

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA  
ESCUELA DE BIOLOGÍA



**COMPOSICIÓN, DIVERSIDAD Y ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD DE  
PASÁLIDOS (COLEOPTERA: PASSALIDAE) DEL PARQUE NACIONAL  
MONTECRISTO, SANTA ANA, EL SALVADOR.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO POR:  
FRANCISCO ALEJANDRO SERRANO PERAZA

PARA OPTAR AL GRADO DE  
LICENCIADO EN BIOLOGÍA

CIUDAD UNIVERSITARIA, NOVIEMBRE 2017

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA  
ESCUELA DE BIOLOGÍA



**COMPOSICIÓN, DIVERSIDAD Y ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD DE  
PASÁLIDOS (COLEOPTERA: PASSALIDAE) DEL PARQUE NACIONAL  
MONTECRISTO, SANTA ANA, EL SALVADOR.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO POR:  
FRANCISCO ALEJANDRO SERRANO PERAZA

PARA OPTAR AL GRADO DE  
LICENCIADO EN BIOLOGÍA

DOCENTES ASESORES DE LA INVESTIGACIÓN:

Lic. Biol. JORGE ARMANDO SAYES

Ing. Agr. LEOPOLDO SERRANO CERVANTES

CIUDAD UNIVERSITARIA, NOVIEMBRE 2017

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA  
ESCUELA DE BIOLOGÍA



**COMPOSICIÓN, DIVERSIDAD Y ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD DE  
PASÁLIDOS (COLEOPTERA: PASSALIDAE) DEL PARQUE NACIONAL  
MONTECRISTO, SANTA ANA, EL SALVADOR.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO POR:  
FRANCISCO ALEJANDRO SERRANO PERAZA

PARA OPTAR AL GRADO DE  
LICENCIADO EN BIOLOGÍA

TRIBUNAL CALIFICADOR:

Lic. Biol. JOSÉ DAVID PABLO CEA

MSc. Ing. Agr. JOSÉ MIGUEL SERMEÑO CHICAS

CIUDAD UNIVERSITARIA, NOVIEMBRE 2017

**AUTORIDADES UNIVERSITARIAS**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**RECTOR INTERINO**

MSc. ROGER ARMANDO ARIAS

**VICERRECTOR ACADÉMICO INTERINO**

DR. MANUEL DE JESÚS JOYA

**VICERRECTOR ADMINISTRATIVO INTERINO**

ING. NELSON BERNABÉ GRANADOS

**SECRETARIA GENERAL**

MSc. CRISTOBAL HERNÁN RÍOS

**FISCAL GENERAL**

LIC. RAFAEL HUMBERTO PEÑA

**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA**

**DECANO**

LIC. MAURICIO HERNÁN LOVO CÓRDOBA

**VICE DECANO**

LIC. CARLOS ANTONIO QUINTANILLA APARICIO

**SECRETARIO**

LICDA. DAMARIS MELANY HERRERA TURCIOS

**DIRECTORA ESCUELA DE BIOLOGÍA**

MSc. ANA MARTHA ZETINO CALDERÓN

CIUDAD UNIVERSITARIA, NOVIEMBRE 2017

## **DEDICATORIA**

A mi familia, amigos y a todos los conocidos y desconocidos que algún día la lean.

## AGRADECIMIENTOS

A mi madre Dinora Peraza por su apoyo en el financiamiento de la investigación y por cultivar en mí desde pequeño la pasión por adquirir nuevos conocimientos la cual fue imprescindible durante toda mi carrera.

A mi tío Nelson Peraza por su apoyo en el financiamiento de toda mi carrera.

A mi asesor Lic. Jorge Armando Sayes por trabajar conmigo y creer en mi trabajo cuando nadie más lo hizo, me apoyo en todos los momentos de mi trabajo y me brindo su conocimiento siempre que lo necesite, además de sus oportunas observaciones y recomendaciones para la elaboración del trabajo, sin su ayuda y guía esta tesis no hubiera sido posible.

A mi asesor Ing. Agr. Leopoldo Serrano Cervantes que apenas conociéndome acepto darme su asesoría y todos sus conocimientos sobre insectos, además de todas sus observaciones en mi trabajo y de facilitarme equipo y laboratorio para la identificación de las muestras y estar conmigo guiándome en ese proceso.

Al PhD. Jack J. Schuster de la Universidad del Valle, Guatemala, por su enseñanza, colaboración y hospitalidad en el proceso de identificación de los especímenes colectados.

Al M. Sc. Enio Cano, por compartir sus conocimientos, brindado apoyo en la comparación de los individuos colectados y los especímenes de la colección de referencia de la Universidad del Valle.

Al Lic. José Pablo Cea y al MSc. Ing. Agr. José Miguel Sermeño Chicas quienes en su labor como jurado me ayudaron, apoyaron y enseñaron como mejorar mi trabajo.

A la Lic. Maritza Guido quien como directora del Parque Nacional Montecristo brindo todo el apoyo logístico necesario con el equipo de guarda recursos y vigilantes en el parque para la realización exitosa de la fase de campo.

A cuerpo de guarda recursos del Parque Nacional Montecristo por brindar apoyo durante todos los muestreos.

A los Departamentos de Sanidad Vegetal de El Salvador y Guatemala por facilitar los trámites en las fronteras para la movilidad del material entomológico muerto, ente los dos países; para fines de identificación taxonómica.

Al Departamento de Protección Vegetal de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la universidad de El Salvador, por brindar acceso a las instalaciones de su laboratorio y el uso de sus equipos de microscopio estereoscópico para las fotografías de los especímenes de este trabajo.

A Katerin Alexandra Serrano por su compañía en cada trámite de mi trabajo, y su apoyo siempre oportuno en los momentos más difíciles de este.

A Sara Serrano por su invaluable amistad la cual ha trascendido el espacio tiempo mismo y por ayudarme al mantenimiento de la preservación de las muestras.

A Ing. Agr. Maritza Guadalupe Zaldívar por su apoyo realizando las fotografías de campo en esta investigación.

A Raquel Alvarado y Juliana Escamilla por su tiempo y enseñanza en elaboración de mapas en software de sistemas de información geográfica.

A María José Nieto Marroquín y a Juliana Escamilla por su ayuda y compañía en la fase de campo de este trabajo.

A Saira Ortiz por acompañarme a la Universidad del Valle.

## INDICE DE CONTENIDOS

I.	INDICE DE TABLAS .....	11
II.	INDICE DE FIGURAS.....	12
III.	RESUMEN .....	15
IV.	INTRODUCCIÓN .....	16
V.	OBJETIVOS .....	17
VI.	MARCO TEORICO.....	18
1.	Familia Passalidae.....	18
2.	Distribución geográfica.....	18
2.1.	Mundial .....	18
2.2.	Regional .....	19
3.	Morfología del grupo. ....	19
4.	Taxonomía del grupo .....	21
4.1.	Características taxonómicas.....	21
4.2.	Clasificación .....	22
5.	Ecología. ....	23
5.1.	Ciclo de vida y conducta.....	23
6.	Factores ambientales.....	24
6.1.	Edad de bosque .....	24
6.2.	Altitud .....	25
6.3.	Sustratos.....	27
7.	Importancia. ....	27
7.1.	Función ecológica .....	27
7.2.	Endemismo .....	28

8. Metodología de recolecta.....	28
9. Diversidad Alfa.....	29
9.1. Índice ecológico de diversidad, complemento de Simpson.....	29
9.2. Índice ecológico de diversidad de Shannon-Wiener.....	29
VII. METODOLOGIA.....	31
1. Descripción del área de estudio.....	31
1.1. Descripción y ubicación del área de estudio.....	31
1.2. Hidrología.....	31
1.3. Clima.....	32
1.4. Zonas de vida.....	32
1.5. Bosques.....	32
2. Fase de campo.....	36
2.1. Diseño muestral.....	36
2.2. Recolecta.....	38
2.3. Almacenamiento, transporte e identificación de las muestras.....	38
3. Procesamiento de datos.....	39
3.1. Composición de pasalidos.....	39
3.2. Análisis de datos.....	39
3.3. Diversidad de pasalidos.....	39
3.4. Componentes de hábitat y microhábitat.....	40
3.5. Proporción de las tribus.....	40
3.6. Periodicidad.....	40
VIII. RESULTADOS.....	41
1. Composición de pasálidos del Parque Nacional Montecristo.....	41
1.1. Frecuencia de las especies colectadas.....	41

1.2. Descripción de las especies encontradas.....	42
2. Diversidad de pasálidos del Parque Nacional Montecristo.....	58
2.1. Diversidad alfa.....	58
3. Componentes de hábitat microhábitat.....	58
3.1. Descripción de los estratos muestreados.....	58
3.2. Correlación del microclima con las especies colectadas de pasálidos.....	61
4. Proporción altitudinal de los pasálidos del Parque Nacional Montecristo. ....	64
4.1. Distribución de las tribus de pasálidos en el Parque Nacional Montecristo .....	64
4.2. Distribución altitudinal de las especies de pasálidos en el Parque Nacional Montecristo .....	65
5. Periodicidad .....	67
5.1 Estadios de pasálidos en el Parque Nacional Montecristo.....	67
IX. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	69
X. CONCLUSIONES .....	74
XI. RECOMENDACIONES.....	75
XII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	76
XIII. ANEXOS.....	79

## I. INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Alturas en las que se colectaron pasálidos según Reyes-Castillo 1970, de géneros presentes en El Salvador según Colección entomológica del Museo de Historia Natural El Salvador <sup>1</sup> , Berry 1957, Schuster 2006, Jiménez-Ferbans y Reyes-Castillo 2014.....	25
Tabla 2. Alturas en las que se reportan pasálidos en El Salvador según Colección entomológica del Museo de Historia Natural El Salvador, Hincks 1953, Kuwert 1897, Kuwert 1898, Berry 1957, Schuster 1989, Schuster y Reyes-Castillo 1990, Gillogy 2005, Schuster 2006, Jiménez-Ferbans y Reyes-Castillo 2014.....	26
Tabla 3. Cronograma de muestreos distribuidos entre Septiembre del 2015 a Diciembre del 2015.....	36
Tabla 4. Diversidad de las especies de pasálidos en el Parque Nacional Montecristo entre los meses de septiembre y diciembre de 2015.....	58
Tabla 5. Estadios de las especies de pasálidos en el Parque Nacional Montecristo entre los meses de septiembre y diciembre de 2015.....	68

---

<sup>1</sup> Observación personal de los especímenes de pasálidos presentes en la colección entomológica del Museo de Historia Natural de El Salvador, revisión de las fichas entomológicas y cuadernos de registro, octubre 2014.

## II. INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Vista dorsal de pasálido: a) labro; b) clípeo; c) quilla supraorbital; d) ángulo anterior; e) surco medio; f) foseta lateral; g) surco marginal; h) mesepisterno; i) pedúnculo elitral; j) humero; k) escudete; l) quilla longitudinal de la tibia media (Reyes-Castillo 1970).....	20
Figura 2. Vista ventral de pasálido adulto: a) lígula; b) mentón; c) submenton; d) proceso hipostomatal; e) prosternón; f) prosterleno; g) mesepisterno; h) mesosternón; i) mesepimero; j) mesosterleno; k) metasternón; l) fosta lateral del metasternón; m) primer esternito abdominal visible (Reyes-Castillo 1970).....	20
Figura 3. Tipos de estructura medio frontal: a) tipo bicornis; b) tipo marginatus; c) tipo striatopunctatus; d) tipo falsus (Reyes-Castillo 1970).....	21
Figura 4. Clasificación taxonómica de las subfamilias y tribus de la familia passalidae (Boucher 2006, White 1998, Smith 2006).....	22
Figura 5. Ubicación del Parque Nacional Montecristo (Mapa tomado de MAG-PAES/CATIE 2003).....	31
Figura 6. Vegetación de bosque seco del Parque Nacional Montecristo.....	33
Figura 7. Vegetación de bosque mixto del Parque Nacional Montecristo.....	34
Figura 8. Vegetación de bosque nublado del Parque Nacional Montecristo.....	35
Figura 9. Ubicación de los trayectos en el Parque Nacional Montecristo.....	37
Figura 10. Frecuencia relativa de sistemas de túneles por especie de pasálidos.....	41
Figura 11. <i>Arrox agassizi</i> A. vista dorsolateral de la cabeza, B. Vista dorsal del pronoto, C. Vista dorsal de la cabeza, D. Longitud total.....	45
Figura 12. <i>Chondrocephalus gemmae</i> A. Vista dorsal de la cabeza, B. Vista dorsal del frenteclipeo, C. Vista dorsolateral de la cabeza, D. Vista ventral del mesosterno E. Longitud total.....	46

- Figura 13. *Chondrocephalus granuliformis* A. Vista dorsal de la cabeza, B. Vista dorsal del frenteclipelo, C. Vista dorso lateral de la cabeza, D. Vista ventral del mesosterno (presencia de puntuaciones), E. Longitud total.....47
- Figura 14. *Chondrocephalus* n. sp. aff. *purulensis* A. Vista dorsal de la cabeza, B. Vista dorsal del frenteclipeo (Pubescencia a ambos lados del EMF), C. Vista ventral del mesosterno, D. Vista dorsolateral de la cabeza, E. Longitud total.....48
- Figura 15. *Odontotaenius striatopunctatus* A. Vista dorsal de la cabeza, B. Vista dorsal del frenteclipeo y labro (prolongación del clípeo), C. Vista dorsolateral de la cabeza, D. Longitud total.....49
- Figura 16. *Ogyges politus* A. Vista dorsal de la cabeza, B. Vista dorsal del élitro (puntuaciones débiles), C. Vista dorsolateral de la cabeza, D. Vista dorso lateral del frenteclipeo, E. Longitud total.....50
- Figura 17. *Oileus sargi* A. Vista dorsal de la cabeza, B. Vista dorsal del frenteclipeo, C. Vista dorsolateral del frenteclipeo, D. Longitud total.....51
- Figura 18. *Passalus punctastriatus* A. Vista dorsal de la cabeza, B. Vista dorso lateral de la cabeza, C. Vista ventral lígula tridentada, D. Longitud total.....52
- Figura 19. *Passalus punctiger* A. Vista dorsal de la cabeza, B. Vista dorsal de la frente, C. Vista dorsolateral de la cabeza, D. Longitud total.....53
- Figura 20. *Petrejoides salvadorae* A. Vista dorsal de la cabeza, B. Vista dorsal del frenteclipeo y labro, C. Vista dorsolateral de la cabeza D. Longitud total.....54
- Figura 21. *Popilius eclipticus* A. Vista dorsal de la cabeza, B. Vista dorsolateral de la cabeza, C. Vista lateral de la tibia I, D. longitud total.....55
- Figura 22. *Verres hageni* A. Vista dorsal de la cabeza, B. Vista dorsal del labro escotado, C. Vista dorso lateral de la cabeza, D. Vista dorsal de la tibia II, E. Longitud total.....56

Figura 23. <i>Vindex sculptilis</i> A. Vista dorsal de la cabeza, B. Vista dorsolateral de la cabeza, C. Vista dorsal de los élitros fuertemente punteados, D. Longitud total.....	57
Figura 24. Temperatura ambiente en cada estrato del Parque Nacional Montecristo entre los meses de Septiembre y Diciembre del 2015.....	59
Figura 25. Humedad relativa en cada estrato del Parque Nacional Montecristo entre los meses de Septiembre y Diciembre del 2015.....	60
Figura 26. Temperatura de los sistemas de túneles en cada estrato del Parque Nacional Montecristo entre los meses de Septiembre y Diciembre del 2015.....	61
Figura 27. Temperatura de los sistemas de túneles y temperatura ambiente del Parque Nacional Montecristo entre los meses de Septiembre y Diciembre del 2015.....	62
Figura 28. Especies de troncos en las que se colectaron pasálidos en el Parque Nacional Montecristo entre los meses de Septiembre y Diciembre del 2015.....	63
Figura 29. Grado de descomposición de los troncos en las que se colectaron pasálidos en el Parque Nacional Montecristo entre los meses de Septiembre y Diciembre del 2015.....	64
Figura 30. Distribución altitudinal de las tribus de pasálidos colectados en el Parque Nacional Montecristo entre los meses de Septiembre y Diciembre del 2015.....	65
Figura 31. Distribución altitudinal de las especies de pasálidos colectadas en el Parque Nacional Montecristo entre los meses de Septiembre y Diciembre del 2015.....	66

### III. RESUMEN

Se recolectaron pasálidos de troncos de árboles en estado de descomposición en el Parque Nacional Montecristo, departamento de Santa Ana, El Salvador entre 23 de septiembre y 18 de diciembre de 2015 en tres tipos de vegetación: bosque seco (743 a 905 msnm), bosque pino mixto (1440 a 1894 msnm) y bosque nebuloso (2028 a 2297 msnm). Se recolectaron manualmente especímenes adultos, junto a los datos de especies de troncos en estado de descomposición, grado de descomposición, temperatura de los sistemas de galería del tronco, temperatura ambiente y humedad relativa del ambiente. Se realizó una matriz de datos con la composición de la comunidad de pasálidos y sus principales características parataxonomicas de cada especie de insecto. La diversidad de pasálidos se calculó usando el complemento del índice de diversidad Simpson y la equidad a partir del índice de Shannon-Wiener. Se presentaron de manera descriptiva los factores climáticos y microclimaticos. Se comparó la proporcionalidad de tribus y géneros de pasálidos con los intervalos altitudinales del muestreo. Se identificaron dos tribus, con 13 especies pertenecientes a 10 géneros presentándose en mayores proporciones *Chondrocephalus gemmae* (35.4%), *Petreojoides salvadorae* (27.8%) y *Popilius eclipticus* (16.5%). Bosque seco presento una diversidad alta (1-D= 0.71, E= 0.88), Bosque pino-mixto presento una diversidad media alta (1-D= 0.58, E= 0.73) y Bosque nebuloso presento una diversidad media (1-D= 0.59, E= 0.62). La temperatura ambiente entre 14°C y 25°C y una media de 16.5°C. La humedad relativa entre 58% y 85% con una media de 77%. La temperatura de los sistemas de túneles con una temperatura máxima de 24°C y una mínima de 10°C, en promedio la temperatura fue de 17°C. Los pasálidos no presentaron preferencia por especies de árboles, colonizando las especies disponibles de troncos en cada estrato. En el caso de *Pinus sp.* y *Quercus sp.*, presentaron valores altos de troncos colonizados, porque eran los troncos con mayor abundancia en su respectivo estrato. La mayor parte de los sistemas de túneles se encontraron en troncos con grado de descomposición II. Se reportan dos especies nuevas para El Salvador *C. gemmae* y *C. n. sp. aff. purulensis* y siete especies para el Parque Nacional Montecristo *A. agassizi*, *C. gemmae*, *C. granulifrons*, *C. n. sp. aff. purulensis*, *O. striatopunctatus*, *P. punctiger* y *V. hageni*.

#### IV. INTRODUCCIÓN

La familia Passalidae tiene un papel importante en la dinámica del reciclaje de nutrientes, estos escarabajos aceleran el proceso de degradación de la madera, reducen el tamaño de las partículas de la madera, enriquecen las partículas ingeridas con microorganismos contenidos en sus intestinos y ayudan a la reproducción de estos microorganismos que desarrollan una etapa del ciclo de vida en el intestino de los escarabajos (Cano y Schuster 2012).

Han sido utilizados como indicadores de alteraciones ecológicas debido a las condiciones particulares del medio que necesitan para su desarrollo, como madera en distintos grados de descomposición, condiciones de humedad y temperaturas específicas (Ribera y Foster 1997).

Para El Salvador se reportan 26 especies de pasálidos, entre ellas cuatro géneros pertenecientes a la tribu Passalini los cuales son *Ptichopus*, *Ameripassalus*, *Passalus* y *Paxillus* y once géneros de la tribu Proculini que son *Chondrocephalus*, *Odontotaenius*, *Ogyges*, *Oileus*, *Petrejooides*, *Popilius*, *Plubius*, *Spurius*, *Undilifer*, *Verres* y *Vindex* (Colección entomológica del Museo de Historia Natural El Salvador<sup>2</sup>, Hincks 1953, Kuwert 1897, Kuwert 1898, Berry 1957, Schuster 1989, Schuster y Reyes-Castillo 1990, Gillogy 2005, Schuster 2006, Jiménez-Ferbans y Reyes-Castillo 2014).

De las 26 especies de pasálidos reportadas para El Salvador, ocho especies han sido reportadas en el Parque Nacional Montecristo, entre las cuales se encuentran las especies endémicas *Ogyges politus* y *Petrejooides salvadorae* presentes solamente en El Trifinio.

Los pasálidos tienen un potencial como bioindicadores de regiones biogeográficas distintas, así como indicadores de endemismo, logrando identificar con ellos zonas de priorización de conservación (Schuster *et. al* 2000).

En el país se sabe poco acerca de la diversidad y la distribución de la familia Passalidae, por la importancia ecológica del grupo taxonómico y las aplicaciones que estos puedan tener para la conservación de áreas de endemismo, los pasálidos deben de ser estudiados. El objetivo de este trabajo es la formación de conocimiento del estado actual de la familia en el Parque Nacional Montecristo, proponiendo este estudio el inicio de otros sobre la misma temática.

---

<sup>2</sup> Observación personal de los especímenes de pasálidos presentes en la colección entomológica del Museo de Historia Natural de El Salvador, revisión de las fichas entomológicas y cuadernos de registro, octubre 2014.

## V. OBJETIVOS

### **General:**

Describir la composición, diversidad y estructura de la comunidad de pasálidos del Parque Nacional Montecristo.

### **Específicos:**

Identificar las especies de pasálidos presentes en los muestreos realizados en el Parque Nacional Montecristo.

Analizar la diversidad alfa de pasálidos en el Parque Nacional Montecristo.

Describir los componentes de hábitat y microhábitat en los que se encuentran los pasálidos en el Parque Nacional Montecristo.

Describir la proporción de las especies de las tribus Pasalini y Proculini en el gradiente altitudinal del Parque Nacional Montecristo.

## **VI. MARCO TEORICO**

### **1. Familia Passalidae**

Los escarabajos de la familia Passalidae se caracterizan por estar asociados a los ambientes húmedos y al material vegetal en descomposición, el cual les sirve de alimento y al mismo tiempo de refugio en una serie de túneles que ellos mismos elaboran dentro del material vegetal en descomposición (White 1998, Schuster 1978, Cano y Schuster 2012).

### **2. Distribución geográfica**

#### **2.1. Mundial**

La familia Passalidae es un grupo típicamente gondwaniano, lo que significa que el grupo se originó posteriormente a la separación de la Pangea en Laurasia y Gondwana; la Gondwana estaba conformada por lo que actualmente son Suramérica, África, India, Australia, Madagascar y La Antártida. Se consideran como sus centros de origen y diversificación la región de las Guayanas (zona biogeográfica Neo-tropical) y parte de Centroamérica, donde se encuentra la Zona Mexicana de Transición o de convergencia entre las zonas biogeográficas Neártica y Neo tropical. El área primaria de evolución del grupo correspondió al que actualmente es el macizo de las Guayanas; el linaje migró, junto con otros elementos entomofaunísticos durante el Mioceno hacia la Zona de Transición y finalmente se cumplió la dispersión (Halffter, 1964).

