbenia decipiens*, *L. perplexa* y *L. subpunctata*.
- La diversidad de especies de Laboulbeniales en carábidos fue baja (H' = 1.36) en época lluviosa y media (H' = 2.15) en época seca.
- En los estafilínidos se encontraron 100 talos de Laboulbeniales los cuales representaron un total de nueve especies en cinco géneros: *Dimorphomyces*, *Eumonoicomyces*, *Kleidiomyces*, *Monoicomyces* y *Rhachomyces*.
- Se identificaron en los estafilínidos las especies de hongos *Dimorphomyces* sp. 1, *Dimorphomyces* sp. 2, *Kleidiomyces hoplandriae*, *Monoicomyces barberi*, *M. furcatus*, *Eumonocomyces invisibilis*, *Rhachomyces* sp. 2, morfoespecie 1 y morfoespecie 2.
- Se reportan para Panamá seis nuevas especies de Laboulbeniales: *L. pterostichi*, *L. scelophila*, *Rhachomyces dolicaontis*, *Monoicomyces barberi*, *M. furcatus* y *Eumonoicomyces invisibilis*. Además, nueve nuevos hospedantes *Platynus* sp. 1, *Goniocellus* sp., *Notiobia* sp., *Philonthus* sp. 1, *Philonthus* sp. 2, *Diestota* sp., *Oxytelus* sp., *Sciotrogus* sp. y *Platydracus* sp.
- La especie *Kleidiomyces hoplandriae* fue la más abundante sobre estafilínidos.
- La diversidad de especies de Laboulbeniales en estafilínidos fue baja en ambas épocas (época lluviosa H' = 0.59 y época seca H' = 1.04).

- La diversidad de especies de Laboulbeniales en los carábidos fue media (H' = 1.90) y en los estafilínidos fue baja (H' = 0.97).
- Se recolectaron un total de 121 individuos de carábidos, de los cuales 85 individuos (70.2 %) estaban infestados con Laboulbeniales.
- Se identificaron siete especies de carábidos *Galerita* sp., *Goniocellus* sp., *Notiobia* sp., *Platynus* sp. 1, *Platynus* sp. 2, *Platynus* sp. 3 y *Platynus* sp. 4.
- El género *Platynus* presentó la mayor abundancia en el área de estudio.
- La diversidad de especies de carábidos fue baja en ambas épocas (época lluviosa H' = 1.10 y seca H' = 1.08).
- Se recolectaron un total de 526 individuos de estafilínidos, de los cuales 44 individuos (8.39 %) estaban infestados con Laboulbeniales.
- Se identificaron siete especies de estafilínidos *Diestota* sp., *Hoplandria* sp., *Oxytelus* sp., *Philonthus* sp. 1, *Philonthus* sp. 2, *Platydracus* sp., *Sciotrogus* sp. y dos morfoespecies.
- El género *Philontus* fue el más abundante en los estafilínidos.
- La especie *Philontus* sp. 1 fue la más abundante en la época lluviosa y seca.
- La diversidad de especies de estafilínidos para la época lluviosa fue media (H' = 1.90) y para la época seca fue baja (H' = 0.80).
- Las partes del cuerpo de los carábidos que presentaron mayor cantidad de talos de Laboulbeniales fueron el élitro, pronoto y fémur.
- Las partes del cuerpo de los estafilínidos que presentaron mayor cantidad de talos de Laboulbeniales fueron el abdomen y aparato bucal.
- Existen diferencias altamente significativas en la cantidad de talos de Laboulbeniales que infestan las diferentes partes del cuerpo de los carábidos y estafilínidos.

10. Recomendaciones

- Mejorar la efectividad de captura de los estafilínidos implementando técnicas complementarias como el método Winkler, recolección de hojarasca y trampas de caída con cebo o atrayentes.

- Utilizar otro reactivo para la preservación de los Laboulbeniales en las placas microscópicas, debido a que el reactivo que se utilizó (lactofenol) se secaba o llenaba de burbujas.

