

**LOS ESCARABAJOS PASÁLIDOS (COLEOPTERA: PASSALIDAE) EN TRES
SUBREGIONES DEL DEPARTAMENTO DE SUCRE, CARIBE COLOMBIANO.**

CARLOS ALFREDO TABOADA VERONA

**UNIVERSIDAD DE SUCRE
FACULTAD DE EDUCACIÓN Y CIENCIAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA Y QUÍMICA
SINCELEJO – SUCRE**

2017

**LOS ESCARABAJOS PASÁLIDOS (COLEOPTERA: PASSALIDAE) EN TRES
SUBREGIONES DEL DEPARTAMENTO DE SUCRE, CARIBE COLOMBIANO.**

CARLOS ALFREDO TABOADA VERONA

Trabajo presentado como requisito para optar al título de Biólogo

DIRECTOR (A): LEIDYS DEL CARMEN MURILLO RAMOS

MSc. En Ciencias Biológicas

CO-DIRECTOR (A): LARRY ANTONIO JIMÉNEZ FERBANS

Dr. En Ciencias

UNIVERSIDAD DE SUCRE

FACULTAD DE EDUCACIÓN Y CIENCIAS

DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA Y QUÍMICA

SINCELEJO – SUCRE

2017

**“ÚNICAMENTE EL AUTOR ES RESPONSABLE DE LAS IDEAS EXPUESTAS EN EL
PRESENTE TRABAJO”.**

Artículo 30, resolución 13 de 2010.

Consejo Académico Universidad de Sucre

NOTA DE ACEPTACIÓN

PRESIDENTE DEL JURADO

JURADO

JURADO

DEDICATORIA

A mi madre Ruth Verona Anaya a quien le debo todo lo que soy, a pesar de todas las adversidades nunca desfalleció y logró educarme. Todos sus consejos han sido muy importantes en cada momento de mi vida. Eres el vivo ejemplo de luchar por lo que se quiere. Orgulloso de ser tu hijo.

Igualmente a mis Abuelos maternos Marco Tulio Verona (Q.E.P.D) y Nancy Anaya por toda su crianza que me brindaron en mi infancia y adolescencia, eternamente agradecido con mis viejos.

A mi hermana Andrea Paola Taboada y mi tía Mery Luz Verona por su constante apoyo en todo este proceso de formación.

A mi compañera María Fernanda Montes por toda su comprensión y apoyo.

A todos mil gracias!

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Sucre y todo su cuerpo docente que estuvieron vinculados en mi proceso de formación como Biólogo,

A mi directora Leidys Murillo Ramos por toda su paciencia, dirección y gestión de recursos para la realización de este proyecto,

A mi codirector Larry Jiménez Ferbans (Universidad del Magdalena) quien desde hace tres años me ha orientado en el conocimiento de la familia Passalidae,

Al Dr. Pedro Reyes Castillo (INECOL, México) por facilitar constantemente material bibliográfico de la familia Passalidae,

A Nicolás Hazzi (Universidad del Valle) por sus constantes asesorías sobre modelos de distribución potencial,

A Steven García por sus acertados comentarios al manuscrito.

A mi amigo Pedro Álvarez Pérez por su acompañamiento en varias salidas de campo y su ayuda en la identificación de algunos troncos en descomposición,

A Oscar Sierra Serrano y Arvey Olivero por su ayuda en la recolecta del material de estudio,

A Jairo Gil Cortés por su ayuda en la edición del presente documento,

A todos mil gracias!

CONTENIDO

	Pág.
LISTA DE FIGURAS.....	9
LISTA DE TABLAS	10
LISTA DE ANEXOS.....	11
RESUMEN	12
ABSTRACT.....	13
1. INTRODUCCIÓN.....	14
2. OBJETIVOS.....	17
2.1. Objetivo general.....	17
2.2. Específicos	17
3. MARCO REFERENCIAL	18
4. METODOLOGÍA.....	22
4.1. Área de estudio.....	22
4.1.1. Subregión Golfo del Morrosquillo.....	22
4.1.2. Subregión Montes de María.....	22
4.1.3. Subregión Sabanas.....	22
4.2. Recolección y procesamiento de los especímenes.....	23
4.3. Elaboración de los modelos de distribución potencial.....	24
4.3.1. Datos de ocurrencia.....	24
4.3.2. Datos ambientales.....	25
4.3.3. Modelación de la distribución.....	25
4.3.4. Contribución de las variables ambientales.....	26
4.3.5. Evaluación del modelo.....	26

5. RESULTADOS	27
5.1. Especies encontradas.....	27
5.1.1. Tribu Passalini	27
5.1.2. Tribu Proculini	30
5.2. Distribución.....	31
5.3. Clave para identificar las especies de passalidae presentes en las subregiones golfo de morrosquillo, montes de maría y sabanas del departamento de sucre, caribe colombiano.	37
6. DISCUSIÓN	40
7. CONCLUSIONES.....	45
8. RECOMENDACIONES	46
BIBLIOGRAFÍA	47
ANEXOS	58