Los pasálidos se encuentran en bosques tropicales, las formaciones boscosas con alta humedad tienen altas probabilidades de contener estas especies. Aunque con poco registro paleontológico se sostiene la hipótesis que el ancestro común de los pasálidos se encontró en un ambiente similar a los bosques actuales en los cuales habitan estos animales (Boucher 2006).

Algunas especies están adaptadas a ecosistemas xéricos o semi- desierto. Otras especies se han adaptado a climas templados como el este de América del Norte, el sur de Japón, la península de Corea, China continental y en el sureste de Australia y Tasmania. A pesar de estas excepciones la distribución general de la familia Passalidae es pantropical (Boucher 2006).

## **2.2. Regional**

En América, los coleópteros de la familia Passalidae se encuentran desde el sur de Michigan (Estados Unidos de América) y al sur de Ontario (Canadá) hasta el norte de Argentina, Paraguay, Uruguay, y el sur de Brasil. También, se encuentran en las islas del Coco y las Galápagos. Los pasálidos no se encuentran en regiones con temperaturas frías prolongadas como ocurre en latitudes mayores que los 45° o en montañas tropicales arriba de los 3500 msnm. El número de especies y la densidad de individuos disminuye cuando se acercan a esos extremos (Schuster 1978).

En El Salvador la colección entomológica del Museo de Historia Natural de El Salvador<sup>3</sup> contiene pasálidos en los departamentos de Ahuachapán, Cuscatlán, La Libertad, Morazán, San Miguel, San Salvador, Santa Ana y Sonsonate. Berry 1957, reporta pasálidos en los departamentos de La Unión, Cuscatlán, San Salvador y La libertad.

## **3. Morfología del grupo.**

Una de las características más visibles y conocidas de la familia es la homogeneidad morfológica externa de todas las especies (Figura 1 y 2), es decir, todos los pasálidos adultos son casi iguales de color negro brillante y muy esclerotizado (Boucher 2006).

---

<sup>3</sup> Observación personal de los especímenes de pasálidos presentes en la colección entomológica del Museo de Historia Natural de El Salvador, revisión de las fichas entomológicas y cuadernos de registro, octubre 2014.

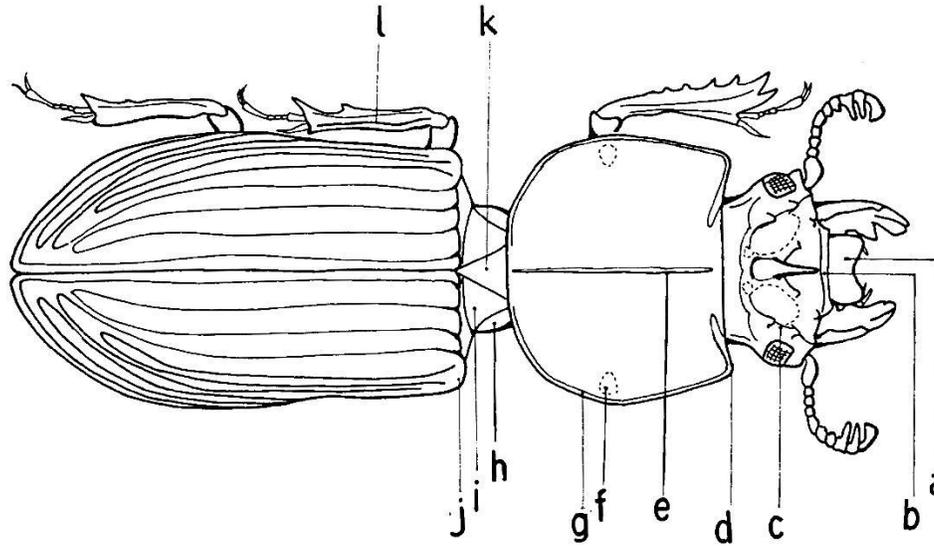


Figura 1. Vista dorsal de pasálido: a) labro; b) clípeo; c) quilla supraorbital; d) ángulo anterior; e) surco medio; f) foseta lateral; g) surco marginal; h) mesepisterno; i) pedúnculo elitral; j) humero; k) escudete; l) quilla longitudinal de la tibia media (Reyes-Castillo 1970).

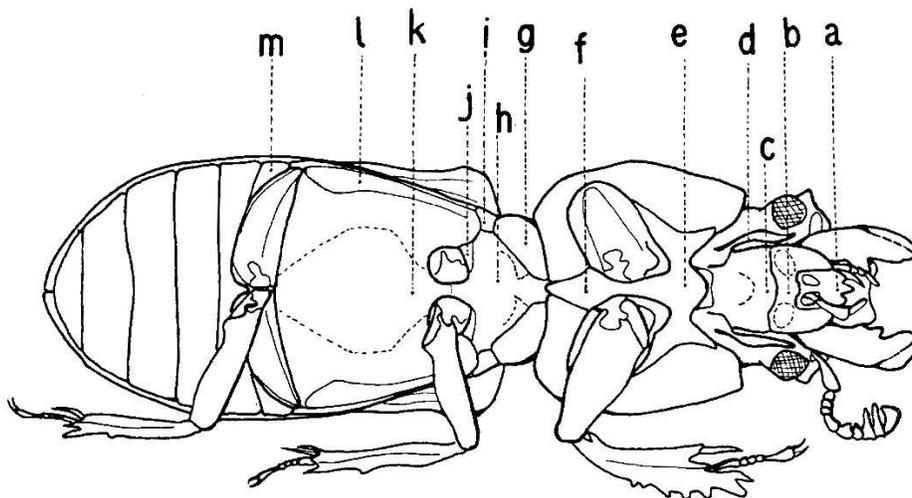


Figura 2. Vista ventral de pasálido adulto: a) lígula; b) mentón; c) submenton; d) proceso hipostomatal e) prosternón; f) prosterleno; g) mesepisterno; h) mesosternón; i) mesepimero; j) mesosterleno; k) metasternón; l) fosta lateral del metasternón; m) primer esternito abdominal visible (Reyes-Castillo 1970).

## 4. Taxonomía del grupo

### 4.1. Características taxonómicas.

Entre las características taxonómicas más relevantes se mencionan la superficie dorsal de la cabeza decorada con varios tegumentos formando estructuras más o menos convexas o cóncavas, antenas articuladas con terminaciones laminadas, mandíbulas, labrum y el labio esclerotizado. Algunas de las especies tienen las alas metatorácicas reducidas esto debido a su adaptación evolutiva, esto es importante para su agrupación. La homogeneidad morfológica se acentúa en el dimorfismo sexual, el cual es difícil de determinar macroscópicamente (Boucher 2006).

La frente es la estructura de mayor importancia taxonómica, la parte media de la frente llamada estructura media frontal, la cual está compuesta por una quilla central, un par de tubérculos o quillas transversales las cuales en ocasiones faltan (Reyes-Castillo 1970).

Se han logrado distinguir cuatro tipos de estructura medio frontal (Figura 3), tipo bicornis (Figura 3a) sin diente central, tipo marginatus (Figura 3b) diente central aquillado y quillas transversales de forma angular colocadas a cada lado de la quilla central, tipo striatopunctatus (Figura 3c) con diente de base amplia, dirigido hacia arriba y tipo falsus (Figura 3d) diente central con el ápice dirigido hacia adelante con quillas transversales de forma angular (Reyes-Castillo 1970).

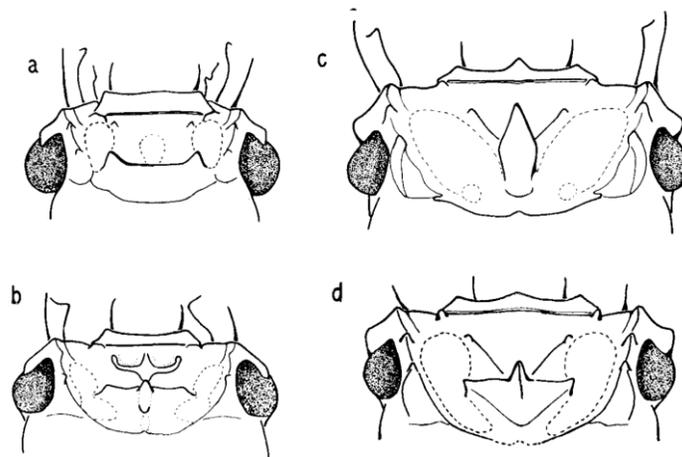


Figura 3. Tipos de estructura medio frontal: a) tipo bicornis; b) tipo marginatus; c) tipo striatopunctatus; d) tipo falsus (Reyes-Castillo 1970).

## 4.2. Clasificación

La familia Passalidae pertenece a la superfamilia Scarabaeoidea del orden Coleoptera. Se estiman 930 especies descritas, ubicadas en dos subfamilias, Aulacocyclinae y Passalinae. Dentro de la subfamilia Aulacocyclinae se encuentran dos tribus, la tribu Aulacocyclini y la tribu Ceracupini. La subfamilia Passalinae se subdivide en cinco tribus, Proculini, Passalini, Solenocyclini, Leptaulacini y Macrolinini (Figura 4) (Boucher 2006, White 1998, Smith 2006).

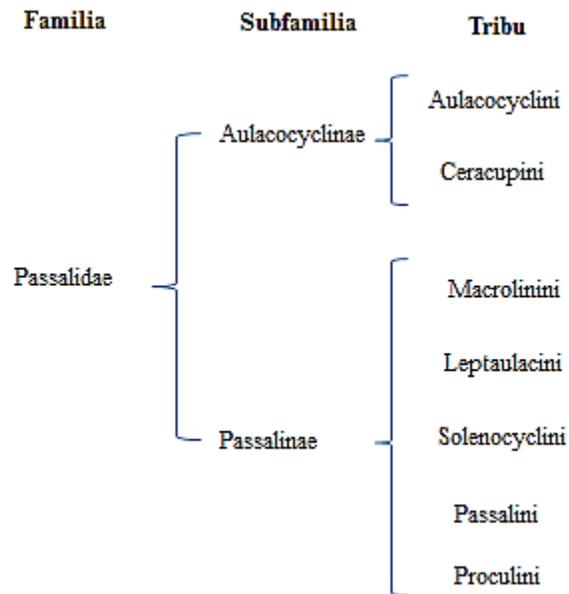


Figura 4. Clasificación taxonómica de las subfamilias y tribus de la familia passalidae (Boucher 2006, White 1998, Smith 2006).

De las dos subfamilias de la familia Passalidae únicamente se tienen registros en la zona neotropical de la subfamilia Passalinae y está representada por dos tribus, la tribu Passalini que es un grupo pantropical con 33 géneros de los cuales tres se presentan en América y la tribu Proculini un grupo neotropical conformado por 19 géneros con alto grado de endemismo y amplia distribución en áreas montañosas (Schuster 1975, Reyes-Castillo y Amat-García 1999).

Para El Salvador se reportan 26 especies de pasálidos, entre ellas cuatro géneros pertenecientes a la tribu Passalini los cuales son *Ptichopus*, *Ameripassalus*, *Passalus* y *Paxillus* y once géneros de la tribu Proculini que son *Chondrocephalus*, *Odontotaenius*, *Ogyges*, *Oileus*, *Petrejoides*,

*Popilius*, *Plubius*, *Spurius*, *Undilifer*, *Verres* y *Vindex*. En El Parque Nacional Montecristo se reportan ocho especies de pasálidos *Ameripassalus guatemalensis*, *Chondrocephalus granulum*, *Ogyges politus*, *Oileus sargi*, *Passalus punctatostratus*, *Petrejoides salvadorae*, *Popilius eclipticus* y *Vindex sculptilis* (Colección entomológica del Museo de Historia Natural El Salvador<sup>4</sup>, Hincks 1953, Kuwert 1897, Kuwert 1898, Berry 1957, Schuster 1989, Schuster y Reyes-Castillo 1990, Gillogy 2005, Schuster 2006, Jiménez-Ferbans y Reyes-Castillo 2014).

## **5. Ecología.**

### **5.1. Ciclo de vida y conducta**

Los pasálidos son insectos sociales monógamos. La pareja de adultos reproductivos construye, mantiene y defiende el sistema de túneles donde depositan sus huevos y mantienen a su progenie. Los adultos permanecen con sus descendientes compartiendo su ambiente y es posible encontrar dos generaciones de adultos en el mismo sistema de túneles (Schuster 1975, Cano y Schuster 2012).

Los pasálidos presentan un ciclo de vida con seis estados, huevo, larva, pre-pupa, pupa, adulto joven y adulto maduro. El ciclo de vida de huevo a adulto requiere aproximadamente de dos meses y medio a tres meses. Los huevos son puestos por las hembras de pasálidos y transportados con sus mandíbulas a una especie de nido dentro del sistema de túneles, donde son colocados entre una mezcla de madera molida fina. Dentro de cada nido puede haber entre 20 a 60 huevos dependiendo de la especie, la eclosión de estos puede ser hasta de 16 días (Schuster 1975).

Poseen tres estadios larvales diferenciados por el ancho de las cabezas. Las larvas son generalmente gregarias y normalmente se encuentran acompañadas de un adulto. La principal comida de las larvas es la madera molida y excremento de los adultos, el primer estadio larval se alimenta de la madera molida fina que esta alrededor del nido. La duración de cada estadio larval es aproximadamente de 12 días dependiendo de la especie (Schuster 1975).

---

<sup>4</sup> Observación personal de los especímenes de pasálidos presentes en la colección entomológica del Museo de Historia Natural de El Salvador, revisión de las fichas entomológicas y cuadernos de registro, octubre 2014.

El tercer estadio larval empieza a construir su envoltura pupal. Aproximadamente son cinco días para convertirse en pupa en los cuales la larva deja de comer, se vuelve de color blanco y entra en un estado pre-pupal. Si los adultos están presentes ayudan a la larva en la construcción de la envoltura pupal de madera molida fina y compactada juntándola con excremento de pasálidos; en ausencia de adultos, la larva empieza a rodar sobre si misma formando una depresión en la madera molida en la cual se transforma en pupa. El estado pupal tiene una duración aproximada de 20 días la cual puede variar dependiendo de la especie (Schuster 1975).

Luego de emerger el pasálido de su pupa esta pasa al estado de adulto joven, generalmente de color naranja o rojos, estos no son sexualmente maduros, y presentan comportamiento de cortejo hasta tres a cuatro meses después de la ecdisis pupal, indicando maduración sexual. Los adultos maduros dejan el tronco donde nacieron y migran a otros troncos ya sea caminando y en algunos casos volando, tienen un color completamente negro. Los adultos pueden llegar a vivir alrededor de dos años (Schuster 1975).

Aparentemente todas las especies de pasálidos producen sonidos, estos sonidos se relacionan generalmente con conductas sociales como: cortejo, agresión, perturbación y otros tipos que son producidos mientras no tiene contacto con otros individuos. Las larvas producen sonidos cuando son perturbadas, cuando tienen contacto con los adultos y cuando mastican madera o madera molida (Schuster 1975).

## **6. Factores ambientales.**

### **6.1. Edad de bosque**

Los bosques maduros ofrecen condiciones necesarias para algunos organismos saproxilófagos de sensibilidad variada como madera en distintos grados de descomposición, condiciones de humedad y temperatura precisas, esto hace que puedan llegar a ser indicadores útiles para la lectura de la calidad biológica de los bosques y su naturalidad. Es posible de esta manera evaluar la importancia real de la conservación de un bosque si se presume antiguo y bien conservado, como efectuar un seguimiento de su evolución y de las posibles alteraciones que pueda sufrir (Ribera y Foster 1997, Brustel 2004).

## 6.2. Altitud

Los pasálidos pueden agruparse en especies de tierras altas y especies de tierras bajas. En las montañas del Neotrópico solo algunas especies se encuentran alrededor de los 2800 msnm, la mayor parte de estos pertenecen a la tribu Proculini. La tribu Passalini contiene a las especies con más amplia distribución mayor mente bajo los 2200 msnm y aquellas de las tierras bajas tropicales a altitudes inferiores a los 1500 msnm; son tipificadas por *Passalus punctiter* y *P. interstitialis* (Schuster 1978).

Reyes-Castillo 1970, recopila información de colectas de los principales géneros de pasalidos americanos. En la tabla 1 se resume la información a las colectas de géneros americanos presentes en El Salvador.

Tabla 1. Alturas en las que se colectaron pasalidos según Reyes-Castillo 1970, de géneros presentes en El Salvador según Colección entomológica del Museo de Historia Natural El Salvador<sup>5</sup>, Hincks 1953, Kuwert 1897, Kuwert 1898, Berry 1957, Schuster 1989, Schuster y Reyes-Castillo 1990, Gillogy 2005, Schuster 2006, Jiménez-Ferbans y Reyes-Castillo 2014

<b>Género</b>	<b>Colectado a las alturas de (msnm)</b>
<i>Chondrocephalus</i>	1200, 2200, 3300
<i>Popilius</i>	2200, 1400, 1260, 1300, 0 a 300
<i>Ogyges</i>	2200, 1400, 1260, 1300
<i>Oileus</i>	800 a 1200, 2650
<i>Passalus</i>	100, 225, 520, 1050, 1200, 2200
<i>Paxillus</i>	0 a 700, 1300
<i>Petrejoides</i>	1300 a 2900
<i>Ptichopus</i>	0 a 2000, 2200
<i>Publius (Arrox)</i>	1300 a 3000, 1050
<i>Verres</i>	2000 a 2350, 100 a 1300, 200 a 1500
<i>Vindex</i>	1200-2200, 2500-2800

En la tabla 2 se resume la información de las alturas en las que se han recolectado las especies de pasálidos presentes en El Salvador, no todas las especies tienen datos de la ubicación de su colecta, por lo tanto se desconoce a qué altura fueron colectadas.

<sup>5</sup> Observación personal de los especímenes de pasálidos presentes en la colección entomológica del Museo de Historia Natural de El Salvador, revisión de las fichas entomológicas y cuadernos de registro, octubre 2014.

Tabla 2. Alturas en las que se reportan las especies de pasálidos presentes en El Salvador según Colección entomológica del Museo de Historia Natural El Salvador<sup>6</sup>, Hincks 1953, Kuwert 1897, Kuwert 1898, Berry 1957, Schuster 1989, Schuster y Reyes-Castillo 1990, Gillogy 2005, Schuster 2006, Jiménez-Ferbans y Reyes-Castillo 2014

<b>Especie</b>	<b>Altura (msnm)</b>
<i>Ameripassalus guatemalensis</i> (Kaup, 1869)	No reportado
<i>Chondrocephalus granulifrons</i> (Bates 1886)	No reportado
<i>Chondrocephalus granulum</i> Kuwert, 1897	2200
<i>Odontotaenius haberi</i> Kuwert, 1897	No reportado
<i>Odontotaenius striatopunctatus</i> (Percheron, 1835)	600, 700, 745. 773
<i>Ogyges championi</i> (Bates, 1886)	No reportado
<i>Ogyges hondurensis</i> Schuster y Reyes-Castillo, 1990	1380
<i>Ogyges politus</i> (Hincks, 1953)	2200, 2300
<i>Oileus sargi</i> (Kaup, 1871)	2200, 2300
<i>Passalus perparvulus</i> (Kuwert, 1898)	No reportado
<i>Passalus interruptus</i> (Linnaeus, 1758)	220, 800, 1000, 450
<i>Passalus interstitialis</i>	No reportado
<i>Passalus manlioides</i> (Kuwert, 1898)	No reportado
<i>Passalus punctatostriatus</i> Percheron, 1835	700, 1000, 1300
<i>Passalus punctiger</i> Lepeletier & Audinet-Serville, 1825	700
<i>Paxillus leachi</i> Mac Leay, 1819	850, 1000. 2300
<i>Petrejoides salvadorae</i> Schuster, 1989	2300
<i>Popilius eclipticus</i> (Truqui, 1857)	1000, 2300
<i>Popilius haagi</i> (Kaup, 1868)	No reportado
<i>Popilius scutellopunctatus</i> Kuwert, 1897	No reportado
<i>Ptichopus angulatus</i> (Percheron, 1835)	700, 745, 830
<i>Arrox agassizi</i> (Kaup, 1871)	1000, 1050
<i>Spurius bicornis</i> Truqui, 1857	No reportado
<i>Undulifer incisus</i> (Truqui, 1857)	No reportado
<i>Verres hageni</i> Kaup, 1871	1000
<i>Vindex sculptilis</i> Bates, 1886	2200

<sup>6</sup> Observación personal de los especímenes de pasálidos presentes en la colección entomológica del Museo de Historia Natural de El Salvador, revisión de las fichas entomológicas y cuadernos de registro, octubre 2014.

### **6.3. Sustratos**

Los pasálidos en su mayoría se encuentran en madera muerta en distintos grados de descomposición de la cual se alimentan, principalmente de plantas angiospermas dicotiledóneas y raramente gimnospermas. Otras especies están adaptadas a otros sustratos como al detritus de las colonias de algunas Formicidae (Schuster 1984, Boucher 2006).

El estado de descomposición de los sustratos está relacionado con la abundancia de los individuos, en el estado cualitativo I el tronco conserva la corteza, la madera aún está dura y consistente; en el estado II la madera se encuentra más blanda y en ocasiones no presenta corteza y requiere un hacha, que penetra con cierta dificultad; en el estado III la madera se encuentra muy descompuesta y el hacha penetra fácilmente; en el estado IV la madera ya está podrida y puede deshacerse con las manos o el pie, en ocasiones la madera tiene consistencia fibrosa o esponjosa y puede saturarse de agua. La mayor parte de individuos pueden encontrarse en microhábitats del estado II (Castillo 1987, Amat-García, 1999).

Los pasálidos se encuentran mayormente en bosques húmedos, tanto especies como individuos son más abundantes en bosques lluviosos tropicales, muy numerosos en bosques montanos como bosques nebulosos, bosques de pino y bosques pino roble; y son menos abundantes en bosques secos (Schuster 1975).

## **7. Importancia.**

### **7.1. Función ecológica**

La familia Passalidae tiene una notable participación en la transformación de los troncos podridos, para que estos se reintegren al suelo del bosque. Los pasálidos aceleran el proceso de degradación de la madera reduciendo el tamaño de las partículas de madera, esto las hace accesibles a la actividad química y microbiológica. Además enriquecen química y biológicamente las partículas de madera al ser ingeridas, reingeridas y deyectadas; al ser excretadas las acompañan microorganismos simbiotes los cuales pasan una parte de su ciclo de vida en el intestino de los pasálidos (Cano y Schuster 2012).