- Ampliar las investigaciones sobre Laboulbeniales con el propósito de incrementar el conocimiento de la diversidad de estos hongos en Panamá.

- Efectuar investigaciones de Laboulbeniales en otras familias de hospedantes.

- Realizar estudios en zonas bajas para evaluar la presencia de Laboulbeniales en carábidos y estafilínidos.

- Evaluar los diversos tipos de hábitat de los estafilínidos para determinar la riqueza de especies de Laboulbeniales en Panamá.

11. Bibliografía

ANAM (Autoridad Nacional del Ambiente). 2000. Autoridad Nacional del Ambiente. Parques Nacionales de Panamá. Ediciones Balboa. 111.

ANAM (Autoridad Nacional del Ambiente). 2004. Plan de Manejo del Parque Nacional Volcán Barú. 161.

Araúz, M. 2013. Cambio climático e insectos. Elaboración de una línea base con Carabidae de altura. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito, Ecuador.

Arenas-Clavijo, A. y C. E. Posso-Gómez. 2017. Carábidos (Coleoptera: Carabidae) del Museo de Entomología de la Universidad del Valle (Cali, Colombia). *Biota Colombiana*,*18*(2): 267-273.

Barragán, A., Bernardi, M. & W. Rossi. 2013. New records of Laboulbenia (Fungi, Ascomycota) from Ecuador and other countries. *Webbia*, *68*(1): 25-34.

Benjamin, R. K. & L. Shanor. 1952. Sex of host specificity and position specificity of certain species of *Laboulbenia* on *Bembidion picipes*. *American Journal of Botany*, *39*(2): 125-131.

Bernardi, M., Barragán, A. & W. Rossi. 2014. New records of Laboulbeniales (Fungi: Ascomycota) from Ecuador and other countries. *Webbia*, *69*(2): 281-289.

Betz, O., Irmler, U. & J. Klimaszewski. 2018. Biology of Rove Beetles (Staphylinidae): Life History, Evolution, Ecology and Distribution. Springer, 351.

Bohac, J. 1999. Staphylinid beetles as bioindicators. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, *74*: 357-372.

Camero, E. 2003. Caracterización de la fauna de carábidos (Coleoptera: Carabidae) en un perfil altitudinal de la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. *Revista de La Academia Colombiana de Ciencias*, *27*(105): 491-516.

Castillo, J. y B. Espinosa. 2013. Diversidad de Laboulbeniales asociados a carábidos (Coleóptera: Carabidae), Potrerillos Arriba, Chiriquí, Panamá.

Chatzimanolis, S., Ashe J. S. & R. S. Hanley. 2004. Diurnal/Nocturnal activity of rove beetles (Coleoptera: Staphylinidae) in Barro Colorado Island, Panama assayed by flight intercept trap. *The Coleopterists Bulletin*, *58*(4): 569-577.

Cocucci, A. y A. Hunziker. 1994. Los Ciclos Biológicos en el Reino Vegetal. Segunda Edición. Academia Nacional de Ciencias. Córdoba, Argentina. 1-39.

De Kesel, A. 2005. Variabiliteit van insectparasiterende Laboulbenia flagellata Peyr. (Ascomycetes, Laboulbeniales) in België. *Vlaamse Mycologen Vereniging*, *9*: 17-22.

De Kesel, A. & D. Haelewaters. 2014. *Laboulbenia slackensis* and *L. littoralis* sp. nov. (Ascomycota, Laboulbeniales), two sibling species as a result of ecological speciation. *Mycologia*, *106*(3): 407-414.

Espíndola, M. T. 2004. Rol de los carábidos en la regulación de la fauna de invertebrados hipóginos en praderas permanentes. Universidad de Austral de Chile.

Erwin, T. L. 2004. The beetle family Carabidae of Costa Rica and Panamá: Descriptions of four new genera and six new species with notes on their way of life (Insecta: Coleoptera). *Zootaxa*, *537*: 1-18.