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Área de estudio	23
Figura 2. Detalle de la cabeza en vista dorsal de: a. <i>P. interruptus</i> ; b. <i>P. interstitialis</i> ; c. <i>P. punctatostratus</i> ; d. <i>P. punctiger</i> ; e. <i>P. leachi</i> ; f. <i>P. marginatus</i>	31
Figura 3. Figura 3. Distribución de Passalidae en las Subregiones Golfo de Morrosquillo, Montes de María y Sabanas	33
Figura 4. Modelos de distribución potencial: m. <i>P. interruptus</i> ; n. <i>P. interstitialis</i> ; ñ. <i>P. punctatostratus</i> ; o. <i>P. punctiger</i> ; p. <i>P. marginatus</i> ; q. <i>P. leachi</i>	34
Figura 5. Área bajo la curva.....	35
Figura 6. Prueba de Jackknife.....	36
Figura 7. Lacinia: r. Unidentada; s. Bidentada. Prosternelo: t. Romboidal; u. Pentagonal	37
Figura 8. Metasternón: v. Glabro; w. Pubescente.....	38
Figura 9. Cabeza: x. tubérculo central reducido; y. Tubérculo central libre	38
Figura 10. Último esternito abdominal: z. Incompleto; a'. Completo	39

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Especies de Passalidae registradas para el Caribe Colombiano. En rojo nuevos registros para el departamento de Sucre	27

LISTA DE ANEXOS

	Pag.
Anexo 1. Recolecta de pasálidos en troncos.....	58
Anexo 2. Ejemplar de pasálido en tronco en descomposición.....	58
Tabla 3. Panorámica del sitio de muestreo (Montes de María)	59
Tabla 4. Identificación taxonómica de pasálidos en el laboratorio.....	59

RESUMEN

La familia Passalidae es un grupo de coleópteros con más de 680 especies descritas. El grupo está distribuido principalmente en las zonas tropicales y templado-húmedas del mundo, con cierta preferencia a los ambientes húmedos. En Colombia un número importante de trabajos se han realizado con esta familia en su mayoría en ambientes húmedos y pocos en ambientes secos. El estado del conocimiento en la región Caribe aún es incipiente; por lo que en este trabajo se analiza la riqueza en tres subregiones del departamento de Sucre, Caribe colombiano y la distribución potencial en este mismo. Se seleccionaron dieciséis sitios de muestreo, en donde se revisaron troncos en descomposición, mediante recorridos libres. La passalidofauna de las tres subregiones se encontró representada por dos tribus, tres géneros y seis especies. Las especies con más frecuencia y abundancia de recolecta fueron *Passalus punctiger*, *Passalus interstitialis* y *Passalus interruptus*. Según los modelos de distribución potencial existen condiciones climáticas para que las diferentes especies en su mayoría se distribuyan en casi todo el departamento. Además se propone una clave para identificar las especies presentes en esta zona del país. Finalmente la riqueza encontrada en esta zona de estudio es baja en comparación con otras zonas de la región neotropical.

Palabras claves: Passalidae, Riqueza, Distribución potencial, Bosque seco tropical.

ABSTRACT

The beetle family Passalidae comprises more than 680 species described. The group is mainly distributed in the tropical and temperate-humid zones of the world, with some preference to humid environments. In Colombia an important number of works have been done with this family, mostly in humid environments and few in dry environments. The state of knowledge in the Caribbean region is still incipient. So in this work we analyze the wealth in three subregions of the department of Sucre, Colombian Caribbean and the potential distribution in this same. Sixteen sampling sites were selected, where decomposing trunks were reviewed using free paths. The richness of the three subregions was represented two tribes, three genera and six species. The most frequent species and abundance of collection were *Passalus punctiger*, *Passalus interstitialis* and *Passalus interruptus*. According to the models of potential distribution there are climatic conditions so that the different species are distributed in most of the department. In addition, a key is proposed to identify the species present in this area of the country. Finally the wealth found in this study area is low compared to other areas of the neotropical region.

Keywords: Passalidae, Richness, Potential distribution, Tropical dry forest.

1. INTRODUCCIÓN

La familia Passalidae es un grupo de coleópteros que presentan un cuerpo deprimido y largo, maza antenal con 3 a 5 lamelas y submentón grande (Reyes-Castillo y Amat-García, 1991). Las especies de la familia viven en madera podrida, a excepción de *Ptichopus angulatus* Percheron que vive asociada al detritus de hormigas cortadoras. Los pasálidos son considerados saproxilófagos; al alimentarse de madera en descomposición, desempeñan un papel en la degradación de la madera y reciclaje de la materia orgánica en ambientes naturales (Castillo y Reyes-Castillo, 2003). Junto con otros escarabajos del mismo tipo de alimentación, se convierten en los principales responsables del rompimiento mecánico del material leñoso, rompimiento de moléculas de celulosa, hemicelulosa y quizá de lignina; debido a que presentan relaciones simbióticas con diversos microorganismos entre los cuales podemos encontrar hongos, bacterias y protozoos; contribuyendo a la formación y humificación del suelo (Cano, 2012).