## 7.2. Endemismo

El endemismo de pasálidos es común principalmente es bosques nubosos con alturas mayores a los 800 msnm. Son especies que no vuelan por lo tanto no migran como mariposas o aves, además la presencia de adultos en todo el año hace posible evaluar áreas en cualquier época (Schuster *et. al* 2000).

Los estudios de los especies colepteras tales como escarabajos joya del genero *Chrysina*, los escarabajos del genero *Phyllophaga*, salamandras plethodontidas y pequeños mamíferos; muestran patrones similares de endemismo que los pasálidos, por lo tanto es posible utilizarlos como organismos indicadores para determinar cuáles regiones de bosque nuboso son parecidas o diferentes entre sí, cuales áreas tienen un alto grado de endemismo o biodiversidad y con estos datos priorizar áreas para su conservación (Schuster *et. al* 2000).

Dentro de las especies endémicas reportadas por Schuster *et al.* 2000, están presente en El Salvador *Petrejoides salvadorae* y *Ogyges politus* en Montecristo, Santa Ana.

## 8. Metodología de recolecta

La metodología de recolecta de los pasálidos puede ser de dos maneras: manual o con trampas de luz. La metodología de recolecta de pasálidos con mayor alto índice de captura es la recolecta manual, esta se realiza siempre debajo de la corteza o dentro de los troncos en diferentes estados de descomposición. Algunas especies son atraídas por la luz halógena blanca empleando trampas de luz de tipo pantalla (Schuster 1984, Lozano 1997, Amat-García *et al.* 2005).

La recolecta manual consiste en que el colector se desplace en el bosque en las horas del día, busca los troncos podridos los abre con hacha de cazador y recolecta los individuos manualmente. Las ventajas de esta metodología es que la selección de captura del individuo depende del colector, es poca presión a la población de escarabajos y proporciona información relacionada con aspectos ecológicos de la especie, ya que el colector debe familiarizarse con el hábitat del escarabajo. Las desventajas son el alto esfuerzo físico para el colector y que requiere de la disponibilidad de tiempo del colector (Amat-García *et al.* 2005).

Un método poco usado es la trampa de luz que consiste en una bombilla de luz blanca halógena sujeta a un soporte de madera ubicado junto a una pared, encendida diariamente desde las 6 pm

hasta las 6 am aproximadamente. Las ventajas de este método son que no daña al hábitat, representa un esfuerzo mínimo del colector y la extracción puede realizarse todos los días. Las desventajas son que se capturan individuos de otras especies y que el esfuerzo de captura puede ocasionar la extracción de un alto número de individuos (Amat-García *et al.* 2005).

## 9. Diversidad Alfa

### 9.1. Índice ecológico de diversidad, complemento de Simpson

Este índice cuantifica la probabilidad que dos individuos seleccionados aleatoriamente en una comunidad infinita pertenezcan a una misma especie. El  $1 - D$  se usa para expresa la diversidad. Si una especie dada posee una proporción de individuos dentro de una comunidad, la probabilidad de seleccionados de estos aleatoriamente corresponde a la probabilidad conjunta. Al sumar las probabilidades para todas las especies en la comunidad se llega al índice de Simpson, para medir la diversidad se utilizara el complemento de Simpson (Krebs 1985).

$$1 - D = 1 - \sum_{i=1}^S (p_i^2)$$

La gama de valores del índice va desde 0 lo que significa con diversidad baja hasta un máximo de 1 (Krebs 1985).

### 9.2. Índice ecológico de diversidad de Shannon-Wiener

Shannon-Wiener combina dos componentes de la diversidad, el número de especies y la igualdad desigualdad de la distribución de los individuos en las diversas especies (Krebs 1985).

$$H = - \sum_{i=1}^S (p_i) (\log_2 p_i)$$

Donde H= índice de diversidad, S= número de especies y  $p_i$ = proporción del total de la muestra que corresponde a la especie  $i$  (Krebs 1985).

Un mayor número de especies hace que aumente la diversidad de la misma.  $H_{m\acute{a}x}$  representa la diversidad de las especies de la muestra si todas tuvieran igual abundancia (Krebs 1985).

$$H_{m\acute{a}x} = \log_2 S$$

Donde  $H_{m\acute{a}x}$ = diversidad de las especies bajo condiciones de igualdad máxima y  $S$ = número de especies (Krebs 1985).

Se puede definir a la igualdad con la siguiente proporción:

$$E = \frac{H}{H_{m\acute{a}x}}$$

Donde  $E$ = equidad (se expresa en un ámbito de 0 a 1),  $H$ = diversidad de las especies observada y  $H_{m\acute{a}x}$ = diversidad de especies máxima (Krebs 1985).

## VII. METODOLOGIA

### 1. Descripción del área de estudio

#### 1.1. Descripción y ubicación del área de estudio

El Área Protegida Trinacional Montecristo tiene una extensión de 13923 ha. de las cuales, en la zona de El Salvador el Parque Nacional Montecristo tiene una extensión de 4774 ha., está ubicado al noroeste de Santa Ana, colindando con los países de Guatemala y Honduras a los 14° 25' N y 89°23' O (Figura 5), posee una altitud entre los 420 a los 2418 msnm (MAG-PAES/CATIE 2003).

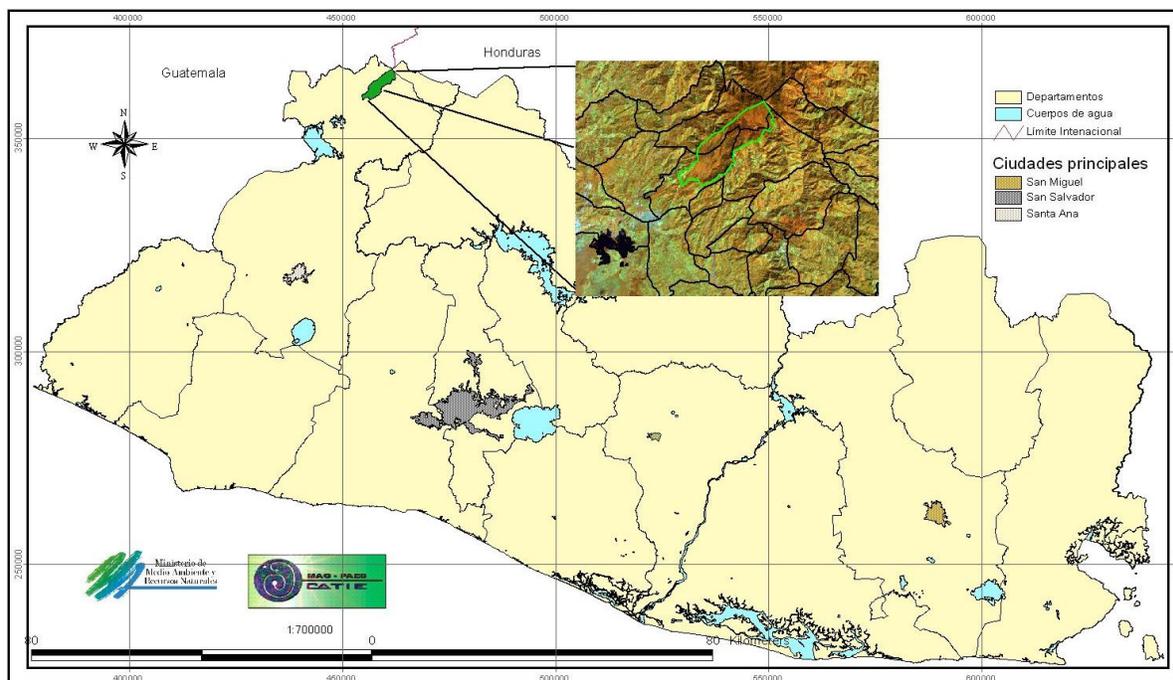


Figura 5. Ubicación del Parque Nacional Montecristo (Mapa tomado de MAG-PAES/CATIE 2003).

#### 1.2. Hidrología

El Parque Nacional Montecristo pertenece a la parte alta de la cuenca del río Lempa, siendo las microcuencas de mayor importancia dentro del parque los ríos El Brujo, San José, El Rosario, San Miguel y sus respectivos afluentes (MAG-PAES/CATIE 2003).

### **1.3. Clima**

La temperatura promedio anual es de 16.1 °C, en la parte alta la temperatura oscila entre los 14.4°C y 17.3°C, mientras en la parte baja se mantiene un promedio de 25°C (MAG-PAES/CATIE 2003).

La precipitación anual promedio es 2181 mm, la cual es mayor en la época lluviosa (MAG-PAES/CATIE 2003).

### **1.4. Zonas de vida**

Usando como base las zonas de vida de Holdrige 1978, se distinguen tres en el parque nacional; además se define el uso forestal de estas:

- Bosque muy húmedo montano bajo subtropical: cuya producción forestal se presenta en terrenos de moderado declive y posee bosques naturales que protegen cuencas sobre las laderas donde las pendientes son muy fuertes (MAG-PAES/CATIE 2003).

- Bosque muy húmedo montano bajo subtropical transición a húmedo: en sus pendientes bajas posee agricultura y ganadería intensiva. Los bosques naturales se encuentran en los terrenos más accidentados (MAG-PAES/CATIE 2003).

- Bosque húmedo sub tropical templado: Agricultura y ganadería intensiva en los terrenos con pendientes moderadas. La producción forestal natural se encuentra en los terrenos con pendientes pronunciadas (MAG-PAES/CATIE 2003).

### **1.5. Bosques**

En el Parque Nacional Montecristo se presentan tres tipos funcionales de bosques:

Bosque seco (Figura 6), el cual se extiende de los 805 – 983 msnm cuyas especies representativas son *Enterolobium cyclocarpum* y *Guazuma ulmifolia* (Cardoza 2011).



Figura 6. Vegetación de bosque seco del Parque Nacional Montecristo.

Bosque mixto (Figura 7), que va desde los 1059 hasta los 2161 msnm, y sus especies representativas son *Cupresus lusitánica*, *Pinus maximinoi*, *Pinus oocarpa*, *Quercus peduncularis* y *Quercus lancifolia* (Cardoza 2011).

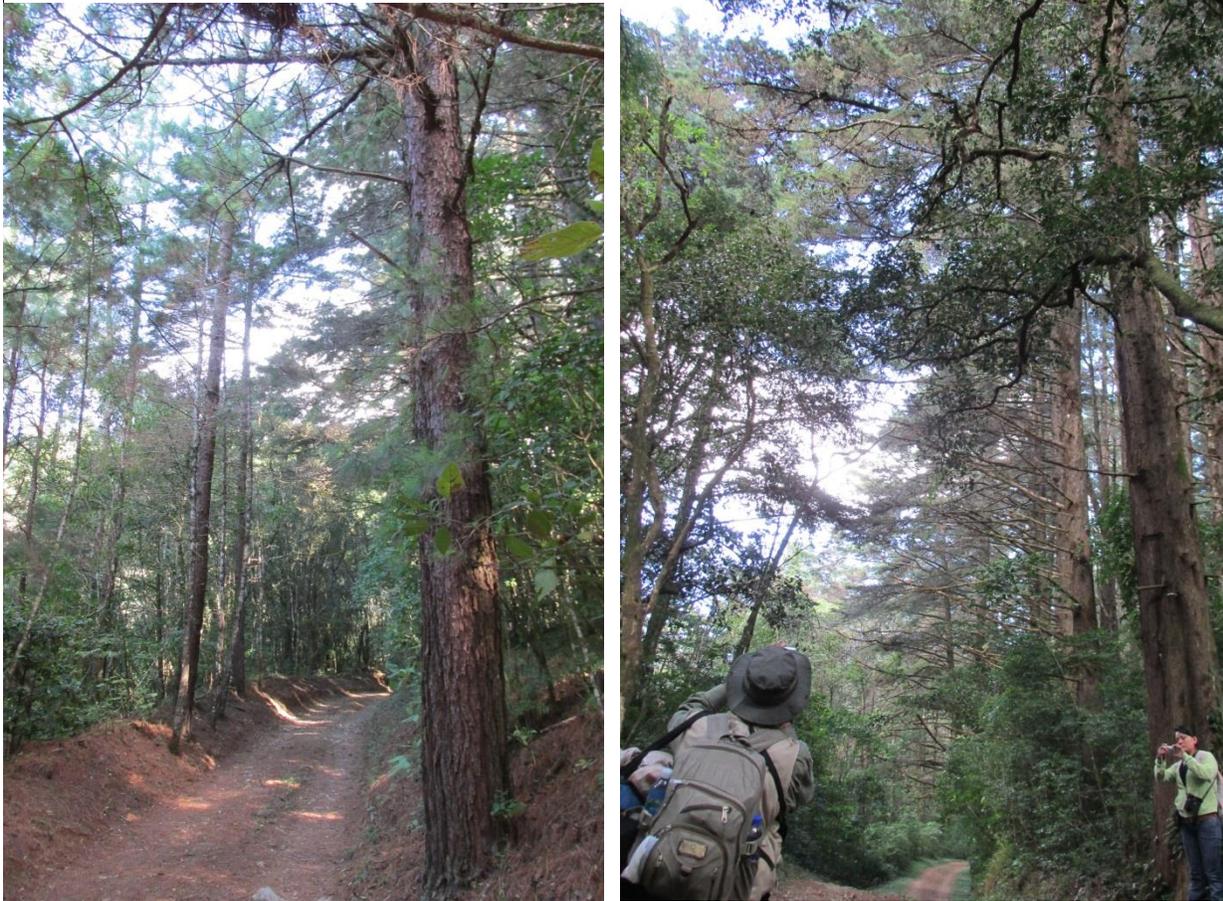


Figura 7. Vegetación de bosque mixto del Parque Nacional Montecristo.

Bosque nublado (Figura 8) desde los 2040 hasta los 2368 msnm cuyas especies representativas son *Cinnamomum triplinerve*, *Quercus bumelioides*, *Quercus lancifolia*, *Dendropanax arboreus* y *Persea steryermarkii* (Cardoza 2011).



Figura 8. Vegetación de bosque nublado del Parque Nacional Montecristo.

## 2. Fase de campo

### 2.1. Diseño muestral

Se realizaron tres muestreos con una duración de 15 días cada uno, entre los meses de septiembre y diciembre (Tabla 2). Se recolectaron especímenes en tres estratos altitudinales, cada uno representado por un tipo de vegetación presente en el Parque Nacional Montecristo los cuales son: Bosque Nebuloso, Bosque Pino Mixto y Bosque Seco.

Tabla 3. Cronograma de muestreos distribuidos entre septiembre a diciembre del 2015.

<b>Muestreo</b>	<b>Recorrido</b>	<b>Trayecto</b>	<b>Fechas (2015)</b>
Primer Muestreo	Bosque Nebuloso	Primero	21 a 28 de Septiembre
		Segundo	2 a 9 de Octubre
		Tercero	13 a 20 de Octubre
Segundo Muestreo	Bosque Pino Mixto	Primero	23 a 30 de Octubre
		Segundo	3 a 10 de Noviembre
		Tercero	13 a 20 de Noviembre
Tercer Muestreo	Bosque Seco	Primero	23 a 30 de Noviembre
		Segundo	4 a 11 de Diciembre
		Tercero	14 a 21 de Diciembre

En la Figura 9 se muestran la ubicación espacial de los nueve trayectos en el Parque Nacional Montecristo, perteneciendo tres a cada estrato.

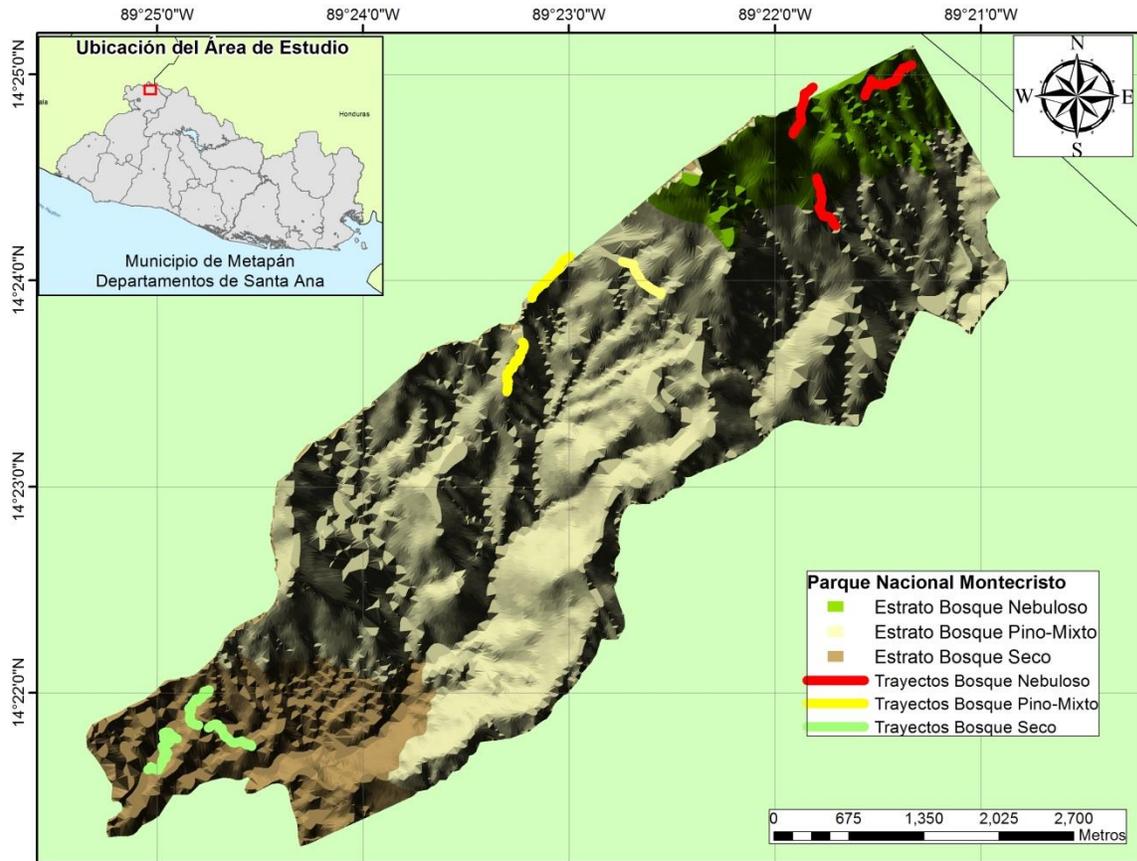


Figura 9. Ubicación de los trayectos en el Parque Nacional Montecristo

- El recorrido del bosque nebuloso tuvo su inicio en la transición entre este y el bosque pino mixto ( $14^{\circ}24'18.31''N$   $89^{\circ}21'43.99''O$ ) y terminó en la entrada al sendero hacia el Trifinio ( $14^{\circ}25'2.93''N$   $89^{\circ}21'18.18''O$ ). Es un recorrido de 3 kilómetros aproximadamente, con una altitud entre 2297 a 2028 msnm.
- El recorrido del bosque pino mixto inició en el “área de acampar 3” ( $14^{\circ}24'9.72''N$   $89^{\circ}22'52.82''O$ ) y terminó en el desvío hacia la “torre de incendios” ( $14^{\circ}23'2.41''N$   $89^{\circ}23'37.23''O$ ) es un recorrido de 3 kilómetros, con una altitud entre 1894 a 1440 msnm.
- El recorrido del bosque seco inició en la entrada al área de “parcelas” ( $14^{\circ}21'45.89''N$   $89^{\circ}24'38.74''O$ ) y terminó en el área del “cafetal antiguo” ( $14^{\circ}21'35.40''N$   $89^{\circ}25'4.25''O$ ) con una distancia de 3 kilómetros, con una altitud entre 905 a 743 msnm.

Cada uno de los recorridos constó de 3 trayectos que tuvieron una longitud de 500 metros, en cada una de estos trayectos se realizó la búsqueda intensiva de troncos en estado de descomposición sobre el sendero y 10 metros a cada lado de este; cada trayecto estuvo separado uno de otro a 500 metros siguiendo el recorrido ya establecido, cada trayecto tuvo un esfuerzo de trabajo de 5 días.

## **2.2. Recolecta**

Esta consistió en encontrar troncos caídos en estado de descomposición, los troncos se giraron hasta que quedo expuesta la superficie del tronco que tenía una mayor superficie de contacto con el sustrato, se utilizó un hacha de mano para romperlo y cuando se encontraron galerías del sistema de túneles de pasalidos se siguió rompiendo hasta eventualmente encontrarlos, Los especímenes se recolectaron manualmente (CONACYT 1999).

Se utilizó un registro escrito y digital de los datos recolectados sobre las comunidades de pasalidos y las características del tronco en las que se encontraron, asignándole a cada tronco un número correlativo, usándose una hoja de recolecta (Anexo 1) para cada uno de los días de trabajo.

Por cada sistema de túneles se recolectaron de dos a tres individuos adultos. Se tomaron los datos de ámbito altitudinal de cada trayecto, temperatura ambiente, humedad relativa, número de troncos examinados por trayecto, número de troncos con presencia de pasálidos, y de estos últimos; identificación taxonómica de cada tronco, temperatura del tronco dentro del sistema de túneles, clasificación del estado de descomposición del tronco.

## **2.3. Almacenamiento, transporte e identificación de las muestras**

Los especímenes fueron almacenados en frascos de plástico cilíndricos (5 cm x 5cm). Cada frasco con material recolectado fue rotulado con el número correlativo del tronco, el número de trayecto, el sector de recolecta, la fecha y nombre del colector. Cada frasco contuvo todos los especímenes recolectados en un solo sistema de túneles.

Para la preservación de los individuos recolectados se realizó con alcohol etílico al 70%, cubriendo por completo la muestra dentro de los frascos (CONACYT 1999).

El material fue transportado a temperatura ambiente al laboratorio de Protección Vegetal de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador.

Se realizó la identificación taxonómica hasta nivel de genero usando la guía taxonómica Key to American genera of Passalidae (Scarabaeoidea) (Schuster y Cano 2006) y Coleoptera, Passalidae: Morfología y división en grandes grupos: géneros americanos (Reyes-Castillo 1970).

Para la identificación a nivel de especie se contó con la colaboración del PhD. Jack J. Schuster y del M. Sc. Enio Cano y la revisión y comparación con los especímenes de la colección entomológica de la Universidad del Valle, Guatemala.

### **3. Procesamiento de datos**

#### **3.1. Composición de pasalidos**

Para el análisis de composición de la comunidad de pasalidos se elaboró una matriz con los datos taxonómicos (Tribu, género y especie) de las especies encontradas y sus características parataxonómicas más relevantes, además se le agregó a esta matriz datos como frecuencia de individuos, lugares de recolecta y observaciones de recolecta.