Erwin, T., Micheli, C. & Chaboo, C., 2015. Beetles (Coleoptera) of Peru: A Survey of the Families, Carabidae. *Journal of the Kansas Entomological Society*, *88*(2), 151-162.

Frank, J. K. & M. C. Thomas. 2016. Rove Beetles of the World, Staphylinidae (Insecta: Coleoptera: Staphylinidae). University of Florida. 1-8.

García-Cárdenas, R., Armbrech I. y P. Ulloa-Chacón. 2001. Staphylinidae (Coleoptera): composición y mirmecofilia en bosques secos relictuales de Colombia. *Folia Entomológica Mexicana*, *40*(1): 1-10.

García, S. 2015. Efecto de las perturbaciones antropogénicas sobre carábidos y estafilínidos (Coleoptera: Carabidae, Staphylinidae) en paisaje forestal de Quercus pyrenaica del noroeste de España. Universidad de León.

Google. (s.f.). [Mapa del Sendero Los Quetzales, Panamá en Google Earth Pro]. Recuperado el 13 de octubre, 2018.

Gutiérrez-Chacón, C. y Ulloa-Chacón, P. 2006. Composición de estafilínidos (Coleoptera: Staphylinidae) asociados a hojarasca en tres localidades de la cordillera oriental de Colombia. *Folia Entomológica Mexicana*, *45*(2): 69-81.

Haelewaters, D. 2011. Laboulbeniales exploring and testing DNA extraction protocols, carrion beetle hosts and species in 'de Kaaistoep' (The Netherlands). University Ghent, 109.

Haelewaters, D. 2012. The first record of Laboulbeniales (Fungi, Ascomycota) on Ants (Hymenoptera, Formicidae) in The Netherlands. *Ascomycete.org*, *4*(3): 65-69.

Haelewaters, D., Verhaeghen, S. J. C., Ríos González, T., Bernal Vega, J. A. & R.V.

Villarreal Saucedo. 2017. New and interesting Laboulbeniales (Fungi, Ascomycota) from Panama and neighboring countries. *Nova Hedwigia*. *105*(3-4): 267-299.

Haelewaters, D. 2018. Studies of the Laboulbeniomycetes: Diversity, Evolution, and Patterns of Speciation. (Doctoral dissertation).

Haelewaters, D. & Pfister, D. 2019. Morphological species of *Gloeandromyces* (*Ascomycota, Laboulbeniales*) evaluated using single-locus species delimitation methods. Fungal Systematics and Evolution. 3, 19-34.

Hammer, O., Haper, D. A. T. & P.D. Ryan. 2001. PAST: Paleontological Statistic software package for education and data analysis. Paleontología Electrónica 4(1): 9 pp.

Hovorka, O. 2008. New Eurycoleus species from Panama (Coleoptera: Carabidae: Lebiini). *Taxonomical Series*, *4*(1-2): 83-86.

Huldén, L. 1983. Laboulbeniales (Ascomycetes) of Finland and adjacent parts of the U.S.S.R. *Karstenia*, *23*: 31-136.

Jałoszyński, P. 2017. *Euconnus* (*Rhomboconnus*) of Panama (Coleoptera, Staphylinidae, Scydmaeninae). *Zootaxa*, *4323*(1): 068-082.

Jiménez-Sánchez, E., Zaragoza-Caballero, J. y F. Noguera. 2009. Variación temporal de la diversidad de estafilínidos (Coleoptera: Staphylinidae) nocturnos en un bosque tropical caducifolio de México. *Revista mexicana de biodiversidad*, *80*: 157-168.

Jiménez-Sánchez, E., Quezada-García, R. y J. Padilla-Ramírez. 2013. Diversidad de escarabajos necrófilos (Coleoptera: Scarabaeidae, Silphidae, Staphylinidae y Trogidae) en una región semiárida del valle de Zapotitlán de las Salinas, Puebla, México. *Biología tropical*, *61*(3): 1475-1491.