Esta familia presenta hábitos silvícolas, tendencias higrófilas y se distribuye principalmente en zonas tropicales (desde el nivel del mar hasta los 500m) y templado-húmedas (bosques montanos, subandinos, andinos y alto andinos con un límite altitudinal cerca de los 3000m) (Reyes-Castillo, 2002). En los troncos, una pareja de adultos construye galerías para depositar huevos y criar las larvas en los diferentes estadios (Wilson, 1971; Jarman y Reyes-Castillo, 1985).

Estos escarabajos saproxilófagos pueden ser utilizados como indicadores ecológicos, al cumplir ciertos requisitos propuestos por autores como Brown, (1991) y Pearson y Cassola, (1992). Algunos de los criterios son taxonomía estable, biología e historia natural conocidas, son fácilmente observables, manipulables en campo y su distribución es pantropical (Schuster, 1992; Cano, 1995).

El estudio de los Passalidae de Colombia ha experimentado un auge a partir del trabajo de Reyes-Castillo y Amat-García (1991); quienes reseñaron de los géneros y especies registradas en Colombia. Así mismo, puntualizaron la distribución de los géneros *Passalus* Fabricius y *Veturius* Kaup, destacando aspectos biogeográficos y ecológicos de sus especies. Esto ha permitido tener un conocimiento sobre la distribución de los pasálidos en varias zonas del país. Sin embargo, aún quedan sitios por explorar y profundizar los estudios en las zonas ya exploradas.

Para el Caribe colombiano, el conocimiento de los Passalidae es aún incipiente. Los trabajos realizados por Jimenez-Ferbans y Amat-García (2009, 2010) y Jimenez-Ferbans *et al.* (2010) son el único aporte en el conocimiento del grupo. En estos trabajos, el departamento de Sucre no se incluyó. Por ello, es escaso el número de registros de esta familia en esta zona del país. Dado que el departamento de Sucre presenta un mosaico de paisajes, la diversidad de este grupo podría revestir importancia, lo que permitirá consolidar la información de los pasálidos del Caribe colombiano. Un listado preciso de las especies presentes en este departamento y el análisis de su distribución contribuirá en el futuro a trazar lineamientos para su conservación.

Gran parte de estos mosaicos pertenecen al bosque seco tropical, el cual presenta un alto grado de amenaza debido a su histórica transformación y degradación. En Colombia, las estrategias de conservación del bosque seco son deficientes. Sólo el 3% se encuentra protegido y localizado en la ecoregión del Caribe, en donde aún se encuentran los relictos en mejor estado de conservación comparados con otras zonas del país (Arango *et al.* 2003). Las zonas bajas son, en mayor parte, transformadas en pastizales e intervenidas en procesos como la extracción de maderas (Otero *et al.* 2006). En ese sentido, esta familia de escarabajos que presenta una relación directa con los troncos de los árboles que se encuentran en descomposición, se ven directamente afectados por

la disminución de la cobertura vegetal, ya que no pueden colonizar nuevos troncos porque no va a existir una renovación de este recurso (Lozano-Zambrano, 1997).

Teniendo en cuenta lo anterior, en este trabajo se pretenden abordar las siguientes preguntas de investigación ¿Cómo se encuentra representada la passalidofauna en las subregiones Montes de maría, Golfo de Morosquillo y Sabanas? ¿Cuál es la distribución potencial de los pasálidos en el departamento de Sucre? y ¿Cómo se podrían identificar las especies presentes en esta zona del país?

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

- Analizar la riqueza y distribución de escarabajos pasálidos (Coleoptera: Passalidae); en tres subregiones del departamento de Sucre.

2.2. Específicos

- Estimar la riqueza de escarabajos pasálidos en tres subregiones del departamento de Sucre.
- Modelar la distribución potencial de los escarabajos pasálidos en el departamento de Sucre.
- Proponer una clave dicotómica para las especies de pasálidos presentes en esta zona del país.

3. MARCO REFERENCIAL

En el mundo la familia Passalidae se encuentra representada por 56 géneros (Reyes-Castillo y Amat-García, 1991) y aproximadamente 680 especies (Jiménez-Ferbans y Amat-García, 2009), número que ha incrementado en los últimos años.

Para África, Asia y Australia los estudios sobre la familia Passalidae aún son muy incipientes en comparación con el continente americano, trabajos como los de Reyes-Castillo (1970) proporcionaron un gran conocimiento en cuanto a la taxonomía y sistemática de esta familia.

Algunos de los países donde más se ha estudiado la familia Passalidae corresponden a los Estados Unidos, México, Guatemala, Brasil Colombia y Argentina. En Estados Unidos se han hecho trabajos sinópticos, como el de Schuster (1983) y ecológicos, como el de Heather *et al.* (2013). Para México, el país con mayor tradición de estudios Reyes-Castillo ha realizado trabajos en diferentes aspectos (ecológicos, etológicos, genéticos, taxonómicos, filogenéticos, biogeográficos etc.), entre los que se podrían citar los trabajos sinópticos para la fauna de Passalidae de México (Reyes-Castillo 2000, 2002), los estados de Jalisco (Reyes-Castillo, 1988), Guerrero (Reyes-Castillo 1993, 2014a), Veracruz (Castillo y Reyes-Castillo, 1997), y Chiapas (Chamé-Vásquez *et al.* 2010; Reyes-Castillo y Chamé-Vazquez, 2014).