#### **3.2. Análisis de datos.**

Los datos de las muestras fueron agrupados para fines estadísticos en una clasificación de intervalos de alturas, ligados estrechamente a la distribución altitudinal de las tribus de pasalidos. Los intervalos altitudinales en los que se tomaran en este trabajo son de 700 a 1100 msnm (Estrato de bosque seco), de 1200 a 1700 msnm (Estrato de bosque mixto) y de 1800 a 2300 msnm (Estrato de bosque nublado).

#### **3.3. Diversidad de pasalidos**

Se estimó la diversidad alfa en cada uno de los intervalos altitudinales, para tener la diversidad individual, luego se calculó una diversidad alfa general. Utilizándose para su medición el complemento del índice ecológico de Simpson y el índice de Shanonn Wiener.

### **3.4. Componentes de hábitat y microhábitat**

Se describió estadísticamente el comportamiento de la temperatura ambiente, la humedad relativa y la temperatura al interior de los sistemas de túneles en cada estrato, además de calcular la correlación de la temperatura ambiente y la temperatura al interior de los sistemas de túneles mediante el coeficiente de correlación de Spearman.

Se relacionó la composición de las especies de troncos en estado de descomposición con la riqueza y abundancia de pasálidos, también se relacionó el grado de descomposición de los troncos con la riqueza y abundancia de pasálidos

### **3.5. Proporción de las tribus**

Se comparó la proporcionalidad de individuos adultos de cada tribu y de cada especie en cada uno de los intervalos altitudinales, para lo cual se realizó una comparación de abundancias relativas de los individuos colectados.

Se realizaron gráficos para exponer la distribución de las especies y de las tribus de pasálidos en el gradiente altitudinal.

### **3.6. Periodicidad**

Se describió la presencia y la abundancia de cada estado de desarrollo de las especies de pasálidos encontradas en el tiempo de muestreo de esta investigación.

## VIII. RESULTADOS

### 1. Composición de pasálidos del Parque Nacional Montecristo

#### 1.1. Frecuencia de las especies colectadas

Se encontraron durante el muestreo y en todos los estratos estudiados, un total de 79 sistemas de túneles en 76 troncos diferentes, estos pertenecían a 13 especies de pasálidos (Figura 10), donde se presentaron en mayores proporciones *Chondrocephalus gemmae* (35.4%), *Petrejooides salvadorae* (27.8%) y *Popilius eclipticus* (16.5%).

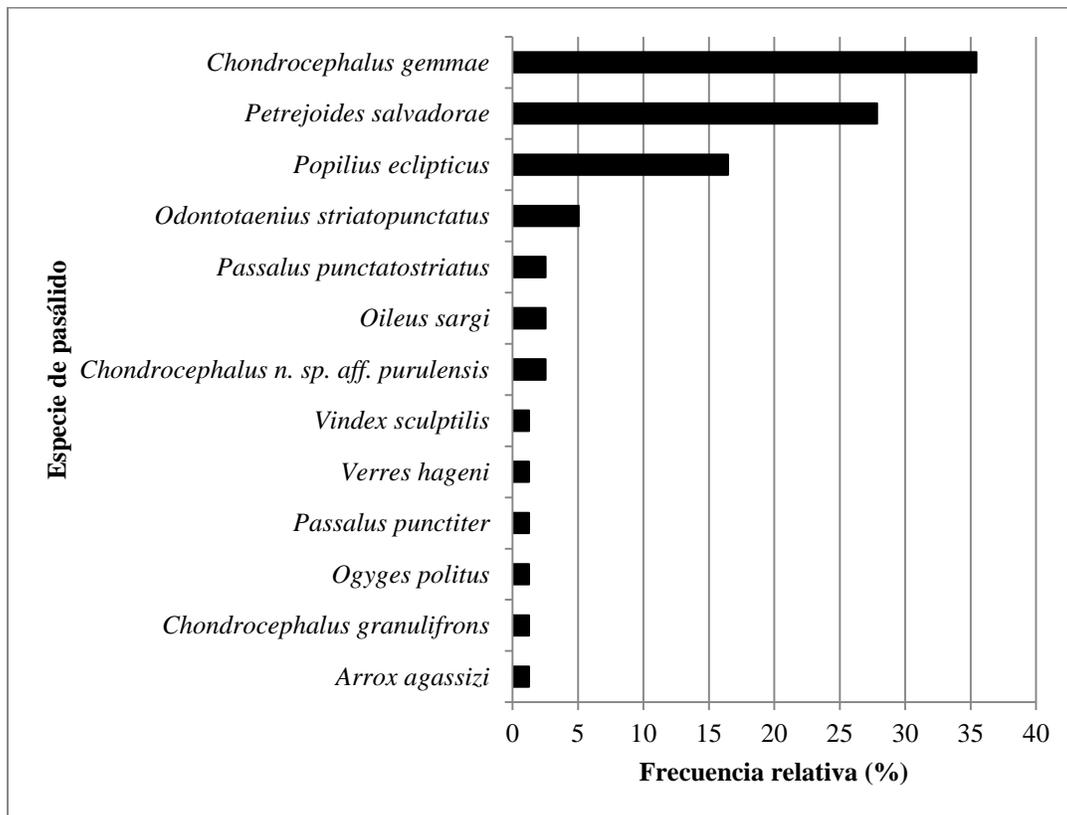


Figura 10. Frecuencia relativa de sistemas de túneles por especie de pasálidos.

En el estrato de bosque nebuloso los troncos muestreados presentaron 41 sistemas de túneles en los cuales habitaban seis especies de pasálidos, *Chondrocephalus gemmae* (34.15%), *Chondrocephalus granulifrons* (2.44%), *Chondrocephalus n. sp. aff. purulensis* (4.88%), *Ogyges politus* (2.44%), *Petrejooides salvadorae* (53.66%) y *Vindex sculptilis* (2.44%).

El estrato de bosque pino mixto los troncos muestreados presentaron 29 sistemas de túneles pertenecientes a cuatro especies de pasálidos, *Arrox agassizi* (3.45%), *Chondrocephalus gemmae* (48.28%), *Oileus sargi* (6.9%) y *Popilius eclipticus* (41.38%).

El estrato de bosque seco los troncos muestreados presentaron nueve sistemas de túneles pertenecientes a cinco especies de pasálidos, *Odontotaenius striatopunctatus* (44.44%), *Passalus punctatostriatus* (22.22%), *Passalus punctiger* (11.11%), *Popilius eclipticus* (11.11%) y *Verres hageni* (11.11%).

## **1.2. Descripción de las especies encontradas**

### ***Arrox agassizi* (Kaup, 1971)**

Sinonimia de *Publius agassizi*, 3 cm de longitud total (Figura 11D), estructura mediofrontal (en adelante EMF) del tipo falsus (Figura 11A y 11C), pronoto con ángulos anteriores redondeados (Figura 11B).

### ***Chondrocephalus gemmae* Reyes-Castillo y Castillo, 1986**

Longitud total de 1.6 cm (Figura 12E), EMF del tipo falsus, tubérculos internos unidos a los tubérculos externos por las quillas frontales, clípeo rugoso se extiende hasta las quillas frontales, sutura frontoclipeal curvada (Figura 12A, 12B y 12C). Se diferencia de *Chondrocephalus purulensis* por el mesosternon glabro (Figura 12D).

### ***Chondrocephalus granulifrons* (Bates, 1886)**

Longitud total de 3.3 cm especie de *Chondrocephalus* mayor tamaño (Figura 13E), EMF tipo falsus, clípeo rugoso arqueado se extiende sobre la quilla frontal, tubérculos internos y externos unidos por la quilla frontal (Figura 13A, 13B y 13C). Se diferencia de *Chondrocephalus purulensis* por mesosternon glabro, y diferente de *Chondrocephalus gemmae* y *Chondrocephalus* n. sp. aff. *purulensis* por puntuaciones presentes en el mesosternon (Figura 13D).

### ***Chondrocephalus* n. sp. aff *purulensis***

Longitud total de 2.5 cm (Figura 14E), EMF tipo falsus, clípeo rugoso arqueado se extiende sobre la quilla frontal, tubérculos internos y externos unidos por la quilla frontal (Figura 14A,

14B y 14C). Se diferencia de *Chondrocephalus purulensis* por el mesosternon glabro (Figura 14D) y por la presencia de pubescencia a ambos lados de la EMF (Figura 14B).

***Odontotaenius striatopunctatus* (Percheron, 1835)**

Longitud total de 2.8 cm (Figura 15D), EMF del tipo striatopunctatus, ápice del cuerno libre (Figura 15A y 15C), clípeo con prolongación del borde anterior medio engrosado (Figura 15B), sutura frontoclipeal fuertemente marcada (Figura 15A, 15B y 15C).

***Ogyges politus* (Hincks, 1953)**

Longitud total 4 cm (Figura 16E), EMF del tipo falsus, clípeo poco engrosado, sutura frontoclipeal levemente marcada (Figura 16A, 16C y 16D), ojos reducidos y lamelas largas y levemente curvadas (Figura 16A), élitros con puntuaciones débiles (Figura 16B).

***Oileus sargi* (Kaup, 1871)**

Longitud total de 3 cm (Figura 17D), EMF del tipo striatopunctatus, sutura frontoclipeal marcada, cuerno con ápice libre, labro levemente cóncavo (Figura 17A, 17B y 17C), antenas con lamelas largas y poco curvadas (Figura 17A), borde anterior del pronoto con surcos marcados (Figura 17A y 17C).

***Passalus punctostriatus* Percheron, 1835**

Longitud total de 2.2 cm (Figura 18D), EMF del tipo marginatus, clípeo no visible, puntuaciones profundas en la frente y en el labro (Figura 18A y 18B), lígula tridentada (Figura 18C).

***Passalus punctiger* Lepeletier y Audinet-Serville, 1825**

Longitud total de 4 cm (Figura 19D), EMF del tipo striatopunctatus, clípeo no visible, quillas frontales fuertemente marcadas, puntuaciones profundas en el labro y en la frente (Figura 19A, 19B y 19C).

***Petreojoides salvadorae* Schuster, 1989**

Longitud total de 2.8 cm (Figura 20D), EMF del tipo striatopunctatus, cuerno con ápice libre, clípeo rugoso, labro con concavidad en la parte anterior media y escotadura glabra, tubérculos externos sobresalen dorsalmente hasta la misma altura del clípeo, ausencia de tubérculos internos (Figura 20A, 20B y 20C).

***Popilius eclipticus* (Truqui, 1857)**

Longitud total de 3.3 cm (Figura 21D), EMF del tipo marginatus, sutura fronto clipeal fuertemente marcada, clípeo liso (Figura 21A y 21C), espolón de la tibia I agudo y dirigido hacia abajo (Figura 21B).

***Verres hageni* Kaup 1871**

Longitud total de 4 cm (Figura 22E), EMF similar al tipo falsus, clípeo delgado, antenas con lamelas cortas (Figura 22A y 22C), labro profundamente cóncavo en la parte anterior media, con escotadura en la concavidad (Figura 22A y 22C), tibia II con cepillo de pelos (Figura 22D).

***Vindex sculptilis* Bates, 1886**

Longitud total de 2.5 cm (Figura 23D), EMF del tipo marginatus, clípeo vertical difícilmente visible dorsalmente, quillas frontales pronunciadas (Figura 23A y 23C), puntuaciones de los élitros fuertemente pronunciadas (Figura 23B).

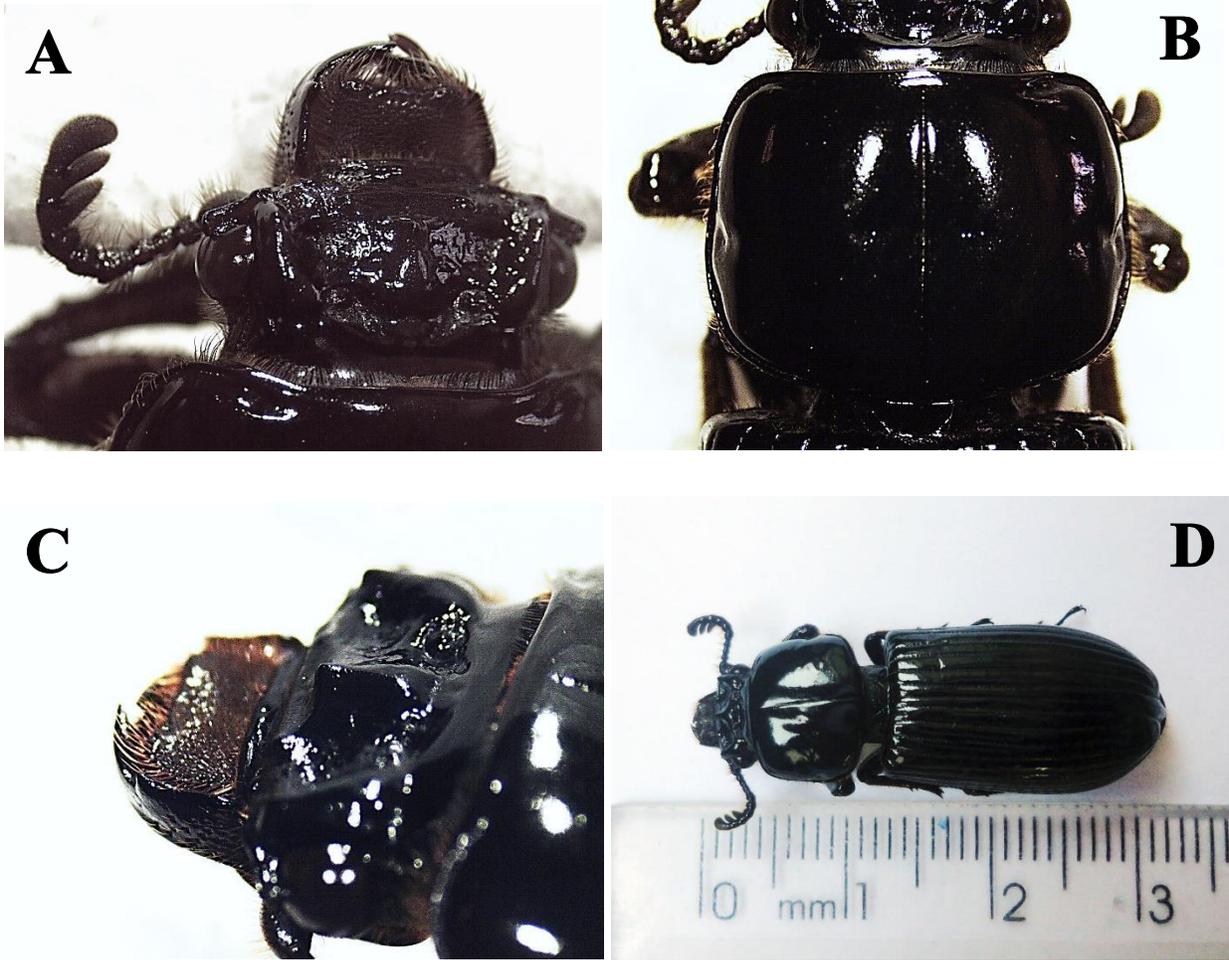


Figura 11. *Arrox agassizi* A. vista dorsolateral de la cabeza, B. Vista dorsal del pronoto, C. Vista dorsal de la cabeza, D. Longitud total.

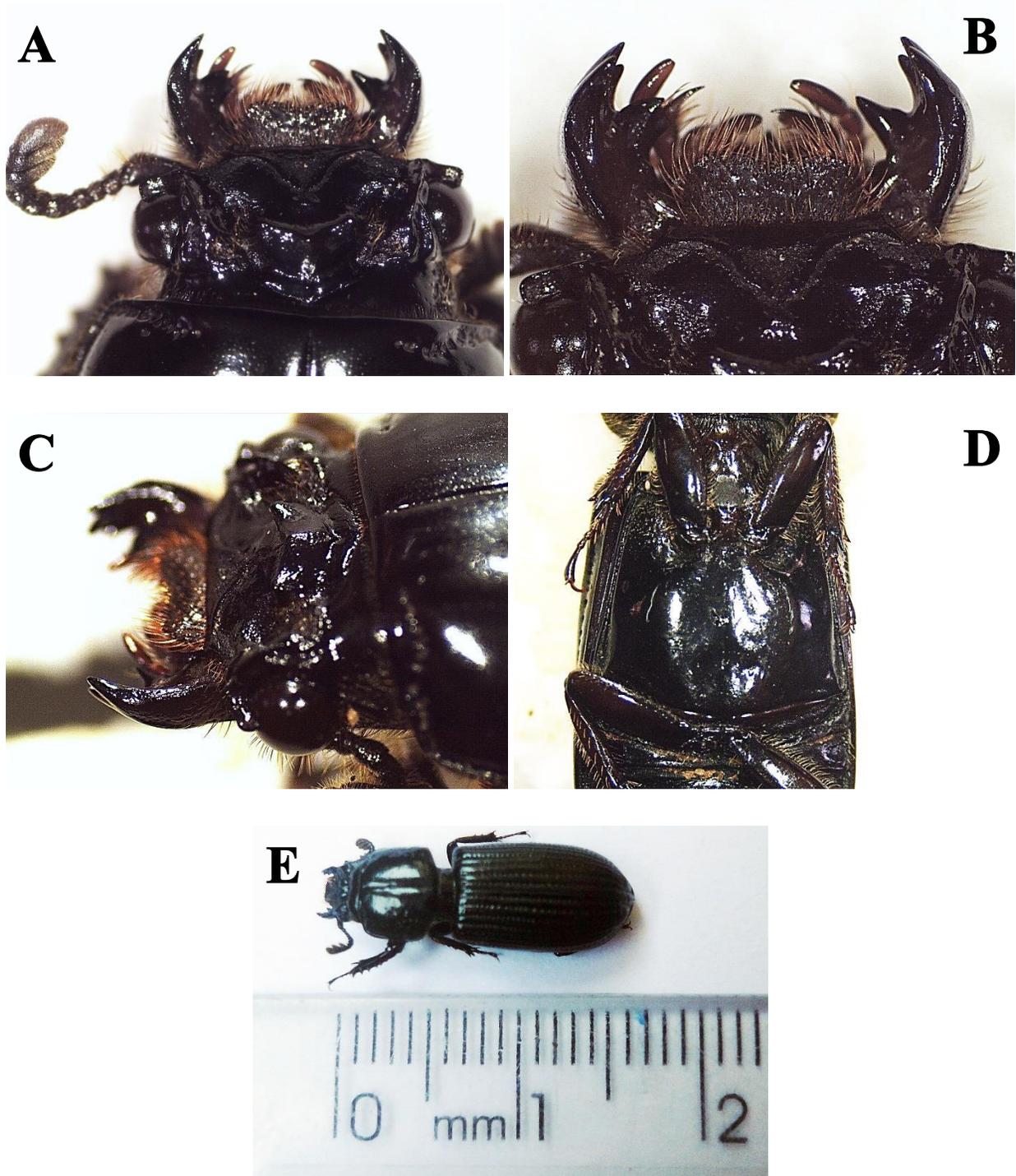


Figura 12. *Chondrocephalus gemmae* A. Vista dorsal de la cabeza, B. Vista dorsal del frenteclipeo, C. Vista dorsolateral de la cabeza, D. Vista ventral del mesosternon E. Longitud total

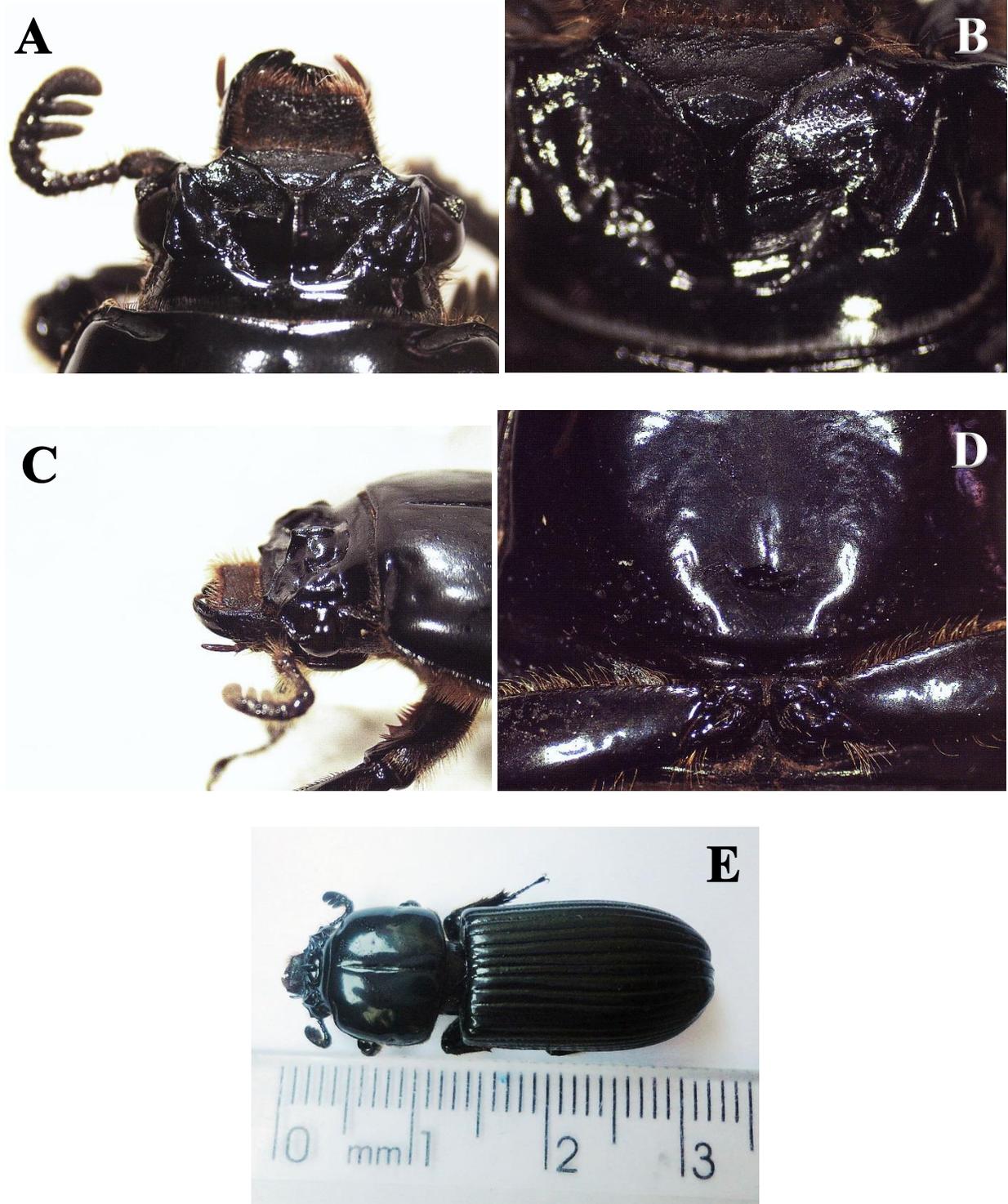


Figura 13. *Chondrocephalus granulifrons* A. Vista dorsal de la cabeza, B. Vista dorsal del frenteclipelo, C. Vista dorso lateral de la cabeza, D. Vista ventral del mesosterno (presencia de puntuaciones), E. Longitud total.