Klimaszewski, J., Newton, A. F. & M. K. Thayer. 1996. A review of the New Zealand rove beetles (Coleoptera: Staphylinidae). *New Zealand Journal of Zoology*, *23*: 143-160.

Liebherr, J. & W. Godwin. 2004. Giant Platynus Beetle from Panamá (Coleoptera: Carabidae) Overturns circum-caribean vicariance hypothesis. *Caribean Journal of Science*, *40*(1): 41-45.

Lozada, A. 2010. Comunidades de estafilínidos (Coleoptera: Staphylinidae) de topes de Collantes, Sancti Spíritus, Cuba. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, *46*: 301-306.

Machado, A. 1992. Monografía de los carábidos de las Islas Canarias (Insecta: Coleoptera. La Laguna: Instituto de Estudios Canarios. España.

Martínez, C. y G. Ball. (2003). Los Platynini (Coleoptera: Carabidae) de Colombia. *Biota Colombiana*, *4*(2): 175-186.

Martínez, C. 2005. Introducción a los escarabajos Carabidae (Coleoptera) de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. Bogotá D. C., Colombia.

Navarrete-Heredia, J. L., Newton, A. F., Thayer, M. K., Ashe, J. S. y D. S. Chandler. 2002. Guía ilustrada para los géneros de Staphylinidae (Coleoptera) de México. Universidad de Guadalajara. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México.

Newton, A. F. 1990. Staphylinidae (adults) and Staphylinidae (larvae). Soil Biology Guide. J Wiley and Sons, New York, 1138-1174.

Olson, D. M. 1994. The distribution of leaf litter invertebrates alonga neotropical altitudinal gradient. Journal of Tropical Ecology, *10*: 129-150.

Paleólogos, M. F. 2012. Los carábidos como componentes clave de la agrobiodiversidad. Su rol en la sustentabilidad de los agroecosistemas de la zona de Berisso, Provincia de Buenos Aires.

Piepenbring, M. 2013. Hongos de Panamá. Smithonian Institute. [http://biogeodb.stri.si.edu/fungi/en/]. Recuperado el 20 agosto de 2020.

Rainio, J. & Niemelä, J. 2003. Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) as bioindicators. *Biodiversity and Conservation*, *12*: 487–506.

Rossi, W. & A. Weir. 1997. *Laboulbenia pterostichi* and its allies. *Mycological Research*, *101*(2): 129-134.

Rincón, R., E. Rodríguez, R. Villarreal, e I. Martínez. 2013. Plantas Vasculares de la Cima del Volcán Barú. Editorial Universidad Autónoma de Chiriquí. Pág. 68.

Ríos. R., R. Rincón, M. M. Santos. 2016. Guía de Helechos y Plantas Afines del Parque Nacional Volcán Barú. Primera edición. Panamá. 177 p.

Roig-Juñent, S. y M. Dominguez. 2001. Diversidad de la familia Carabidae (Coleoptera) en Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*. *74*: 549-571.

Riley, K. 2010. Ground Beetles (Coleoptera: Carabidae) as Biodiversity Indicators for Age Structure in Piedmont Forests. A Thesis Submitted to the Graduate Faculty of Wake Forest University. Winston-Salem, North Carolina. 99.

Santamaria, S. 1989. El orden Laboulbeniales (Fungi, Ascomycotina) en la Península Ibérica e Islas Baleares. Ed. Espec. Soc. Catalana Micol, 3: 1-396.

Santamaria, S., Balazuc, J. & Ll. Tavares. 1991. Distribution of the European Laboulbeniales (Fungi, Ascomycotina). An Annotated list of species. Treb. Inst. Bot. Barcelona, 14: 1-123.

Santamaria, S. 1996. Taxonomic notes on *Monoicomyces* with descripción of two new species. *Mycological Research*, *100*: 1179-1193.