De igual forma, en países como Guatemala Schuster *et al.* (2000) realizaron estudios para priorizar la conservación utilizando a los pasálidos como indicadores de los bosques nubosos.

Jimenez-Ferbans *et al.* (2015) profundizan el conocimiento que se tiene sobre la familia Passalidae en las Antillas, y además proporcionan una clave para la identificación de las especies allí presentes.

En Suramérica Mouzinho y Fonseca (1998) realizaron estudios de la Pasalidofauna en el municipio de Manacapuru, estado de Amazonas, Brasil. Así mismo, otro trabajo a resaltar

constituye la sinopsis de la familia Passalidae en Brasil realizada por Fonseca y Reyes-Castillo (2004). En cuanto a Argentina, Jiménez- Ferbans *et al.* (2013a) realizaron un listado y propusieron una clave para identificar las especies de Passalidae, basadas en el material depositado en las colecciones, recolectadas en campo y finalmente los registrados en la literatura. Para Colombia, en el siglo XX recién se pudo conocer su pasalidofauna con su primer registro por Percheron (1835). Progresivamente diferentes autores alimentaron el conocimiento de esta familia en nuestro país tales como Burmeister (1847), Smith (1852), Kaup (1868), Luederwaldt (1931, 1934) y Pereira (1941). Más tarde el estudio de Passalidae en Colombia, se incrementó a partir de 1991, cuando se dieron a conocer estudios faunísticos, ecológicos, sistemáticos, taxonómicos e inventarios de la especies colombianas (Reyes-Castillo y Amat-García, 1991, Amat-García y Reyes-Castillo, 1996, 2002). Sin embargo, en trabajos recientes se han descrito especies que acercan el número total de especies a la centena (Boucher, 2005; Jiménez Ferbans *et al.* 2013).

Entre los trabajos faunísticos de Passalidae colombianos figuran el realizado por Amat-García y Reyes-Castillo (2007a) en la región amazónica quienes presentan una sinopsis de los pasálidos del departamento del Amazonas, incluyendo diagnosis taxonómicas, ilustraciones y comentarios de la especies en ese departamento. En el Parque Nacional Natural La Paya, ubicado en el departamento del Putumayo, Jimenez-Ferbans y Amat-García (2011) realizaron un inventario de la pasalidofauna local encontrando una alta diversidad en comparación con otros registros en la región neotropical.

En la región Pacífica colombiana, Lozano-Zambrano (1997) presentó información de aspectos ecológicos de la familia Passalidae en un transecto altitudinal desde los 50 hasta los 3 500m en el departamento de Nariño. Así mismo, Pardo-Locano *et al.* (2000) analizaron la distribución de

las especies de Passalidae en fragmentos de bosque seco tropical en la cuenca media del río Cauca.

Amat-García y Trujillo (2005) realizaron un inventario de la superfamilia Scarabaeoidea pertenecientes a las familias Lucanidae, Passalidae, Melolonthidae y Scarabaeidae en el chocó biogeográfico colombiano; para el caso de la familia Passalidae se registraron 17 especies, constituyendo la tercera familia con más géneros y especies.

Para la región de la Orinoquía Salazar-Niño y Amat-García (2015) realizaron una aproximación de la passalidofauna, revisando el material depositado en el Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, triplicando el número de registros que se encontraban citados en esa zona del país, haciendo además algunas anotaciones de tipo geográficas, ecológicas y taxonómicas.

Para el norte de nuestro país, la región Caribe colombiana, Amat-García y Fonseca (1998) describieron una nueva especie de *Spasalus* Kaup propia de la Sierra Nevada de Santa Marta.

Posteriormente, Jimenez-Ferbans y Amat-García (2010) propusieron una clave para la identificación de géneros y especies de la región Caribe. Finalmente Jimenez-Ferbans *et al.* (2011) analizaron los patrones de distribución de los pasálidos de la región Caribe, estudiando colectas en 22 estaciones con diferentes sistemas boscosos y altitudes. Así mismo Jimenez-Ferbas *et al.* (2012) describen una nueva especie de *Passalus* Fabricius proveniente de la Sierra Nevada de Santa Marta.

En el trabajo de Jiménez-Ferbans y Amat-García (2009) se citan tres especies para el departamento de Sucre. Sin embargo, este departamento carece de muestreos sistemáticos, y las especies citadas corresponden a especímenes aislados depositados en colecciones entomológicas, producto de recolectas accidentales.

Passalidae: Esta familia jerárquicamente se encuentra ubicada en el suborden Polyphaga, superfamilia Scarabaeoidea (Browne y Scholtz, 1995, 1998, 1999; Arhen *et al.* 2014). Passalidae, de acuerdo a Reyes-Castillo (1970), se encuentra constituida por dos subfamilias: Aulacocyclinae Kaup, 1868 y Passalinae Gravely 1918.