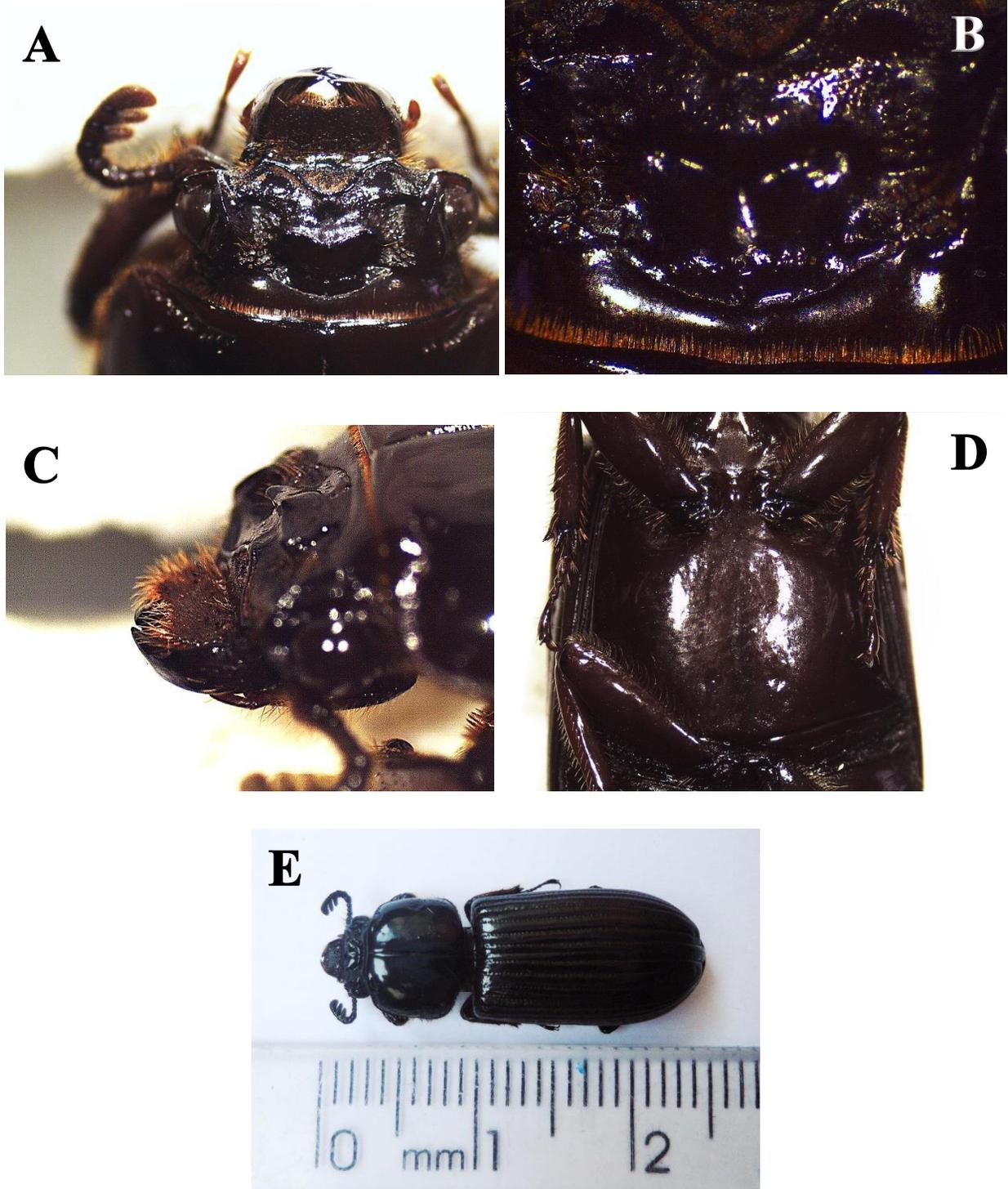


Figura 14. *Chondrocephalus* n. sp. aff. *purulensis* A. Vista dorsal de la cabeza, B. Vista dorsal del frenteclipeo (Pubescencia a ambos lados del EMF), C. Vista dorsolateral de la cabeza, D. Vista ventral del mesosternon, E. Longitud total.

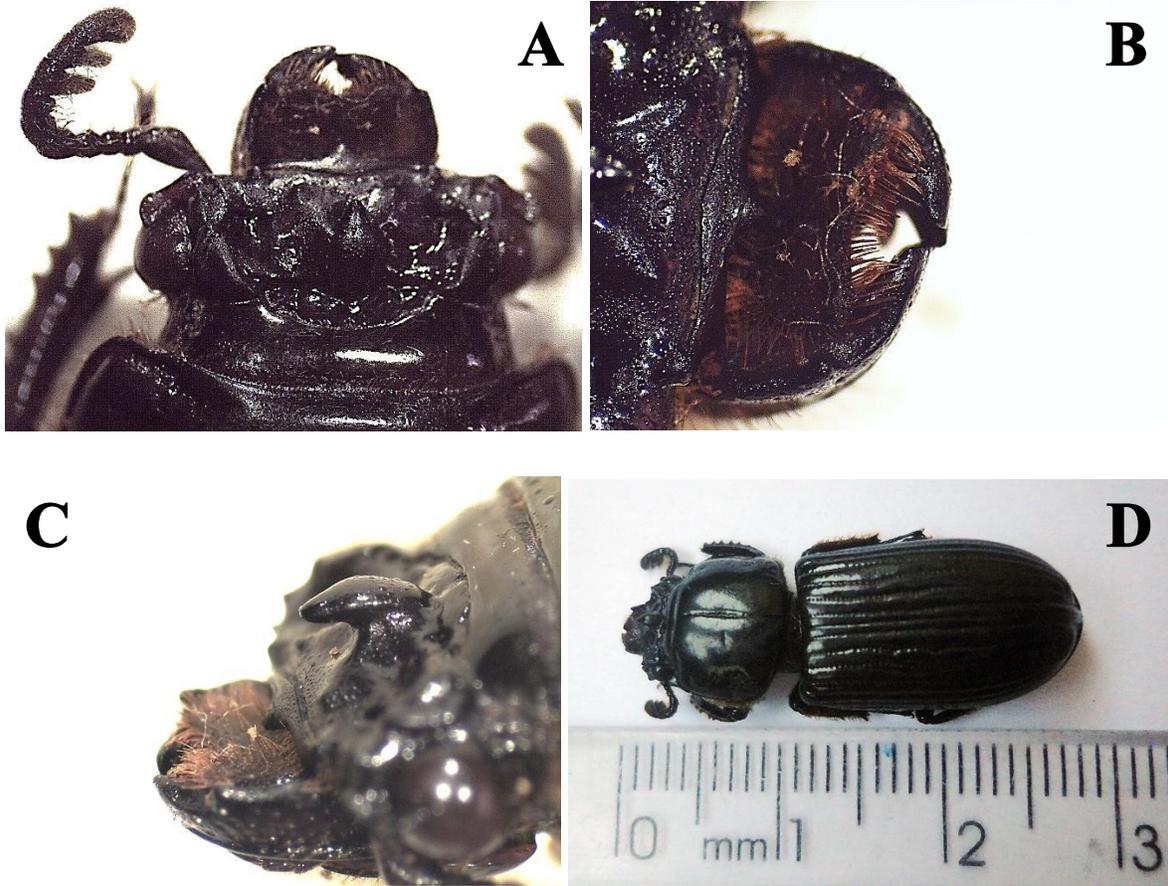


Figura 15. *Odontotaenius striatopunctatus* A. Vista dorsal de la cabeza, B. Vista dorsal del frenteclipeo y labro (prolongación central del clípeo), C. Vista dorsolateral de la cabeza, D. Longitud total.

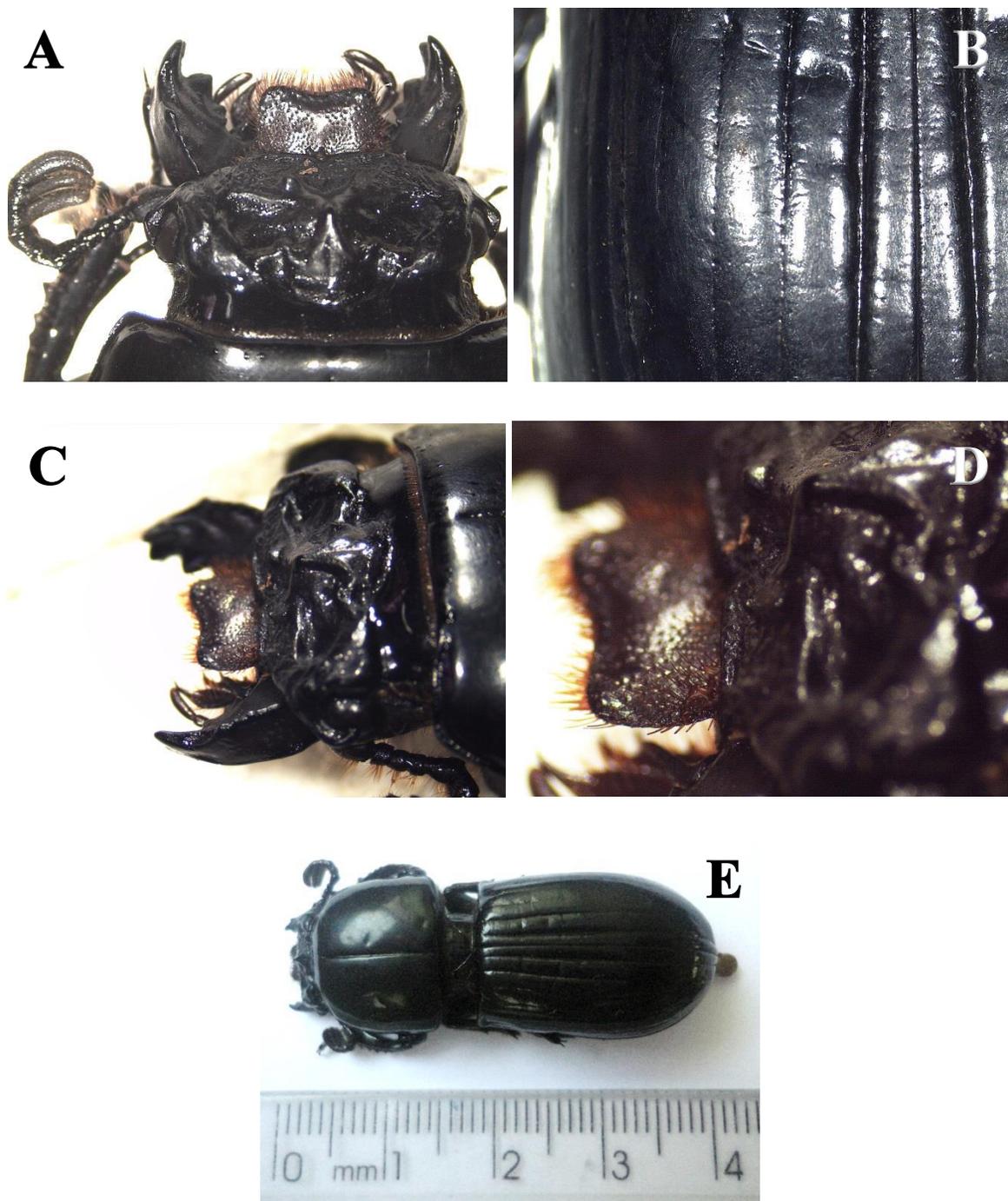


Figura 16. *Ogyges politus* A. Vista dorsal del a cabeza, B. Vista dorsal del élitro (puntuaciones débiles), C. Vista dorsolateral de la cabeza, D. Vista dorso lateral del frenteclipeo, E. Longitud total.

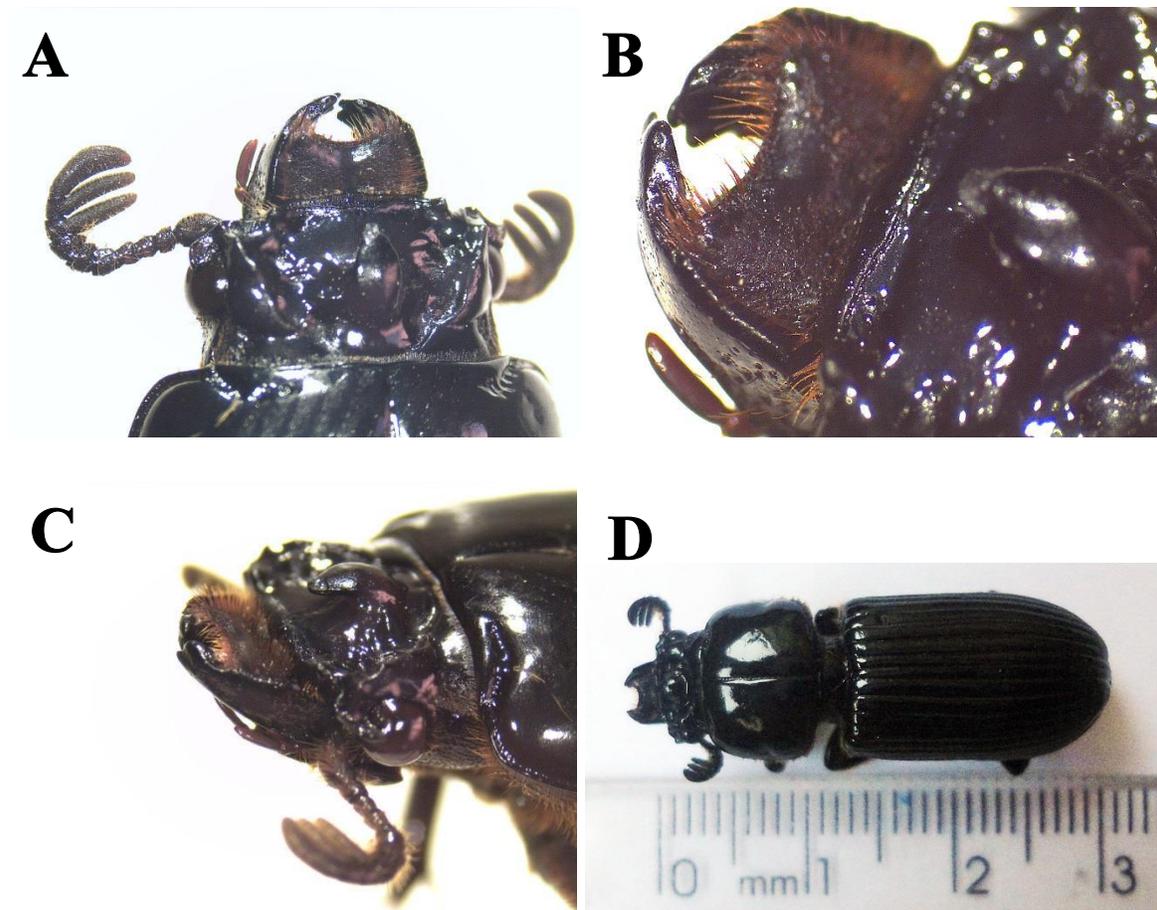


Figura 17. *Oileus sargi* A. Vista dorsal de la cabeza, B. Vista dorsal del frenteclipeo, C. Vista dorsolateral del frenteclipeo, D. Longitud total

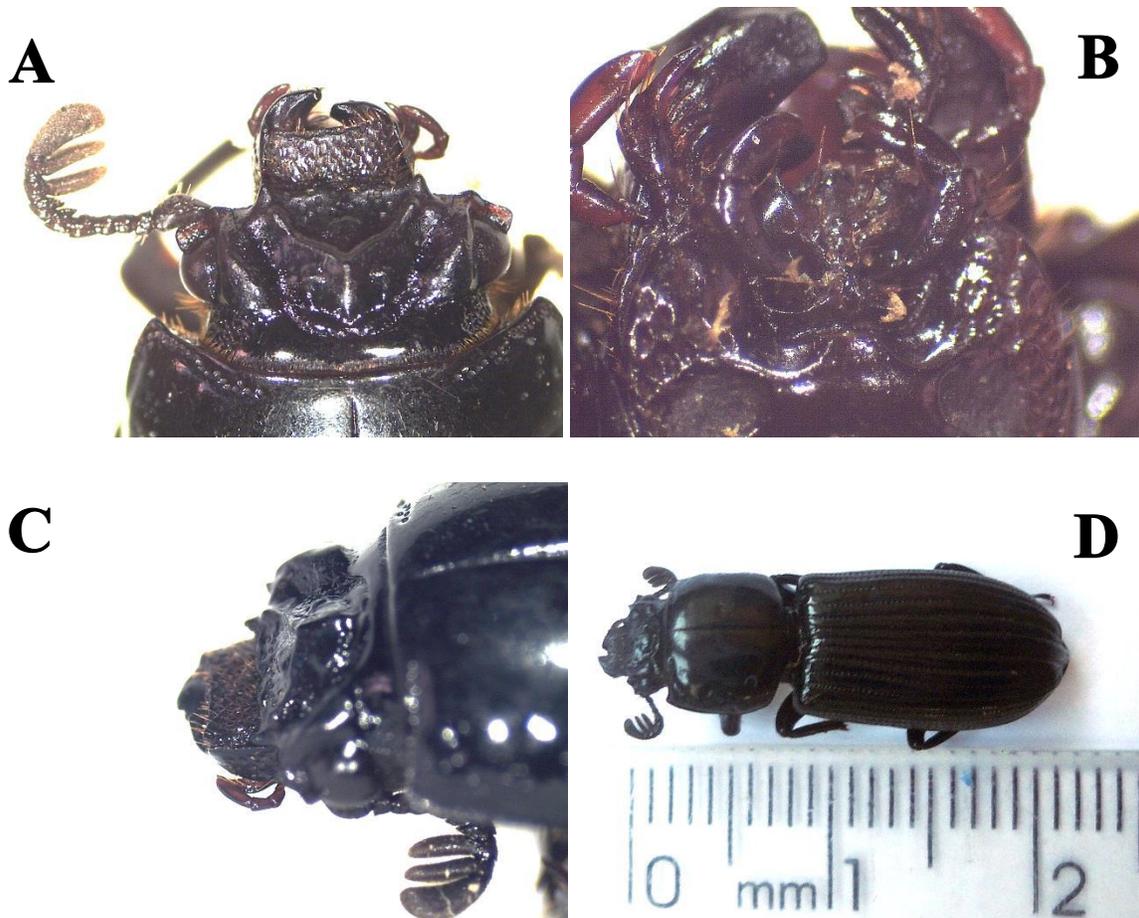


Figura 18. *Passalus punctatostriatus* A. Vista dorsal de la cabeza, B. Vista dorso lateral de la cabeza, C. Vista ventral lígula tridentada, D. Longitud total.

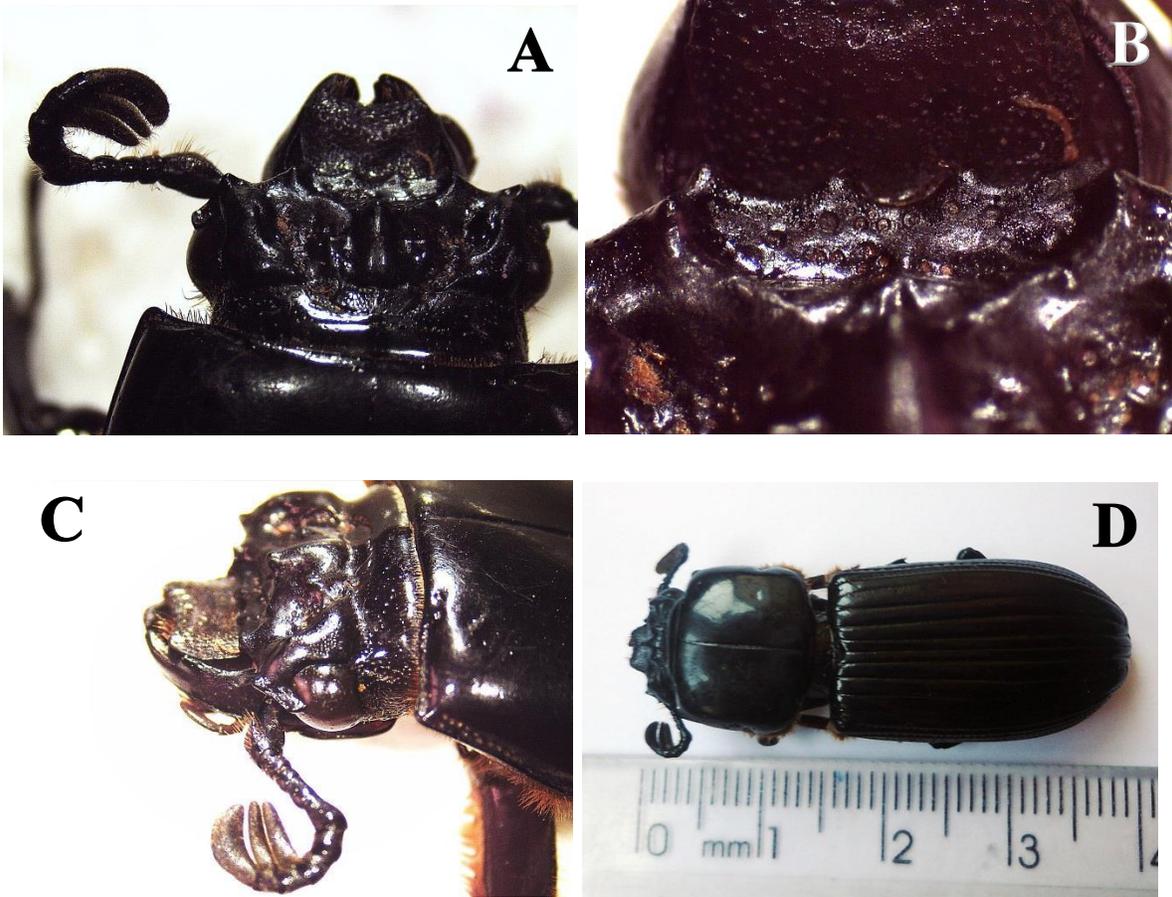


Figura 19. *Passalus punctiger* A. Vista dorsal de la cabeza, B. Vista dorsal de la frente, C. Vista dorsolateral de la cabeza, D. Longitud total.