Santamaria, S. 1998. Laboulbeniales, I. Laboulbenia. Flora Mycologica Iberica, 4, Cramer in der Gebruder Borntraeger Verlagsbuchhandlung. Madrid, España. 186.

Santamaria, S. 2001. Los Laboulbeniales, un grupo enigmático de hongos parásitos de insectos. *Lazaroa*, *22*: 3-19.

Sayer, E. J. 2005. Using experimental manipulation to assess the roles of leaf litter in the functioning of forest ecosystems. *Biological Reviews*, *81*: 1-31.

Sissa-Dueñas, Y. y J. Navarrete-Heredia. 2016. Composición y estructura de estaflínidos (Coleoptera: Staphylinidae) en dos localidades de Santa María (Boyacá, Colombia). *Revista Colombiana de Entomología*, *42*(1): 59-68.

Statsoft, inc. 1998. Statistica 6.0. Statsoft, Inc., Tulsa, Oklahoma.

Thayer, M. K. 2005. Staphylinidae Latreille, 1802. Handbook of zoology, Morphology and Systematics (Archostemata, Adephaga, Myxophaga, Polyphaga partim). Walter de Gruyter. *38*(1): 296-344.

Thaxter, R. 1895. Contributions towards a Monograph of the Laboulbeniaceæ. *The American Academy of Arts and Sciences*, *12*(3): 189-429.

Thaxter, R. 1908. Contributions towards a Monograph of the Laboulbeniaceæ: part II. *The American Academy of Arts and Sciences*, *13*(6): 219-469.

Thaxter, R. 1924. Contributions towards a Monograph of the Laboulbeniaceæ. *The American Academy of Arts and Sciences*, *14*(5): 315-426.

Thaxter, R. 1926. Contributions towards a Monograph of the Laboulbeniaceæ: part IV. *The American Academy of Arts and Sciences*, *15*(4): 431-580.

Thaxter, R. 1931. Contributions towards a Monograph of the Laboulbeniaceæ: part V. *The American Academy of Arts and Sciences*, *16*: 1-435.

Trujillo, M., Jiménez-Sánchez, E. y J. Padilla. 2015. Composición de Staphylinidae (Coleoptera) en sitios con diferentes uso de suelo de una región semiárida del Estado de México, México. *Entomología Mexicana*, *2*: 840-847.

Valdés, L. y R. Villarreal. 2005. Diversidad de carábidos (Coleóptera: Carabidae) y hongos ectoparásitos asociados (Laboulbeniales) del sendero el Retoño del Parque Internacional la Amistad, Cerro Punta, Panamá.

Walker, M.J., Dorrestein A., Camacho J.J., Meckler L.A., Silas K.A., Hiller T. & D. Haelewaters. 2018. A tripartite survey of hyperparasitic fungi associated with ectoparasitic flies on bats (Mammalia: Chiroptera) in a neotropical cloud forest in Panama. *Parasite*, 25: 19.

Weir, A. & P. Hammond. 1997. Laboulbeniales on beetles: host utilization patterns and species richness of the parasites. *Biodiversity and Conservation*, *6*: 701-719.

Villarreal, S., R. V., Valdés R., L. A., Bernal V., J. A., Piepenbring, M. & R. Kirschner. 2010. A new species of Laboulbenia and new records from Panama. *Mycological Progress*, *9*: 57-67.

Young, O. 2011. Staphylinid predation on large dung beetles (Coleoptera: Staphylinidae, Scarabaeidae) in Panama. *The Coleopterists Bulletin*, *65*(3): 227-229.