Distribución geográfica: Expresión compleja de la ecología e historia evolutiva de una especie, la cual está determinada por diferentes factores que inciden con diferentes intensidades y escalas; como la relación del organismo con su ambiente y las relaciones interespecíficas (Brown *et al.* 1996; Chesson, 2000; Chave *et al.* 2002; Pearson y Dawson, 2003).

Distribución potencial: representaciones geográficas sobre el conjunto de localidades con condiciones climáticas similares a las existentes en los lugares de presencia conocidos (Jiménez-Valverde *et al.* 2008, Lobo *et al.* 2010).

Subregiones del departamento de Sucre: El departamento de Sucre está conformado por 26 municipios que teniendo en cuenta los criterios de ubicación geográfica, división político-administrativa, vocación económica, relaciones intermunicipales, nexos históricos y socio-culturales, se agrupan en cinco subregiones fisiográficas: Golfo de Morrosquillo, Montes de María, Sabanas, San Jorge y La Mojana (Aguilera, 2005).

4. METODOLOGÍA

4.1. Área de estudio

Corresponde a tres de las cinco subregiones que comprenden el departamento de Sucre.

4.1.1. Subregión Golfo del Morrosquillo

Ubicada al norte del departamento, conformada por los municipios de Coveñas, Palmitos, Tolú, Tolú viejo y San Onofre, ocupa un área de 1.886 Km². Es una zona de bosque seco tropical. Además se localiza en el litoral costero los ecosistemas de manglar y lagunas costeras. Presenta diferencias en sus variables climáticas: las lluvias anuales en algunos casos son inferiores a 900 mm, y en otros puede caer más de 1.200 mm al año. La temperatura media mensual es de 27,4°C. La estación seca puede durar hasta cinco meses o más. La humedad relativa promedio es del 77% (Aguilera, 2005).

4.1.2. Subregión Montes de María

Está ubicada en la parte nororiental del departamento, conformada por los municipios de Sincelejo, Ovejas, Chalán, Morroa y Colosó, y abarca un área de 1.104 km². Corresponde a una zona de bosque seco tropical y su paisaje característico es la montaña. La acción de los vientos alisios durante la estación seca influye en la regulación de la temperatura, la humedad relativa y las precipitaciones. La temperatura promedio es de 26,8°C, la precipitación varía entre 1.000 y 1.200 mm al año; la humedad relativa es del 77%; el régimen de lluvia es bimodal (Aguilera, 2005).

4.1.3. Subregión Sabanas

Está situada en la parte central de departamento, constituida por los municipios de Sincé, El Roble, San Pedro, Sampués, Los Palmitos, Galeras, Buenavista, Corozal y San Juan de Betulia, los cuales tienen un área de 2.101 km². Lo conforman numerosas sierras y colinas formando

ondulaciones que van desde los 70 hasta 185 msnm. El clima es característico de las zonas de bosque seco tropical, hay pocos relictos de vegetación secundaria; se dan rastrojos y extensas áreas de pastizales. La temperatura promedio anual es de 27,2°C, la precipitación fluctúa entre 990 y 1.275 mm promedio anual y la humedad relativa es del 80% en promedio (Aguilera, 2005).