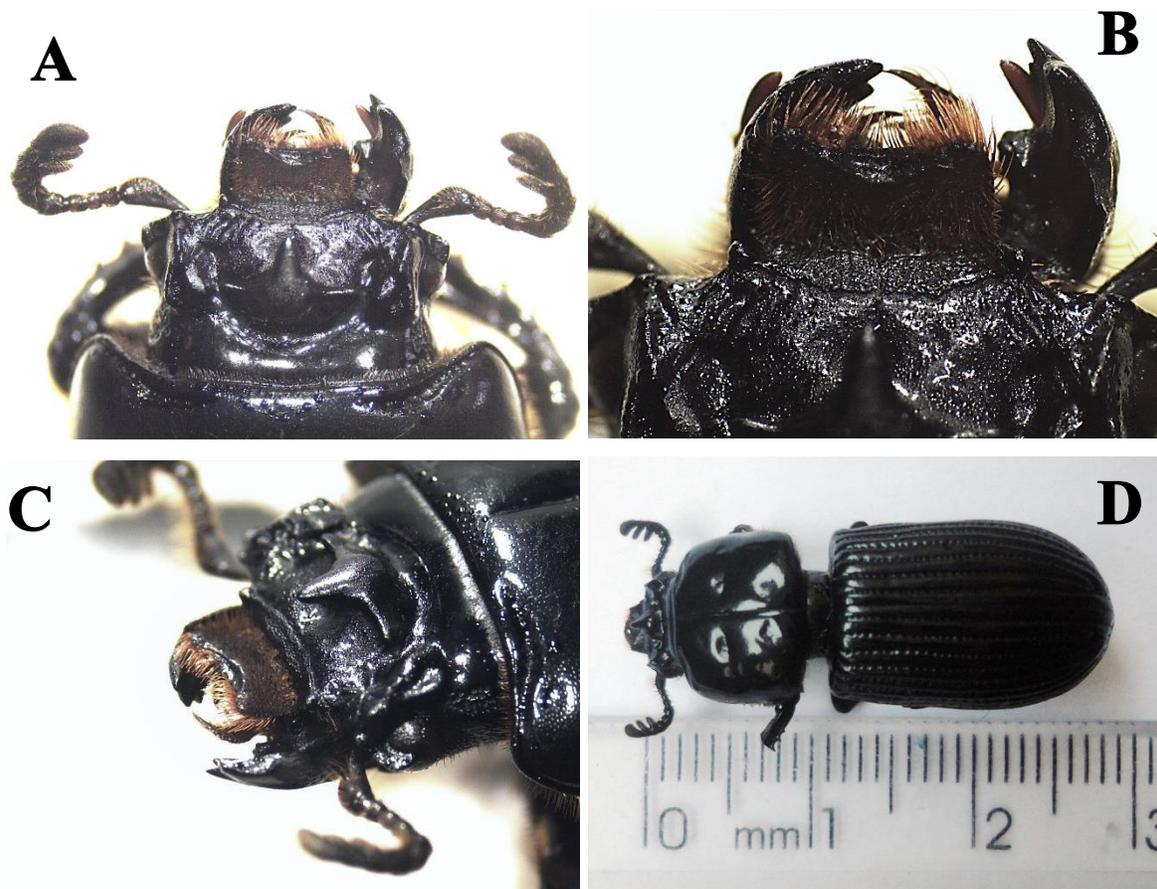


Figura 20. *Petrejoidea salvadorae* A. Vista dorsal de la cabeza, B. Vista dorsal del frenteclipeo y labro, C. Vista dorsolateral de la cabeza D. Longitud total.

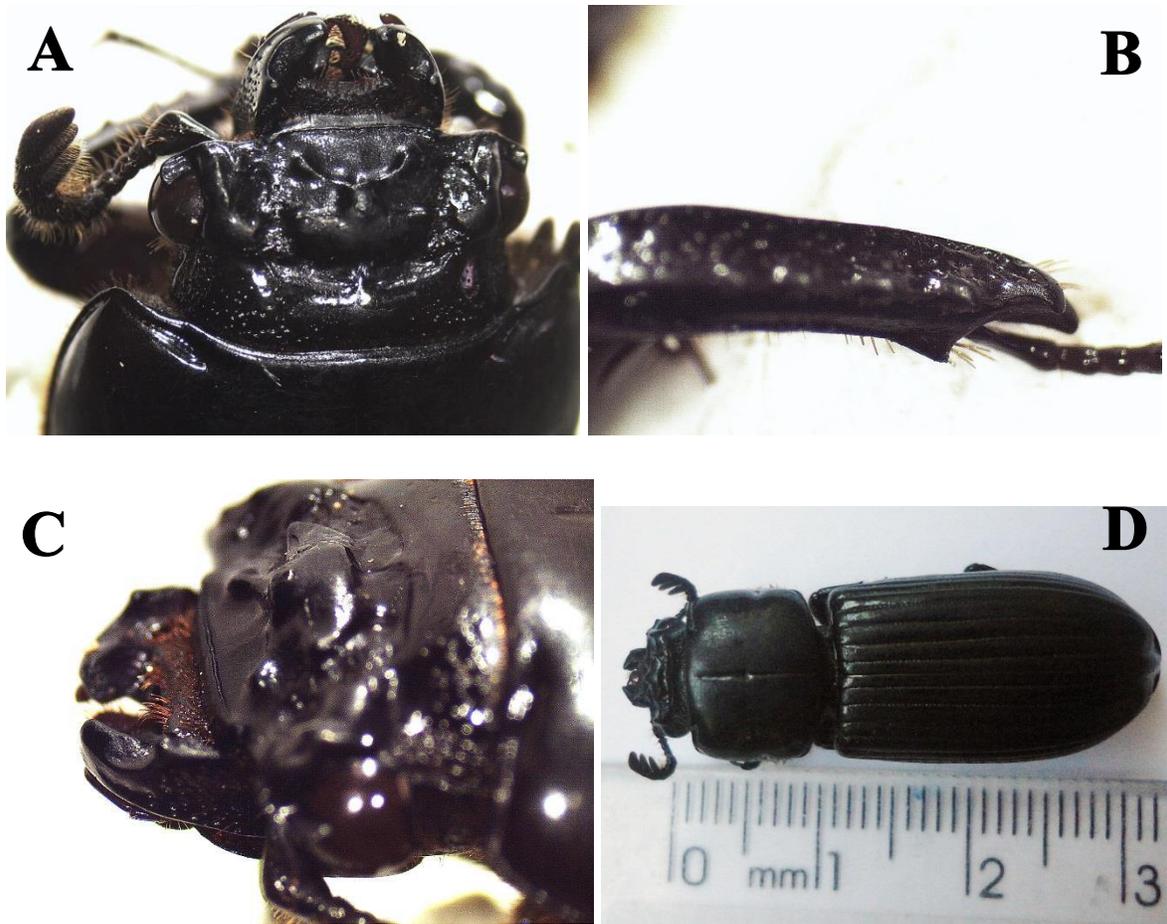


Figura 21. *Popilius eclipticus* A. Vista dorsal de la cabeza, B. Vista lateral de la tibia I, C. Vista dorsolateral de la cabeza, D. Longitud total.

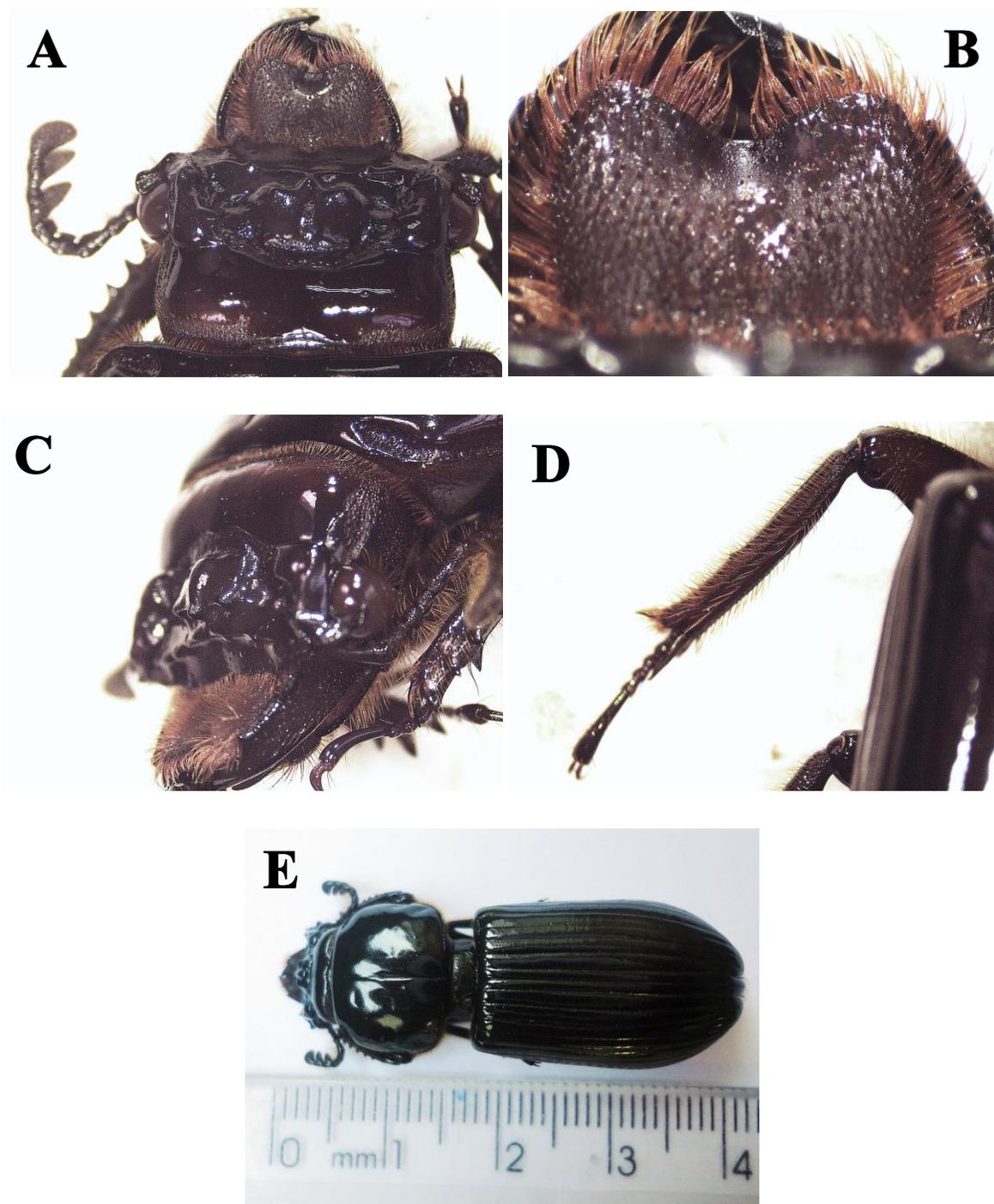


Figura 22. *Verres hageni* A. Vista dorsal de la cabeza, B. Vista dorsal del labro escotado, C. Vista dorso lateral de la cabeza, D. Vista dorsal de la tibia II, E. Longitud total.

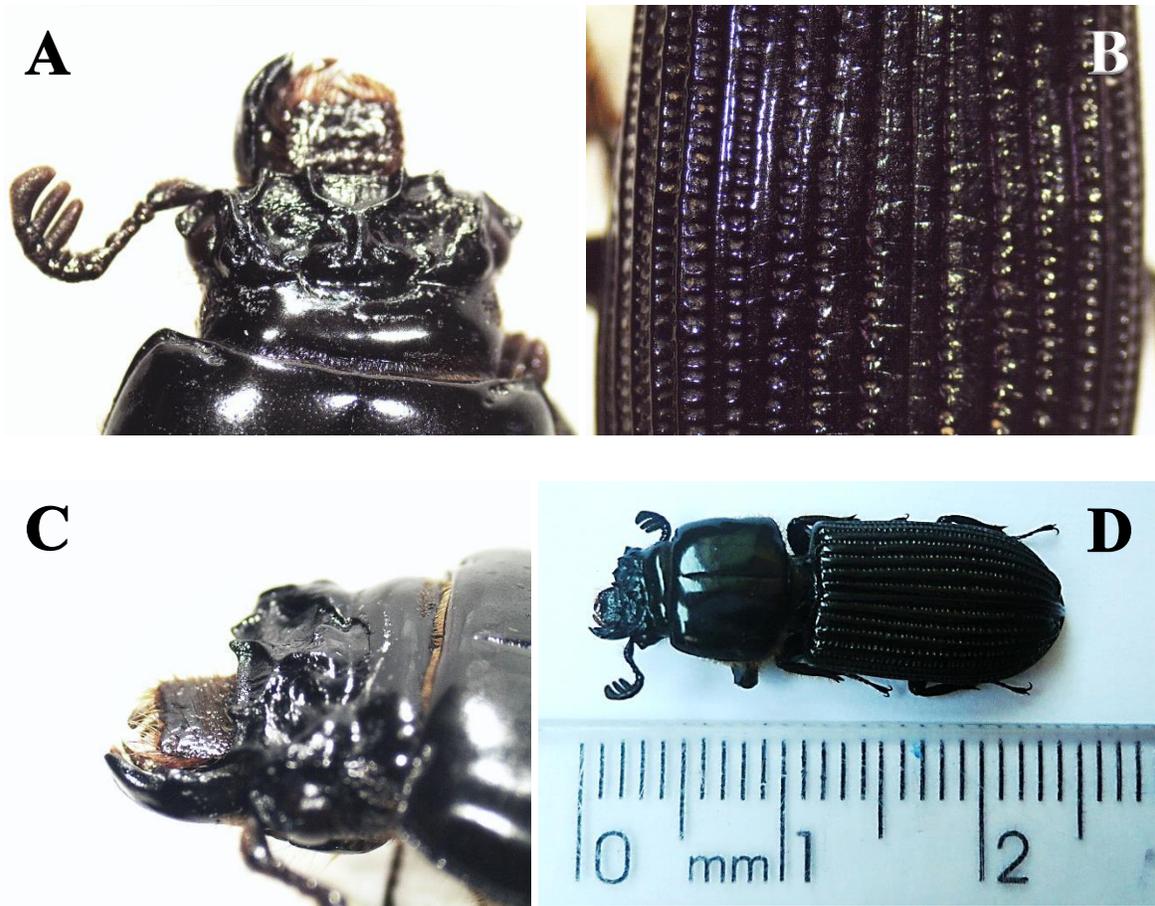


Figura 23. *Vindex sculptilis* A. Vista dorsal de la cabeza, B. Vista dorsal de los élitros fuertemente punteados, C. Vista dorsolateral de la cabeza, D. Longitud total.

## 2. Diversidad de pasálidos del Parque Nacional Montecristo

### 2.1. Diversidad alfa

La diversidad alfa total del Parque Nacional Montecristo se refiere al área total de muestro en la cual se presentaron 79 sistemas de túneles con presencia de pasálidos en los cuales se encontraron 13 especies con una diversidad alta ( $1-D=0.76$ ,  $E=0.69$ ).

En la Tabla 4 se expone, la diversidad y la equidad de las colonias de pasálidos colectados en el Parque Nacional Montecristo.

Tabla 4. Diversidad de las especies de pasálidos en el Parque Nacional Montecristo entre los meses de septiembre y diciembre de 2015.

Estrato	Simpson (1-D)	Equidad	Número de especies	Número de sistemas de túneles
Nebuloso	0.59	0.69	6	41
Pino-mixto	0.58	0.73	4	29
Seco	0.71	0.88	5	9

## 3. Componentes de hábitat microhábitat

### 3.1. Descripción de los estratos muestreados

#### 3.1.1. Temperatura ambiente

La temperatura ambiente fue tomada al inicio del muestreo *in situ* en cada una de las fechas de muestreo del año 2015 en los meses de septiembre y octubre para en el estrato de bosque nebuloso, entre finales de octubre y noviembre para el estrato de bosque pino-mixto y en diciembre para el estrato de bosque seco.

Durante el periodo de muestreo la temperatura ambiente se registró en un ámbito entre 14°C y 25°C y una media de 16.5°C, registrándose el menor valor a finales del mes de septiembre y principio del mes de octubre en los sitios de mayor altura, en cambio para los sitios de alturas menores a principio de noviembre y principio de diciembre (Figura 24).

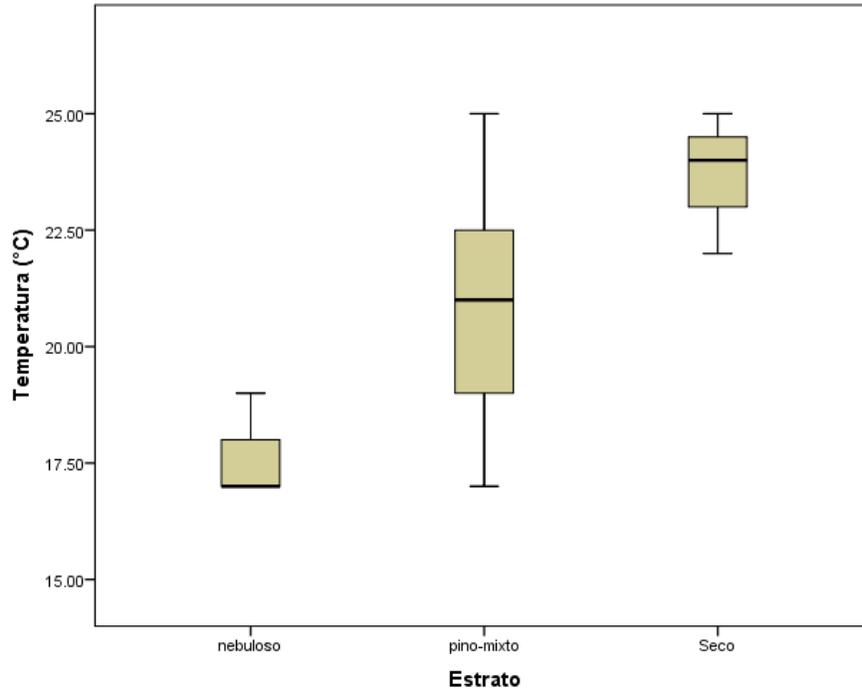


Figura 24. Temperatura ambiente en cada estrato del Parque Nacional Montecristo entre los meses de Septiembre y Diciembre del 2015.

El estrato de bosque nebuloso presento temperaturas entre los 14°C y 20°C con una mediana de 17°C y una media de 17.4°C, el estrato de bosque pino mixto presento un ámbito de temperaturas entre los 17°C y 25°C cuya mediana es de 21°C y la media de 20°C y el estrato de bosque seco presento una temperatura entre 22°C y 25°C con una mediana de 24°C y una media de 23.6°C.

### 3.1.2. Humedad Relativa

Los valores de humedad relativa se tomaron al inicio del muestreo entre los meses de septiembre y diciembre del 2015, en los meses de septiembre y octubre para en el estrato de bosque nebuloso, entre finales de octubre y noviembre para el estrato de bosque pino-mixto y en diciembre para el estrato de bosque seco.

En la figura 25, puede apreciarse que la humedad relativa presentó un ámbito general entre 58% y 85% con una media de 77%, los valores más altos corresponden al estrato de bosque nebuloso a finales del mes de septiembre coincidiendo con la presencia de lluvias.

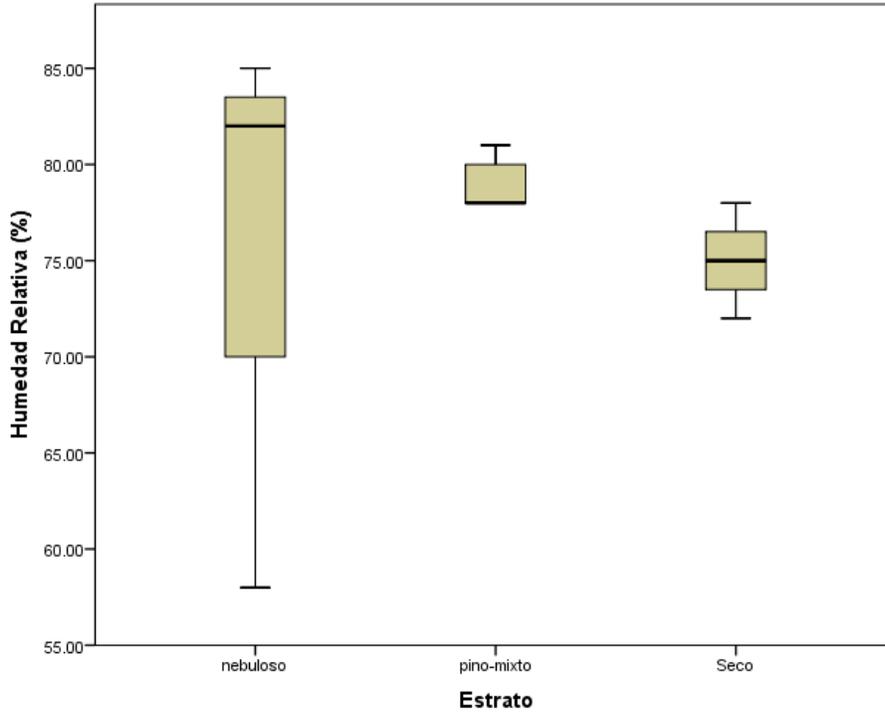


Figura 25. Humedad relativa en cada estrato del Parque Nacional Montecristo entre los meses de Septiembre y Diciembre del 2015.

En el estrato de bosque nebuloso se presentó un ámbito de humedad relativa amplio entre 58% y 85% representando todos los valores de humedad relativa del muestreo, su mediana fue de 82% y su media de 76.82%, en los estratos de bosque pino-mixto y bosque seco el ámbito de humedad relativa fue más conservador con ámbitos entre 72% y 81%, y 72% y 78% respectivamente.

### ***3.1.3. Temperatura de los sistemas de túneles muestreados***

La temperatura de los sistemas de túneles se tomó directamente en ellos en cada uno de los troncos, la distribución temporal de la toma de datos en los estratos fue igual a los anteriores elementos meteorológicos ya citados. La variación de la temperatura de los sistemas de túneles se resume en la figura 26.