12. Anexos

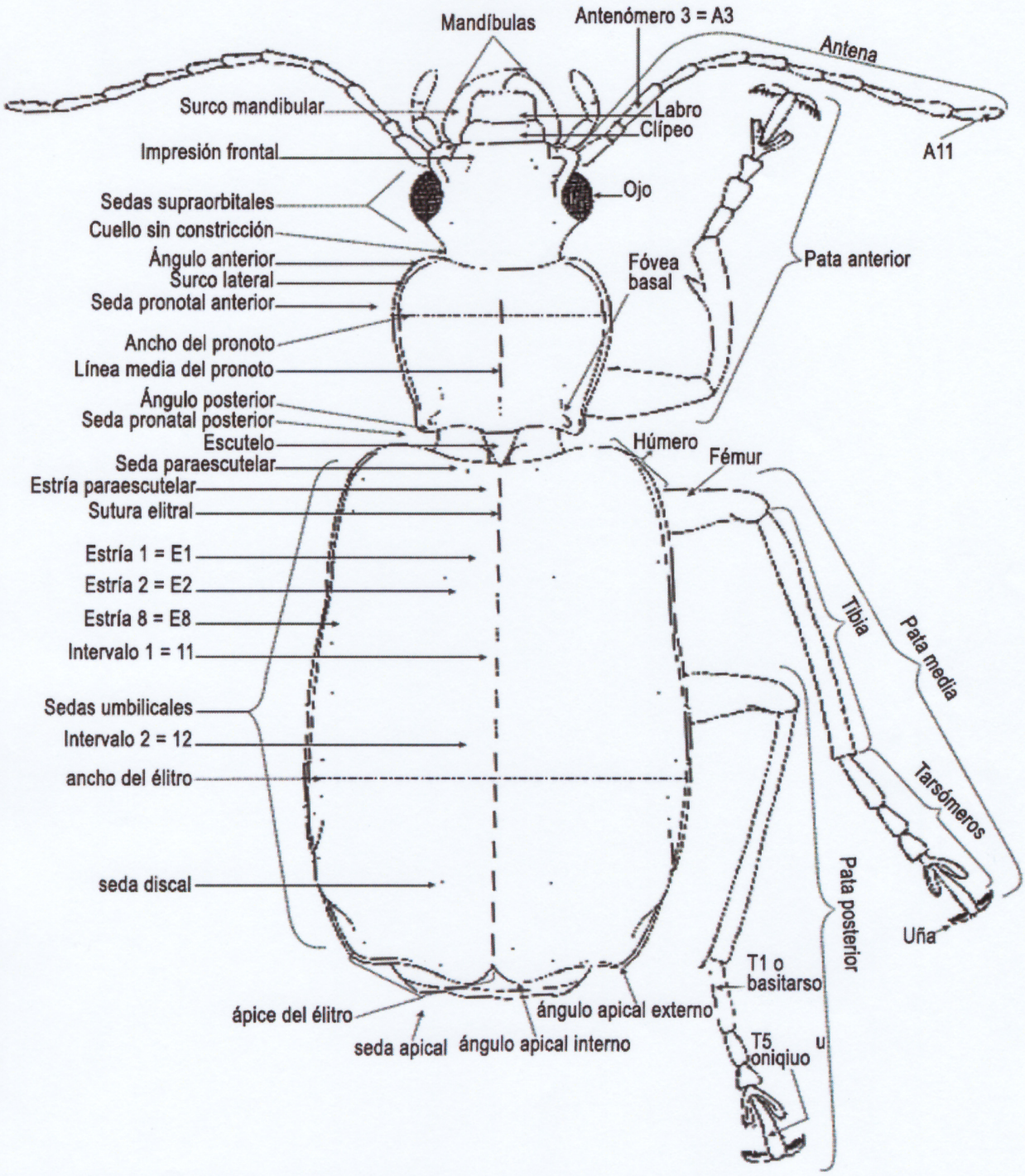

Fig. 1. Morfología del área dorsal de *Calleida* sp. (Col.: Carabidae) (Tomado de Martínez 2005).