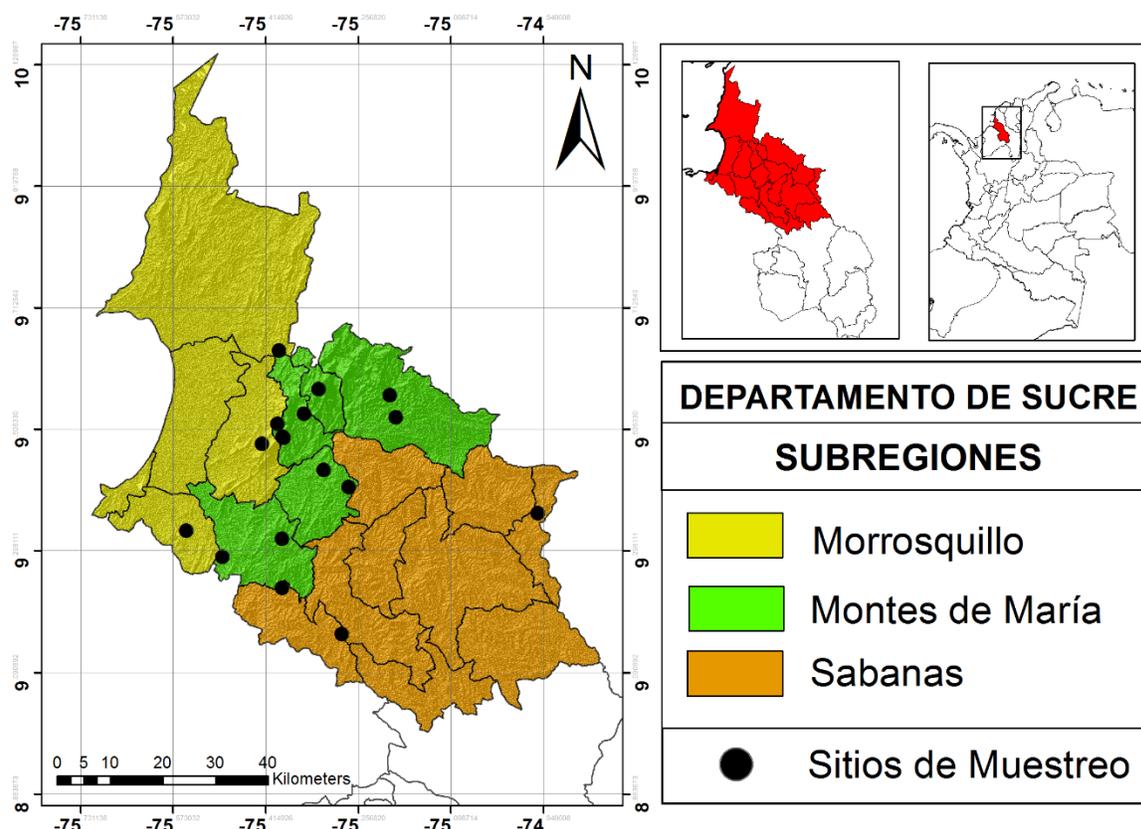


Figura 1. Área de estudio en la que se reseñan los sitios de recolecta de ejemplares de Passalidae en el departamento de Sucre. Fuente: Elaboración propia con el programa ArcGis.

4.2. Recolección y procesamiento de los especímenes

Se seleccionaron 16 localidades en las subregiones Montes de María, Golfo de Morrosquillo y Sabanas del departamento de Sucre. Estas localidades se caracterizan por preservar la mayor parte de bosque seco de Sucre. Las recolectas se realizaron entre octubre del 2014 y marzo de 2017. En cada sitio de muestreo se realizaron recorridos libres, donde se revisó el mayor número de troncos disponibles que se encontraban en proceso de descomposición. Los cuales fueron

destrozados mediante un hacha. Los especímenes fueron preservados en alcohol al 96% y rotulados con los principales datos de recolecta. Así mismo, cada tronco con colonia activa de pasálidos fueron georeferenciado a través de un GPS marca GARMÍN.

El material recolectado fue transportado al laboratorio de conservación de la Universidad de Sucre. Los ejemplares fueron identificados por medio de claves taxonómicas propuestas por (Schuster y Cano, 2005; Jiménez-Ferbans y Amat-García, 2010) a través de un estereomicroscopio Labomed Luxeo 4Z 4144000®. Las identificaciones fueron corroboradas con el material depositado en la Colección Entomológica de la Universidad del Magdalena (CEBUMAG-CE). Las fotografías fueron tomadas mediante una cámara Canon EOS Rebel T5, editado en el programa GIMP 2.8.

4.3. Elaboración de los modelos de distribución potencial

4.3.1. Datos de ocurrencia

La información georeferenciada de cada especie tratada se obtuvo de la base de datos Global Biodiversity Information Facility www.gbif.org (GBIF). Así mismo, una revisión bibliográfica (Amat-García y Reyes-Castillo, 1991; Gillogly, 2005; Jiménez-Ferbans *et al.* 2013a; Mattos y Mermudes, 2015; Jiménez-Ferbans *et al.* 2015) y por último las de nuestra área de estudio. Las localidades y coordenadas geográficas obtenidas se revisaron mediante el programa Google Earth. Se eliminaron los registros erróneos y localidades que no fueron posible ubicar su posición geográfica, además las localidades que no se encontraban georeferenciadas se les asignó mediante este mismo software. Para eliminar el sesgo de muestreo y la correlación de las localidades se realizó un filtro espacial que consiste en seleccionar localidades a más de 10Km de distancia para evitar el remuestreo.

4.3.2. Datos ambientales

Se descargaron las 19 variables climáticas de la base de datos WorldClim a una resolución de 30 segundos ($\sim 1 \text{ km}^2$) <http://www.worldclim.org/> (Hijmans *et al.* 2005): temperatura media anual (bio1), media del promedio mensual de temperatura máxima y mínima (bio2), isothermalidad (bio3), estacionalidad de la temperatura (bio4), temperatura máxima del mes más cálido (bio5), temperatura mínima del mes más frío (bio6), intervalo de temperatura anual (bio7), temperatura media del mes con mayor precipitación (bio8), temperatura media del mes más seco (bio9), temperatura media del cuarto más cálido (bio10), temperatura media del cuarto más frío (bio11), precipitación anual (bio12), precipitación del mes más húmedo (bio13), precipitación del mes más seco (bio14), estacionalidad de la precipitación (bio15), precipitación del cuarto más húmedo (bio16), precipitación del cuarto más seco (bio17), precipitación del cuarto más cálido (bio18) y precipitación del cuarto más frío (bio19).

Para evitar el sobreajuste del modelo debido a que variables climáticas se encuentran fuertemente correlacionadas se realizó el coeficiente de correlación de Pearson en el programa Past versión 3.14 y se seleccionaron aquellas que presentaron valores de ($r < 0.8$).