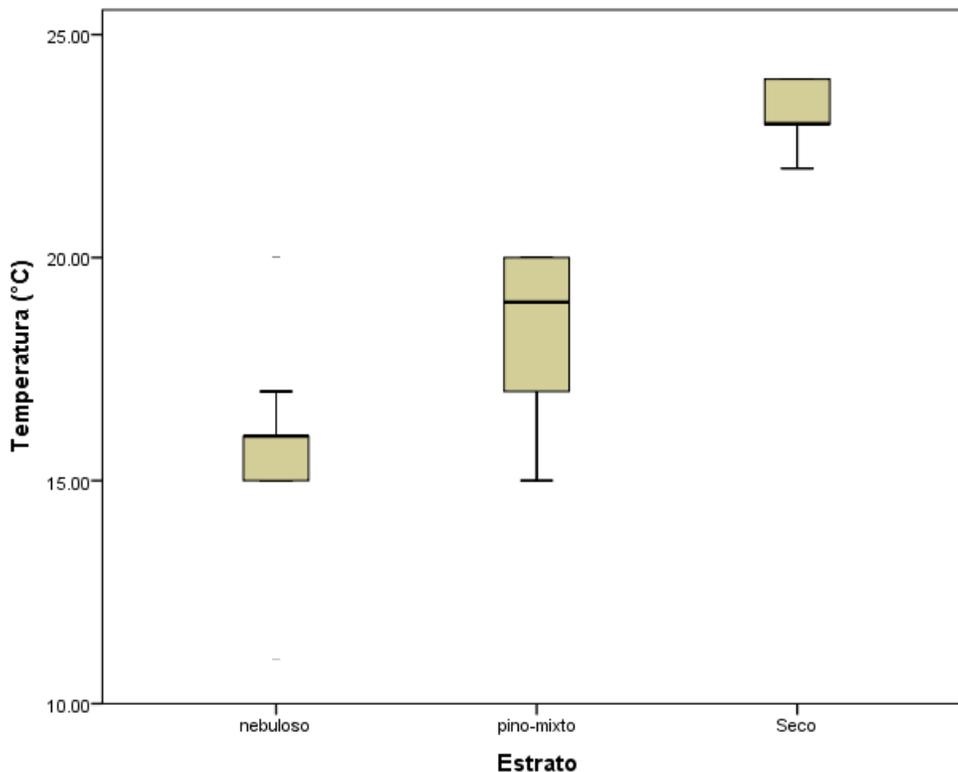


Figura 26. Temperatura de los sistemas de túneles en cada estrato del Parque Nacional Montecristo entre los meses de Septiembre y Diciembre del 2015.

La temperatura de los sistemas de túneles en los que se colectaron pasálidos tuvo una temperatura máxima de 24°C y una mínima de 10°C, en promedio la temperatura estuvo en los 17°C.

Las menores temperaturas se registraron en el estrato de bosque nebuloso las cuales oscilaron entre los 10°C y 20°C, en el estrato de bosque pino-mixto con un mayor ámbito entre los 15°C y 20°C y el estrato de bosque seco con el ámbito de temperaturas más altos entre 20°C y 24°C.

### 3.2. Correlación del microclima con las especies colectadas de pasálidos.

#### 3.2.1. Correlación entre temperatura ambiente y temperatura de los sistemas de túneles.

Cada temperatura de sistema de túnel se asoció al valor de temperatura ambiente de la fecha en la que se tomó el dato. Los datos asociados de ambas temperaturas para la misma fecha, se muestran en un solo conjunto en la figura 27.

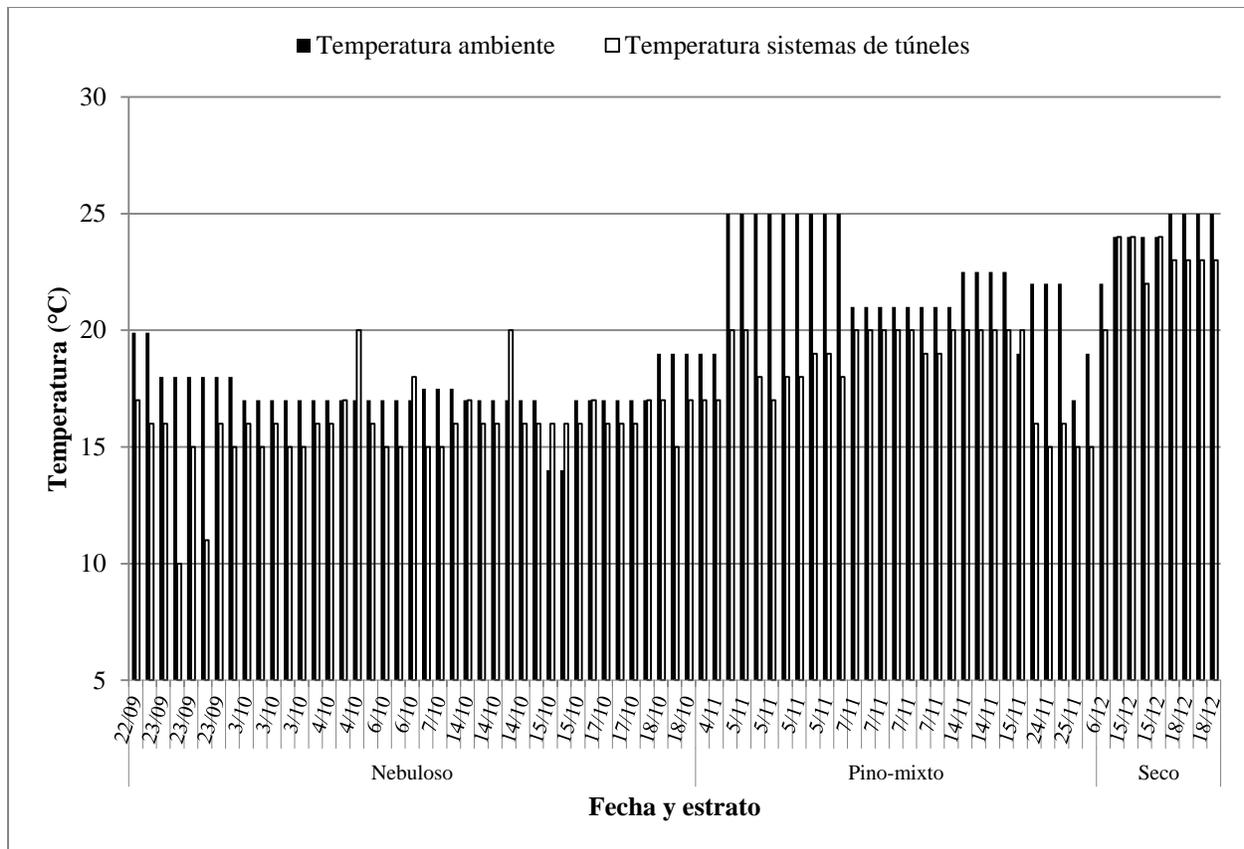


Figura 27. Temperatura de los sistemas de túneles y temperatura ambiente del Parque Nacional Montecristo entre los meses de Septiembre y Diciembre del 2015.

La temperatura de los sistemas de túneles se mantuvo menor en relación a la temperatura ambiente. En los casos en los que la temperatura de los sistemas fue mayor que la temperatura ambiente se debió a que los troncos se encontraban en exposición directa a la luz del sol.

La temperatura ambiente y la temperatura de los sistemas de túneles presentaron un valor de coeficiente de correlación de Spearman de 0.63.

### 3.2.2. Afinidad entre especies de troncos y especies de pasálidos.

En cada especie de tronco de los tres estratos se asoció la riqueza (número de especies) con la abundancia (número de sistemas de túneles) de pasálidos.

Los pasálidos se presentaron en 19 especies de troncos caídos (Figura 28), algunas especies de árboles no fueron identificadas debido a su avanzado proceso de descomposición, por lo tanto se agruparon en la categoría de no identificadas.

Las especies de Passalidae con mayor cantidad de hospederos fueron *Petreojoidea salvadorae* (11 especies de troncos) y *Chondrocephalus gemmae* (7 especies de troncos). Mientras que la especie vegetal más hospedada fue *Pinus sp.*

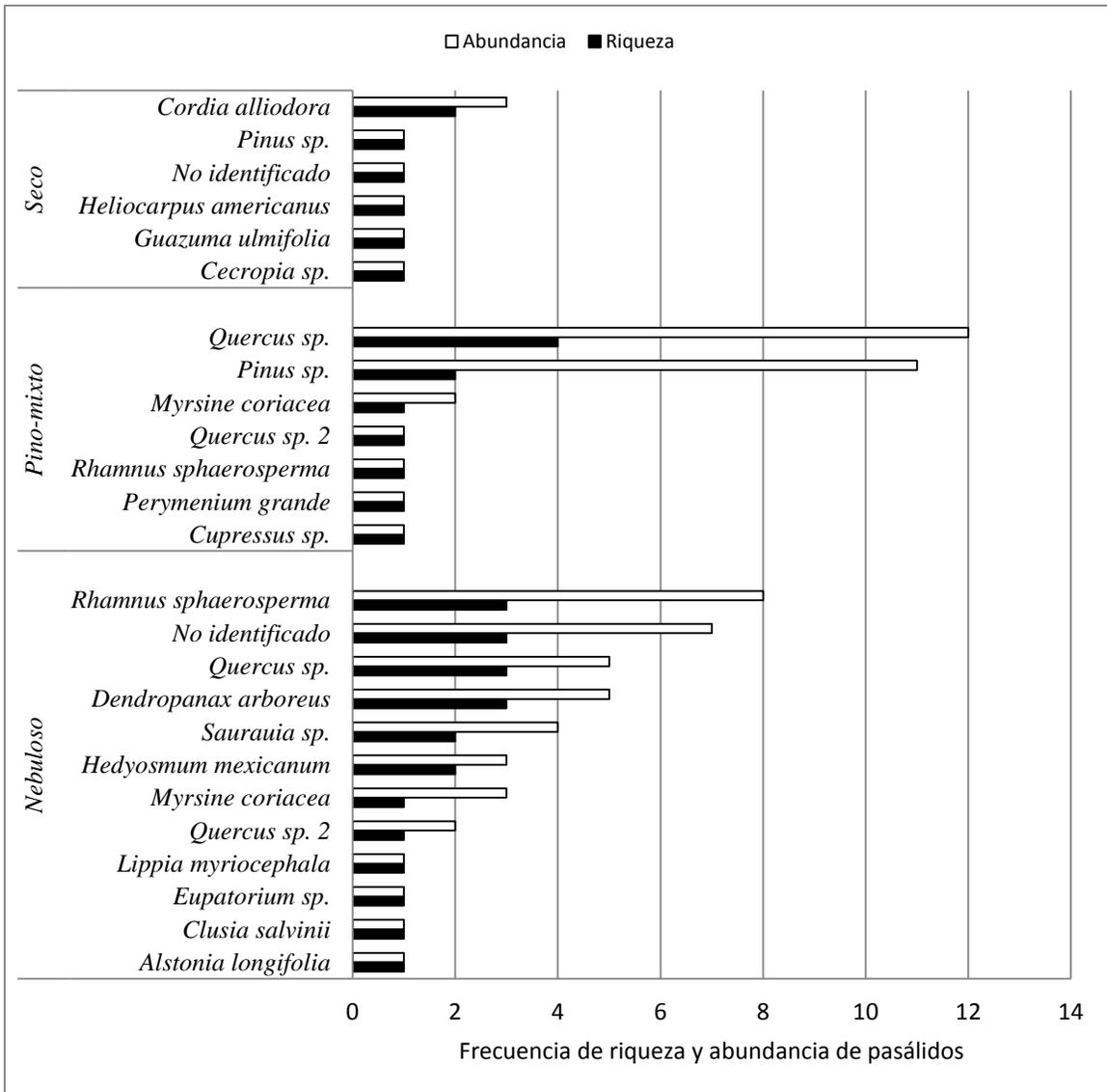


Figura 28. Especies de troncos en las que se colectaron pasálidos y riqueza y abundancia de pasálidos en el Parque Nacional Montecristo entre los meses de Septiembre y Diciembre del 2015.

### 3.2.3. Afinidad entre grado de descomposición de los troncos muestreados y las especies de pasálidos muestreadas.

Los cuatro estadios de descomposición, según Castillo 1987, se asociaron directamente a la riqueza y abundancia de pasálidos, el estado de descomposición fue tomado a cada de los troncos de árboles muestreados, resultado la información que se ilustra en la figura 29.

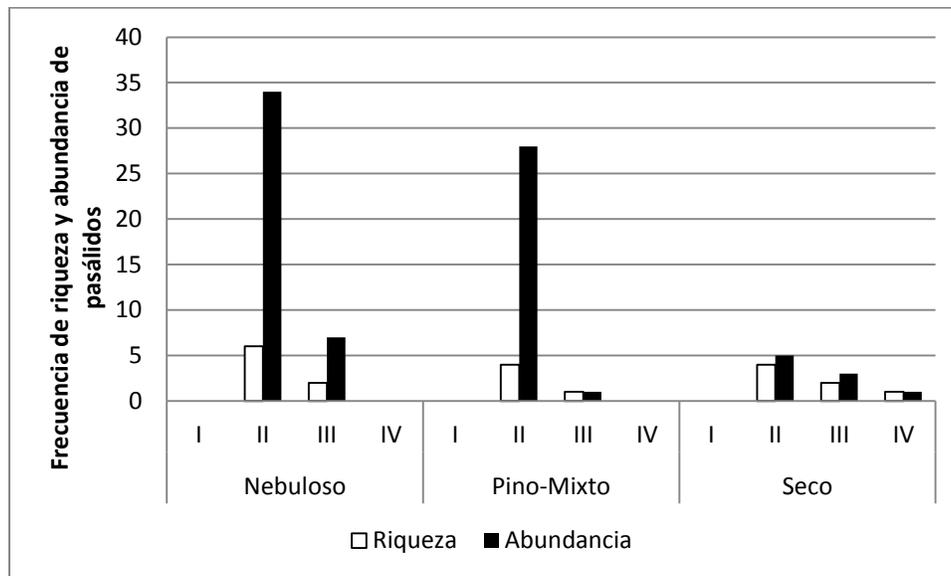


Figura 29. Grado de descomposición en números romanos de los troncos en las que se colectaron pasálidos y riqueza y abundancia de pasálidos en el Parque Nacional Montecristo entre los meses de Septiembre y Diciembre del 2015

Según la figura 29 la presencia de pasalidos presentó mayor proporción en troncos en grado II de descomposición (84.8%), seguido de los troncos de grado III de descomposición (13.9%) y escasamente en troncos de grado IV (1.3%).

No se encontraron sistemas de túneles de pasálidos dentro de los troncos de árboles revisados con grado I de descomposición.

## 4. Proporción altitudinal de los pasálidos del Parque Nacional Montecristo.

### 4.1. Distribución de las tribus de pasálidos en el Parque Nacional Montecristo

Se registró la altura de cada pasálido independiente el estrato en el que este se encontrara, el análisis se realizó por la distribución de las tribus como se muestra en la figura 30.

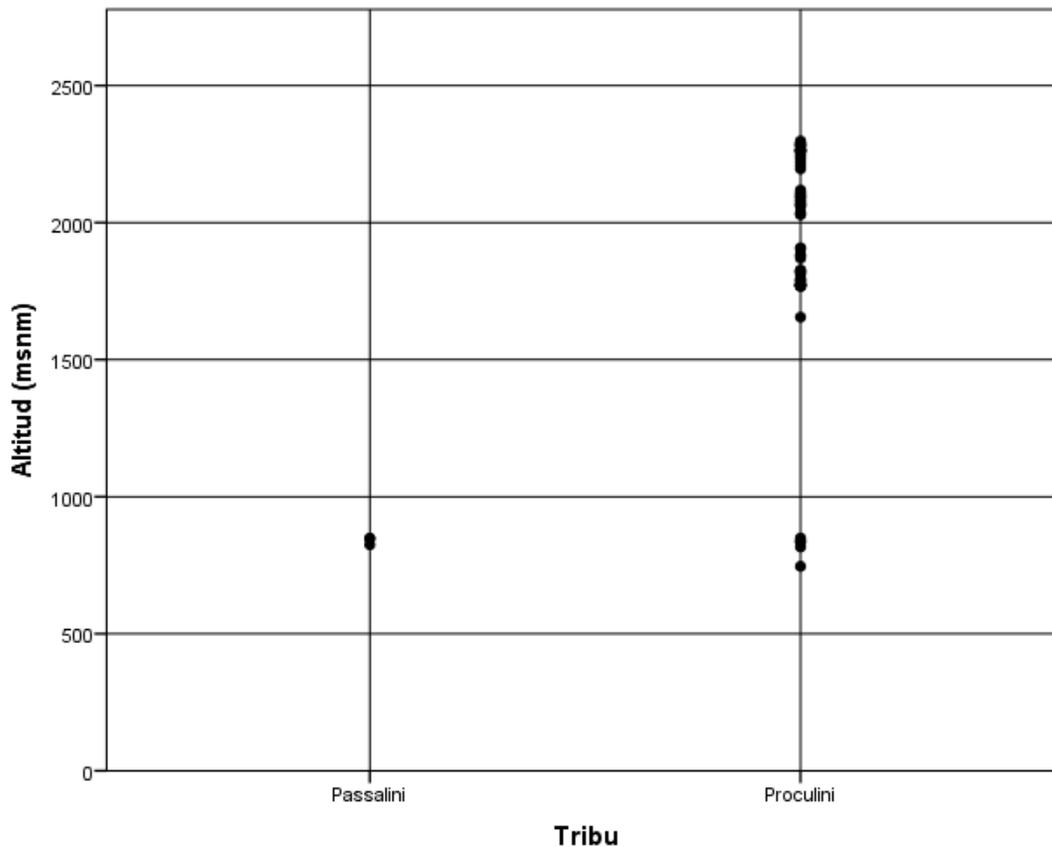


Figura 30. Distribución altitudinal de las tribus de pasálidos colectados en el Parque Nacional Montecristo entre los meses de Septiembre y Diciembre del 2015

La tribu Proculini se vio distribuida en todo el gradiente altitudinal de muestreo (746- 2298 msnm) presentándose de esta manera dentro de los tres estratos altitudinales.

La tribu Passalini se vio representada entre los 825 y 849 msnm, presentándose así solo en el estrato de bosque seco que presento las menores alturas de los tres estratos.

#### 4.2. Distribución altitudinal de las especies de pasálidos en el Parque Nacional Montecristo

Al igual que en las tribus se realizó el análisis de distribución altitudinal a las especies independientemente del estrato se agruparon en una misma gráfica (Figura 31), donde se visualizan las especies con una mayor distribución en el gradiente altitudinal.

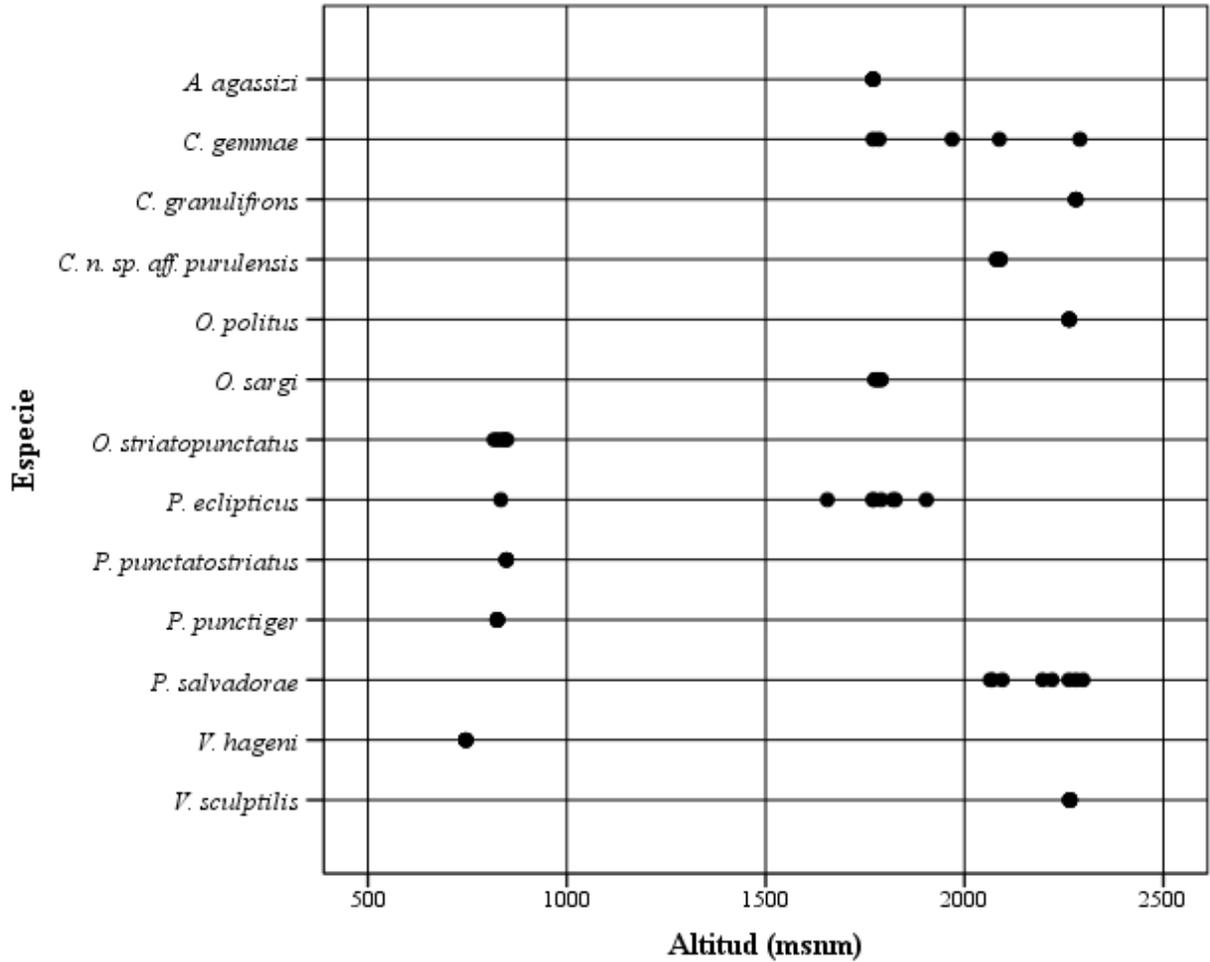


Figura 31. Distribución altitudinal de las especies de pasálidos recolectadas en el Parque Nacional Montecristo entre los meses de Septiembre y Diciembre del 2015

La especie que presentó un mayor ámbito de distribución altitudinal fue *Popilius eclipticus* presentándose desde los 836 a 1904 msnm.

*Chondrocephalus gemmae* se vio distribuido entre los 1700 msnm y los 2290 msnm, altitudes representadas por los estratos de bosque nebuloso y bosque pino mixto.

*Petreojoides salvadorae* se encontró en las altitudes de 2065 msnm y 2298 msnm solamente en el estrato de bosque nebuloso.

## 5. Periodicidad

### 5.1 Estadios de pasálidos en el Parque Nacional Montecristo

En la Tabla 4 se muestran los estados observados de cada especie de pasálido recolectada en este estudio. No se observaron huevos, y solo se contabilizaron los especímenes visibles al dejar expuesto el sistema de túneles.

En los estratos la representación de especímenes visibles fue mayor en bosque nebuloso con una proporción del 62.3%, seguido de pino-mixto (32.39%) y por último bosque seco (5.29%)

La mayor parte de los estados contabilizados fueron larvas (52.65%), seguido de los adultos (36.14%), juveniles (6.85%) y pupas (4.36%).

Las especies de pasálidos no se recolectaron de manera periódica debido a la variabilidad de la composición de cada estrato, exceptuando a las especies con amplia distribución en el Parque Nacional Montecristo *C. gemmae* y *P. eclipticus*.

Tabla 5. Estadios de las especies de pasálidos en el Parque Nacional Montecristo entre los meses de septiembre y diciembre de 2015.