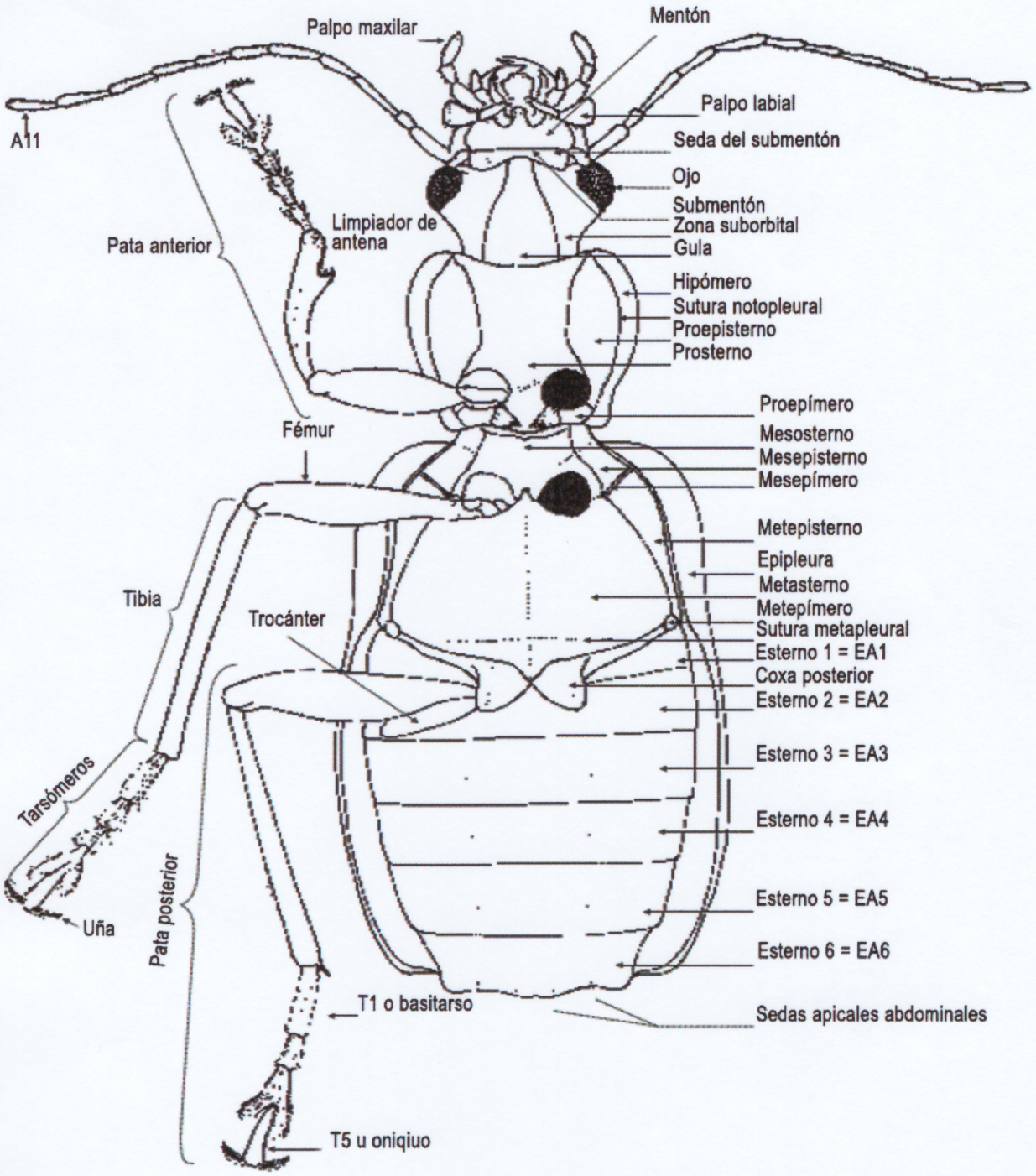

Fig. 2. Morfología del área ventral de *Calleida* sp. (Col.: Carabidae) (Tomado de Martínez 2005).