4.3.3. Modelación de la distribución

Debido a que las especies encontradas poseen una amplia distribución en el continente Americano, el área de modelamiento se seleccionó teniendo en cuenta el área accesible de cada una de las especies. Cada modelo se realizó en el programa Maxent 3.3.3k (Phillips *et al.* 2006) el cual es uno de los métodos más utilizados y eficaces para realizar modelos de distribución de especies con datos únicamente de presencias (Elith, *et al.* 2006). El programa calcula la probabilidad de distribución de la especie con base en los datos de presencia y variables ambientales (Phillips *et al.* 2006). Se realizaron 20 réplicas para cada modelo utilizando como

método de remuestreo el bootstrap. El 30% de los registros para la validación y el 70% para generar el modelo. Por último se convirtieron los mapas a binarios con los cortes de umbrales del percentil 5 y 10. Se realizó el recorte vectorial hacia el departamento de Sucre, debido a que corresponde a nuestra zona de estudio y fueron editados en el programa ArcGIS versión 3.2.

4.3.4. Contribución de las variables ambientales

Para evaluar las condiciones de las variables ambientales se realizó una prueba de Jackknife que consiste en generar tres tipos de modelos. El primero construye un modelo con todas las variables excluyendo una variable ambiental, para determinar cómo esta afecta el modelo. El segundo se crea usando cada variable ambiental de manera independiente, para observar su aporte individual al modelo general. Por último se construye un modelo utilizando todas las variables.

4.3.5. Evaluación del modelo

Para la evaluación de los modelos se utilizó el estadístico AUC (Area Under Curve), el cual toma valores entre 0 y 1, donde los valores que se encuentren menores a 0,7 indica que la calidad del modelo es pobre, mientras que de 0,7 a 0,8 la calidad del modelo es bueno, de 0,8 a 0,9 la calidad del modelo es muy bueno y por último los valores que se encuentren mayores a 0.9 indican una calidad de modelo excelente (Mezaour 2005).

5. RESULTADOS

5.1. Especies encontradas

Se recolectaron un total de 312 individuos agrupados en dos tribus, tres géneros y seis especies. De las 18 especies de Passalidae reportadas para el Caribe colombiano, seis fueron encontradas en el presente estudio (Tabla 1)

Especies	Guajira	Magdalena	Cesar	Atlántico	Bolívar	Córdoba	Sucre
<i>Paxillus leachi</i>		X				X	X
<i>Spasalus crenatus</i>		X					
<i>Spasalus paulinae</i>		X					
<i>Passalus (Mitrorhinus) arrowi</i>		X					
<i>Passalus (Pertinax) punctatostriatus</i>	X	X					X
<i>Passalus (Pertinax) unimagdalenae</i>		X	X				
<i>Passalus (Pertinax) maillei</i>	X						
<i>Passalus (Passalus) pugionatus</i>		X					
<i>Passalus (passalus) punctiger</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Passalus (Passalus) interruptus</i>		X				X	X
<i>Passalus (Passalus) coniferus</i>		X			X		
<i>Passalus (Passalus) interstitialis</i>	X	X	X		X	X	X
<i>Popilius gibbosus</i>	X						
<i>Popilius erotylus</i>		X				X	
<i>Popilius marginatus</i>		X	X				X
<i>Veturius impressus</i>		X					
<i>Veturius standfussi</i>	X						
<i>Verres hageni</i>		X					

Tabla 1. Especies de Passalidae registradas para el Caribe Colombiano. (En rojo nuevos registros para el departamento de Sucre).

5.1.1. Tribu Passalini

- *Passalus (Passalus) interruptus* (Linneo, 1758) (Figura 2a)

Material examinado: SUCRE: San Onofre. Aguacate, 09°38'20.3"N / 75°23'31.6"W, 59m, 7/IV/16, Taboada-Verona col. (2♀4♂). San Antonio de Palmito. Cerro el Cristo, 09°19'50.89"N / 75°33'10.09"W, 43m, 29/09/2014, Taboada-Verona col. (2♀). Tolú viejo. Parque Aventura Roca Madre, 09°30'50.18"N / 75°23'40.254"W, 330m, 3/01/2015, Taboada-Verona col. (1♀). Corozal. Las llanadas, 9° 9'18.97"N / 75°17'6.48"W, 121m, 23/XII/16, Taboada-Verona col. (9♂11♀). Sincelejo. Campus Unisucre sede Puerta Roja, 9°19'3.87"N / 75°23'11.50"W, 181m,

30/V/16, Taboada-Verona col. (1ej). Colosó, Paraíso, 09°29'23.8"N / 75°23'04.1"W, 147m, 11/III/16, Taboada-Verona col (1♂). Morroa, Finca el Socorro 09°24'50.89"N / 75°16'22.6"W, 192m, 1/III/16 Taboada-Verona col. (2♀1♂).

Comentarios: En algunos troncos en descomposición se recolectaron escarabajos del mismo tipo de alimentación como larvas de *Strategus sp* (Scarabaeidae: Oryctini); adultos de *Phileurus didymus* (Scarabaeidae: Phyleurini), *Pelidnota polita* (Scarabaeidae: Rutelinae) y *Mallodon chevrolati* (Cerambycidae: Prioninae). La condición gremial observada en esta especie fue duramícolas en la mayoría de los casos.