Mes de colecta	Estrato	Especie	Larva	Pupa	Juvenil	Adulto
Septiembre	Nebuloso	<i>Chondrocephalus gemmae</i>	1	0	0	1
		<i>Chondrocephalus granuliformis</i>	7	0	0	3
		<i>Petrejoides salvadorae</i>	30	0	1	7
		<i>Vindex sculptilis</i>	0	0	0	1
Octubre		<i>Chondrocephalus gemmae</i>	47	1	3	20
		<i>Chondrocephalus n. sp. aff. purulensis</i>	3	0	1	3
		<i>Ogyges politus</i>	15	0	0	1
		<i>Petrejoides salvadorae</i>	29	4	2	20
Porcentaje de representación de estrato			66.00%	2.50%	3.50%	28.00%
Noviembre	Pino-mixto	<i>Arrox agassizi</i>	0	0	0	2
		<i>Chondrocephalus gemmae</i>	16	3	2	17
		<i>Oileus sargi</i>	1	0	0	4
		<i>Popilius eclipticus</i>	15	5	12	27
Porcentaje de representación de estrato			30.77%	7.69%	13.46%	48.08%
Diciembre	Seco	<i>Odontotaenius striatopunctatus</i>	3	0	0	4
		<i>Passalus punctastriatus</i>	0	0	0	2
		<i>Passalus punctiter</i>	1	1	1	1
		<i>Popilius eclipticus</i>	0	0	0	1
		<i>Verres hageni</i>	1	0	0	2
Porcentaje de representación de estrato			29.41%	5.88%	5.88%	58.82%
Porcentaje de representación total			52.65%	4.36%	6.85%	36.14%

## IX. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En El Salvador se reportan 26 especies de pasálidos (Colección entomológica del Museo de Historia Natural El Salvador<sup>7</sup>, Hincks 1953, Kuwert 1897, Kuwert 1898, Berry 1957, Schuster 1989, Schuster y Reyes-Castillo 1990, Gillogy 2005, Schuster 2006, Jiménez-Ferbans y Reyes-Castillo 2014), en esta investigación se encontraron 13 especies de las cuales 11 se habían reportado anteriormente con excepción de *C. gemmae* y *C. sp. aff. purulensis* los cuales Schuster<sup>8</sup> ha encontrado en estudios anteriores en el Parque Nacional Montecristo, pero aún no se ha publicado su reporte y descripción de la nueva especie para el país.

En el Parque Nacional Montecristo se reportan ocho especies de pasálidos (Colección entomológica del Museo de Historia Natural El Salvador, Hincks 1953, Kuwert 1897, Kuwert 1898, Berry 1957, Schuster 1989, Schuster y Reyes-Castillo 1990, Gillogy 2005, Schuster 2006, Jiménez-Ferbans y Reyes-Castillo 2014) de los que en esta investigación se encontraron seis especies, de las cuales: *O. politus*, *O. sargi*, *P. punctactostriatus* y *P. eclipticus* no se tenía reporte de ellas desde el trabajo de Hincks 1953, aun así se encuentran depositados en el Museo de Historia Natural de El Salvador especímenes con fecha de colecta de 1973; *V. sculptilis* no había sido reportado desde Hincks 1953 y *P. salvadorae* que no hay registro de él desde su descripción por Schuster 1989. Reportando así siete especies nuevas para el área de estudio: *A. agassizi*, *C. gemmae*, *C. granulifrons*, *C. sp. aff. purulensis*, *O. striatopunctatus*, *P. punctiger* y *V. hageni*. De las especies reportadas anteriormente para el Parque Nacional Montecristo no se encontraron a *C. granulum* cuyo último reporte fue por Hincks 1953 y a *A. guatemalensis* el cual existe un espécimen en la colección del Museo de Historia Natural de El Salvador sin año de colecta.

La tribu Proculini se colectó desde de 746 a 2298 msnm siendo representada en los tres estratos altitudinales de este trabajo, lo cual es similar a las altitudes en que los reporta Reyes-Castillo 1970, en cambio la tribu Passalini se colectó entre los 825 y 849 msnm solamente dentro del estrato de bosque seco, la cual según Reyes-Castillo 1970, tiene una distribución hasta de 2200 por lo tanto se esperaba su presencia en los tres estratos.

---

<sup>7</sup> Observación personal de los especímenes de pasálidos presentes en la colección entomológica del Museo de Historia Natural de El Salvador, revisión de las fichas entomológicas y cuadernos de registro, octubre 2014.

<sup>8</sup> Comunicación personal, febrero 2016.

La distribución altitudinal de los géneros pasálidos colectados en esta investigación son similares las colectas reportadas en Reyes-Castillo 1970, a alturas similares al estrato de bosque nebuloso los géneros *Chondrocephalus*, *Popilius*, *Ogyges*, *Oileus*, *Passalus*, *Petreojooides*, *Arrox*, *Verres* y *Vindex* mientras en este trabajo se colectaron *Chondrocephalus*, *Vindex*, *Ogyges* y *Petreojooides*; a alturas similares al estrato bosque pino-mixto reporta *Chondrocephalus*, *Popilius*, *Ogyges*, *Oileus*, *Passalus*, *Paxillus*, *Petreojooides*, *Ptichopus*, *Arrox*, *Verres* y *Vindex*, en esta investigación se colectaron *Arrox*, *Chondrocephalus*, *Popilius* y *Oileus*; y a alturas similares a bosque seco reporta *Popilius*, *Oileus*, *Passalus*, *Paxillus*, *Ptichopus* y *Verres* en este muestreo se colectaron los géneros *Popilius*, *Passalus* y *Verres*; los generos colectados presentan una distribución similar a la de las colectas reportadas en Reyes-Castillo 1970, los géneros que no se presentaron en este trabajo pueden corresponder a una presencia potencial en el Parque Nacional Montecristo.

La Colección entomológica del Museo de Historia Natural El Salvador<sup>9</sup>, Hincks 1953, Kuwert 1897, Kuwert 1898, Berry 1957, Schuster 1989, Schuster y Reyes-Castillo 1990, Gillogy 2005, Schuster 2006, Jiménez-Ferbans y Reyes-Castillo 2014 contienen información de todas las especies de pasálidos reportadas para el país, lo que ha sido resumido en la Tabla 2, de las cuales *O. politus*, *P. punctatostriatus*, *P. salvadorae*, *P. eclipticus* y *V. sculptilis* se colectaron dentro de los ámbitos altitudinales que ya habían sido reportado.

Dentro de las especies que amplían su conocimiento sobre su distribución en el ámbito altitudinal de colectas para el país están: *C. granulifrons* que anteriormente no se reportaba su altura de colecta y apareciendo en este trabajo a los 2280 msnm restringido al estrato de bosque nebuloso; *O. striatopunctatus* con ámbito de colecta de 600 a 773 msnm aumentando hasta los 849 msnm quedando exclusivo al estrato de bosque seco; *O. sargi* en esta investigación se encontró entre los 1775 a 1790 específico del estrato de bosque pino-mixto contrario lo reportado anteriormente (2200 y 2300 msnm) donde se restringía al estrato de bosque nebuloso; *P. punctiger* reportado a los 700 msnm aumentando esa distribución hasta los 825 msnm presentándose solo en el estrato de bosque seco; *V. hageni* reportado a los 1000 msnm y aumentando su ámbito de colecta a los 746 msnm; *A. agassizi* reportado a los 1000 msnm lo que hace que se esperara su presencia en el

---

<sup>9</sup> Observación personal de los especímenes de pasálidos presentes en la colección entomológica del Museo de Historia Natural de El Salvador, revisión de las fichas entomológicas y cuadernos de registro, octubre 2014.

estrato de bosque seco, pero siendo encontrado en el estrato de bosque pino-mixto a los 1770 msnm.

De las especies que no se habían colectado anteriormente en el país *C. gemmae* se reporta en ámbito de 1870 a 2290 msnm presentándose en los estratos de bosque pino-mixto y bosque nebuloso y *C. sp. n. aff. purulensis* con un ámbito de 2980 a 2990 msnm específico del estrato de bosque nebuloso. Se esperaba la presencia de *C. granulum*, *P. interruptus* y *P. leachi* los cuales han sido colectados en el país a alturas similares al área de estudio.

*P. salvadorae* y *O. politus* fueron colectados en esta investigación, en el estrato de bosque nebuloso, Schuster *et. al* 2000 reporta estas especies como endémicas de este tipo de bosque del Trifinio en el Parque Nacional Montecristo. *P. salvadorae* fue registrada aquí por Schuster 1989. En este estudio se encontró en la altura de 2065 msnm y 2298 msnm, parte del estrato de bosque nebuloso, concordando con la información que se tiene de esta especie y evidenciando su distribución restringida al bosque nebuloso. Hincks 1953, registro *O. politus* a los 2200 msnm en el Parque Nacional Montecristo, similar a en este estudio dicha especie fue encontrada a 2263 msnm y demostrando, además de su poca abundancia con una colonia, la limitada distribución al estrato de bosque nebuloso.

La abundancia de los pasalidos en los estratos altitudinales fue mayor en el bosque nebuloso (en 11% de los troncos revisados) y en bosque seco (en 11% de los troncos revisados) en comparación al bosque pino-mixto (en 9% de los troncos revisados), esta distribución coincide ligeramente con Schuster 1975 quien menciona que los pasalidos son más abundantes en bosque nebuloso que en bosques de pino.

La diversidad presento una tendencia similar en cada uno de los estratos, manteniéndose con valores equivalentes (Nebuloso 1-D= 0.59, E= 0.62, Pino-mixto 1-D= 0.58, E= 0.73 y Seco 1-D= 0.71, E= 0.88) con excepción del bosque seco donde su poca abundancia influyo en el valor de los índices de diversidad.

Se muestrearon estratos y trayectos diferentes en cada mes, los datos de colecta de los estadios de desarrollo de los pasalidos corresponden puntualmente a su estado *in situ*. Al igual que la abundancia y la diversidad de los sistemas de túneles de pasálidos, la abundancia de otros estados de desarrollo además de adultos tuvo una tendencia similar en los estratos, estando en su

mayoría representada en el estrato de bosque nebuloso y en mínima abundancia en el bosque pino mixto, aunque según Schuster 1975, tanto el tiempo de desarrollo de cada pasálido como el tiempo que pasa en estos estados de desarrollo dependen totalmente de la especie, posiblemente esta abundancia pueda variar dependiendo de los meses de colecta de cada especie.

En el estrato de bosque seco la cantidad de troncos revisados fue de 71 troncos en comparación a bosque nebuloso (314 troncos) y bosque pino mixto (279 troncos); a pesar de esta diferencia el estrato bosque seco presenta valores porcentuales similares de abundancia en los troncos revisados con los otros dos estratos y un valor alto de diversidad.

Las especies de troncos donde se colectaron pasálidos presentaban una distribución altitudinal similar a la que menciona Cardoza 2011. La presencia de los pasálidos en las especies de troncos fue similar a lo mencionado en Cano y Schuster 2012 prefiriendo en su mayoría plantas angiospermas dicotiledóneas y algunas gimnospermas como en el caso de *Pinus sp.* En este estudio se encontraron pasálidos asociados mayormente a pino (*Pinus sp.*) y encino (*Quercus sp.*) esto se debe mayormente a que estos son las especies más abundantes dentro del bosque pino-mixto según Cardoza 2011.

El tanto la abundancia como la riqueza de los pasálidos fue mayor en troncos con estadios de descomposición de grado II en todos los estratos muestreados, como Castillo 1987 afirma. Los pasálidos en la mayoría de los casos son encontrados en el grado de descomposición II. El grado de descomposición III fue el segundo más habitado por los pasálidos, mientras que en grado IV se encontraron pocos especímenes en el estrato de bosque seco, y en el grado I no se encontró ningún individuo.

Los datos de los parámetros ambientales de este estudio corresponden puntualmente al estado *in situ* de los pasálidos entre septiembre y diciembre de 2015. Estos datos no están directamente relacionados a la presencia o ausencia de pasálidos; aun así la temperatura ambiente se mantiene similar a la mencionada por MAG-PAES/CATIE 2003. En promedio la temperatura ambiente fue mayor en el bosque seco (23.6°C) disminuyendo en bosque pino mixto (21°C) y obteniendo los menores valores el bosque nebuloso (17°C). La humedad relativa obtuvo en promedio los valores más altos se presentaron en el bosque pino mixto (77.78%) seguidos del bosque nebuloso (76.82%) y por último el bosque seco (73.20%); el promedio de la humedad relativa del bosque

nebuloso se vio sesgado debido a la amplitud del ámbito de sus valores (entre 85% y 67%) variabilidad debida mayormente a las condiciones climatológicas del estrato, donde se pueden mencionar días con precipitaciones constantes y niebla abundante.

Es importante destacar la diferencia entre de la temperatura ambiente y la temperatura dentro de los sistemas de túneles, esta última manteniéndose menor que la temperatura ambiente, posiblemente debido a la humedad que se presentaba dentro de los troncos en estado de descomposición, con algunas excepciones las cuales se debieron a troncos los cuales se encontraban directamente expuestos a la luz solar. Para estas variables se presentó un valor de coeficiente de correlación de Spearman de 0.63 siendo una correlación positiva y significativa, lo que significa que en esta investigación la temperatura de los sistemas de túneles estará ligada fuertemente a la temperatura ambiente, independientemente de los procesos biológicos que sucedan en dentro de los sistemas de túneles.

## X. CONCLUSIONES

- En el Parque Nacional Montecristo es posible encontrar por lo menos 13 especies de pasálidos de las 26 reportadas para El Salvador que corresponde al 50 % de las presentes en el país.
- Para El Salvador se reportan dos nuevas especies de pasálidos, *C. gemmae* y *C. sp. n. aff. purulensis*, siete especies nuevas para el Parque Nacional Montecristo *A. agassizi*, *C. gemmae*, *C. granulifrons*, *C. sp. aff. purulensis*, *O. striatopunctatus*, *P. punctiger* y *V. hageni*.
- Nuevos reportes de alturas de recolecta para El Salvador de las especies *C. granulifrons* (2280 msnm), *O. striatopunctatus* (600 a 849 msnm), *O. sargi* (1775 a 1790 msnm), *P. punctiger* (700 a 825 msnm), *V. hageni* (746 a 1000 msnm), *A. agassizi* (1000 a 1770 msnm), *C. gemmae* (1870 a 2290 msnm) y *C. sp. n. aff. purulensis* (2980 a 2990 msnm).
- Tanto la abundancia como la diversidad de pasálidos, presentan una tendencia similar de los estratos muestreados, siendo mayor en bosque nebuloso, seguido por bosque seco y menor por bosque pino mixto.
- Los pasálidos recolectados en esta investigación no presentaron preferencia por especies de árboles, colonizando las especies disponibles de troncos en cada estrato.
- Los sistemas de túneles de pasálidos se encuentran en mayor proporción en troncos con un grado de descomposición II.
- En el periodo de septiembre y diciembre de 2015 la temperatura de los sistemas de túneles presenta una correlación positiva con la temperatura ambiente, manteniendo sus valores por debajo de la temperatura ambiente.

## **XI. RECOMENDACIONES**

- Es necesario continuar con estudios ecológicos de pasálidos, haciendo énfasis en zonas con alturas superiores a los 2000 msnm, para la búsqueda de especies endémicas de El Salvador, las cuales pueden contribuir a la priorización de áreas de conservación.
- Realizar estudios de pasálidos en alturas inferiores a los 200 msnm, para contribuir al conocimiento de la distribución y diversidad de pasálidos en El Salvador.
- Debido a lo complejas y subjetivas que pueden ser las características parataxonómicas de los pasálidos y su identificación en las guías de identificación taxonómica se recomienda consultar siempre a un experto sobre el tema para tener una identificación taxonómica exacta.

## XII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Amat-García, G. 1999. Los escarabajos pasálidos (Coleoptera: Passalidae) de Colombia. VI: Su relación con el paisaje en la Cordillera Oriental. Rev. Acad. Colomb. Cienc. 23 (Suplemento especial): 163- 170.
- Amat-García, G.; H. Gasca y E. Amat-García. 2005. Guía para la cría de escarabajos. Fundación Natura – Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. Bancoideas Impresiones. 80.
- Berry, P. 1957. Lista de insectos clasificados de El Salvador. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Servicio Cooperativo Agrícola Salvadoreño Americano. Santa Tecla, El Salvador. 134.
- Boucher, S. 2006. Évolution et phylogénie des Coléoptères Passalidae (Scarabaeoidea). Annales de la Société Entomologique de France. 41(3-4): 239-604.
- Brustel, H., 2004. Coléoptères saproxyliques et valeur biologique des forêts françaises. Les dossiers forestiers de l'ONF. 297.
- Cano, E. B. y J. C. Schuster. 2012. La ecología de la degradación de la madera por escarabajos Passalidae (Coleoptera): simbiosis y efectos sobre el comportamiento. Revista de la Universidad del Valle Guatemala. 24: 72 – 81.
- Cardoza, F. 2011. Diversidad y composición florística y funcional de los bosques del Parque Nacional Montecristo, El Salvador. Tesis de Posgrado Manejo y Conservación de Bosques Naturales y Biodiversidad, Centro Agronómico Tropical De Investigación Y Enseñanza. Costa Rica. 127
- Castillo, M. 1987. Descripción de la comunidad de Coleoptera Passalidae en el bosque perennifolio de la región de “Los Tuxtla”. Veracruz. Tesis de grado Biól. UNAM. México. 89.
- CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología). 1999. Relaciones biogeográficas entre los bosques nubosos de Guatemala utilizando coleópteros (Cerambycidae y Scarabaeoidea) como indicadores para fines de priorización en conservación. Guatemala. 140.

- Gilgoly A. R. 2005. Review of the genus *Popilus* and preliminary phylogeny of Passalidae (Coleoptera). A Dissertation to partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy. Texas A&M University, USA.
- Halfpeter, G. 1964. La Entomofauna Americana, ideas acerca de su origen y distribución. *Folia Entomológica Mexicana* 6: 1-108.
- Hincks W. D. 1953. The Passalidae (Ins. Col.) of El Salvador. *Senckenbergiana* 34 (1): 29-35.
- Holdridge, L. 1978. *Ecología, Zonas de Vida*. IICA. San José, Costa Rica. 214.
- Jiménez-Ferbans L. y P. Reyes-Castillo. 2014. Phylogeny, biogeography and description of *Ameripassalus*, a new Mesoamerican genus of Passalidae (Coleoptera). *Invertebrate Systematics*. 28: 124 – 144.
- Krebs, C. 1985. *Ecología - Estudio de la distribución y abundancia*. Segunda edición. Harla. México. 753.
- Kuwert A. F. 1897. Die Passaliden dichotomisch bearbeitet. *Novitates Zoologicae*. 2ter Theil. – Die Arten.– *Novitates Zoologicae* 4: 274 – 306.
- Kuwert A.F. 1898. Die Passaliden dichotomisch bearbeitet. 2ter Theil. –Die Arten.– *Novitates Zoologicae* 5: 137 – 205.
- Lozano, F. 1997. Pasalidos: Distribución y efecto de la deforestación en el trayecto altitudinal Tumaco – Chiles (Nariño). *Bol. Mus. Ent. Universidad del Valle*. 5: 13 – 24.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), Programa Ambiental de El Salvador (PAES) y Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 2003. Plan de manejo del Parque Nacional Montecristo. 200.
- Ribera, I. y G. Foster. 1997. El uso de artrópodos como indicadores biológicos. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*. 20: 275 – 276.
- Reyes-Castillo P. 1970. Coleoptera, Passalidae: Morfología y división en grandes grupos: géneros americanos. *Folia entomológica mexicana*. 20 - 22: 240.

- Reyes-Castillo P. y G. Amat-García. 1991. Notas sobre la taxonomía y distribución de Passalidae (Insecta: Coleoptera) en Colombia y descripción de una nueva especie. *Caldasia* 16 (79): 501-508.
- Schuster, J. C. 1975. Comparative behavior, acoustical signals, and ecology of New World Passalidae (Coleoptera). University of Florida. 140.
- Schuster, J. C. 1978. Biogeographical and ecological limits of new world Passalidae (Coleoptera). *The coleopterists bulletin* 32 (1): 21 – 28.
- Schuster, J. C. 1984. Passalid beetle (Coleoptera: Passalidae) inhabitants of leaf-cutter ant (Hymenoptera: Formicidae) detritus. *The Florida entomologist*. 67(1): 175-176.
- Schuster J.C. y P. Reyes-Castillo. 1990. Coleoptera, Passalidae: *Ogyges* Kaup, revisión de un género mesoamericano de montaña. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.), 40, 1–49.
- Schuster J.C. 1989. *Petrejoides salvadorae* sp. nov. (Coleoptera: Passalidae) from El Salvador. *The Florida Entomologist*, 72 (4), 693-699.
- Schuster, J. C., E. B. Cano y C. Cardona. 2000. Un método sencillo para la conservación de los bosques nubosos de Guatemala, usando Passalidae (Coleoptera) como organismos indicadores. *Acta Zoológica Mexicana*. 80: 197 – 209.
- Schuster, J. C. 2006. Passalidae (Coleoptera) de Mesoamérica: Diversidad y biogeografía. En *Biodiversidad de Guatemala*. Universidad del Valle de Guatemala. 379 - 392.
- Schuster, J. C. y E. B. Cano. 2006. Key to American genera of Passalidae (Scarabaeoidea). (Consultado el 30 de Noviembre de 2013, <http://museum.unl.edu/research/entomology/Guide/Scarabaeoidea/Passalidae/Passalidae-Key/PassalidaeK.html>).
- Smith A. 2006. A review of the Family – group names for the superfamily Scarabaeoidea (Coleoptera) with corrections to nomenclature and a current classification. *Coleopterists Society Monograph* 5: 144 – 204.
- White, R. E. 1998. Beetles of North America. *Peterson Field Guide*. 323.

### XIII. ANEXOS

#### Anexo 1. Hoja de recolecta de datos de campo

Lugar y fecha:											
Condiciones del recorrido:											
Observaciones del recorrido:											
Características del trayecto											
Ámbito altitudinal			T° ambiente		H° relativa		N° de troncos examinados		N° de troncos positivos		
Observaciones del trayecto:											
N° de Tronco	Nombre Común o científico	Tamaño del tronco		T° del tronco (C°)	Grado de descomposición (i, ii, iii, iv)	N° de sistema de túnel	Cantidad de pasálidos				
		d (cm)	l (cm)				h	L	p	j	a
Observaciones:											
Leyenda											
<p style="text-align: center;">T°: Temperatura; H°: Humedad; N°: Número; d: Diámetro; l: Longitud; i: Grado de descomposición I; ii: Grado de descomposición II; iii: Grado de descomposición III; iv: Grado de descomposición IV; h: Huevo; L: Larva; p: Pupa; j: Adulto joven; a: Adulto</p>											