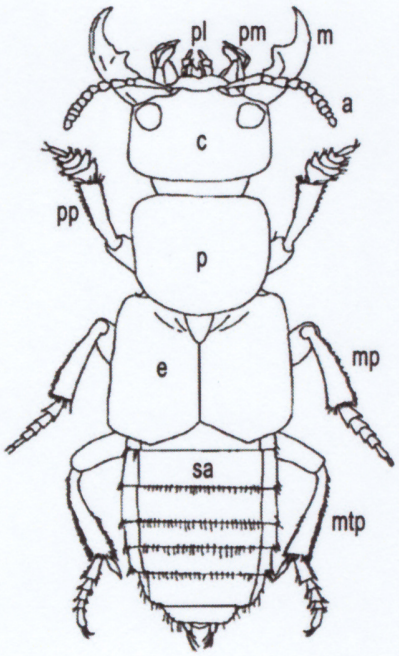

Fig. 3.1. Morfología de Staphylinidae, vista dorsal. **a.** antena, **c.** cabeza, **e.** élitro, **m.** mandíbula, **mp.** mesopata, **mtp.** metapata, **p.** pronoto, **pp.** Propata, **sa.** segmento abdominal (tomado de Navarrete-Heredia *et al.* 2002).

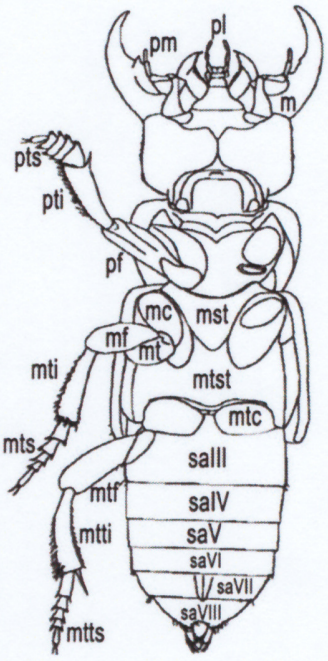

Fig. 3.2. Morfología de Staphylinidae, vista ventral. **mc.** mesocoxa, **mf.** mesofémur, **mst.** mesosternum, **mt.** mesotrocánter, **mtc.** metacoxa, **mti.** metatibia, **mtf.** metafémur, **mts.** mesotarso, **mtst.** metasternum, **mtts.** metatarso, **pf.** profémur, **pl.** palpo labial, **pm.** palpo maxilar, **pti.** protibia, **pts.** protarso, **sa.** III-VIII esternitos abdominales (tomado de Navarrete-Heredia *et al.* 2002).

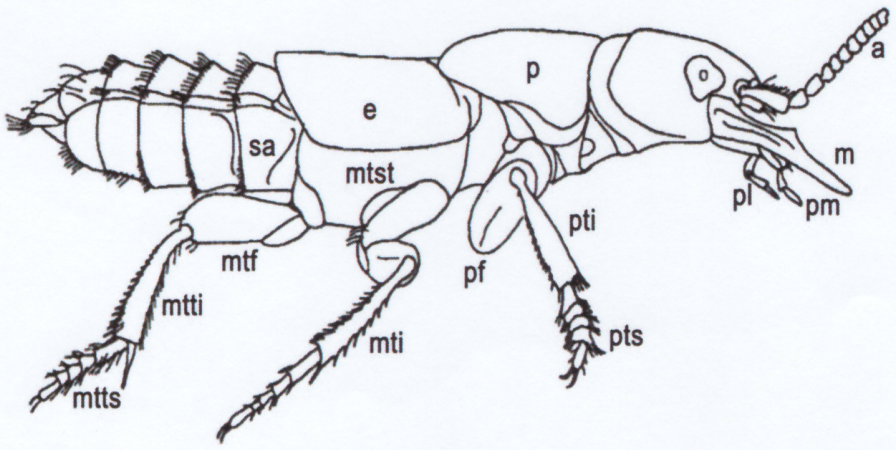

Fig. 3.3. Morfología de Staphylinidae, vista lateral (tomado de Navarrete-Heredia *et al.* 2002).