- *Passalus (Passalus) interstitialis* Eschscholtz, 1829 (Figura 2b)

Material examinado: SUCRE: Buenavista. Las Chichas, 9°21'40.84"N / 74°56'59.24, 101m, 08/IV/17, Taboada-Verona col. (11♀6♂). Tolú Viejo. Parque Aventura Roca Madre, 09°30'50.18"N / 75°23'40.254"W, 330m, 3/01/2015, Taboada-Verona col. (3♀). Sampedrés. Mateo Pérez. 09°14'2.0"N / 75°23'12.4"W, 148m, 6/09/2016, Taboada-Verona col. (4♀3♂). San Antonio de Palmito. Cerro el Cristo, 09°19'50.89"N / 75°33'10.09"W, 43m, 29/09/2014, Taboada-Verona col. (1♀). San Onofre. Aguacate, 09°38'20.3"N / 75°23'31.6"W, 59m, 7/IV/16, Taboada-Verona col. (3♀4♂). Morroa, Finca el Socorro 09°24'50.89"N / 75°16'22.6"W, 192m, 1/III/16, Taboada-Verona col. (10ej). Colosó, Paraíso, 09°29'23.8"N / 75°23'04.1"W, 147m, 11/III/16, Taboada-Verona col (3♀3♂). Sincelejo. Campus Unisucre sede Puerta Roja, 9°19'3.87"N / 75°23'11.50"O, 181m, 10/XI/16, Taboada-Verona col. (1ej).

Comentarios: Se recolectó sobre ramas en descomposición del campano *Samanea saman* (Fabaceae). En la gran mayoría de individuos se evidenció su condición de subcortícolas que corresponde a la tendencia gremial de esta especie.

- *Passalus (Pertinax) punctatostriatus* Percheron, 1835 (Figura 2c)

Material examinado: SUCRE: Chalán, la División, 09°34'23.7"N / 75°19'27.6"W, 8/I/2016, Taboada-Verona col. (4♀1♂).

Comentarios: Solo se recolectaron seis individuos en la parte más alta de nuestra área de estudio a (632msmn), además del bosque en mejor estado de conservación; en troncos en descomposición que se encontraban al borde del sendero. Corresponde un nuevo registro para el departamento de Sucre.

- *Passalus (Passalus) punctiger* Lepeletier y Serville, 1825 (Figura 2d)

Material examinado: SUCRE: Corozal. Las llanadas, 9°9'18.97"N / 75°17'6.48"W, 121m, 23/XII/16, Taboada-Verona col. (4♂2♀). Buenavista. Las Chichas, 9°21'40.84"N / 74°56'59.24"W, 101m, 08/IV/17, Tolú Viejo. Parque Aventura Roca Madre, 09°30'50.18"N / 75°23'40.254"W, 330, 3/01/2015, Taboada-Verona col. (8♀5♂). San Onofre. Aguacate, 09°38'23.4"N / 75°23'31.6"W, 59m, 7/IV/16, Taboada-Verona col. (16♀11♂). Morroa, Finca el Socorro 09°24'50.89"N / 75°16'22.6"W, 192m, 1/III/16, Taboada-Verona col. (6ej). Ovejas. El Principio, 09°33'45.9"N / 75°12'10.6"W, 210m, 7/III/2016, Taboada-Verona col. (4♀4♂). Morroa, Finca el Oriente 09°26'7.5"N / 75°18'55.7"W, 155m, 9/III/16, Taboada-Verona col. (20♀14♂). Ovejas. La Peña, 09°31'29.8"N / 75°11'32.7"W, 206m, 8/III/2016, Taboada-Verona col. (64ej). Colosó, Paraíso, 09°29'23.8"N / 75°23'04.1"W, 147m, 11/III/16, Taboada-Verona col. (3♀1♂). Colosó, Estación Primates 09°31'52.1"N / 75°20'57.1"W, 251m, 10/I/16, Taboada-Verona col. (1♀1♂). Tolú Viejo. La Gaviota, 09°28'47.7"N / 75°25'14.6"W, 145, 13/I/2016, Taboada-Verona col. (9♀2♂). Chalán, la División, 09°34'23.7"N / 75°19'27.6"W, 561, 8/I/2016, Taboada-Verona col. (9♀2♂). Sincelejo. Campus Unisucre sede Puerta Roja, 9°19'3.87"N / 75°23'11.50"O, 181m, 29/III/17, Taboada-Verona col. (5♀3♂). Sampués. Mateo Pérez. 09°14'2.0"N / 75°23'12.4"W, 148m, 6/09/2016, Taboada-Verona col. (8♀11♂).

Comentarios: Fue la especie que presentó mayor abundancia y frecuencia en el estudio tanto en los ambientes fuertemente perturbados como los que se encuentran en mejor estado de conservación, incluso encontrándose el mismo tronco en descomposición con especies de su misma familia como *P. interstitialis* y *P. interruptus*. Se recolectaron en troncos en descomposición de *Hura crepitans* (Euphorbiaceae); *Anacardium excelsum* (Anacardiaceae); *Spondias radlkoferi* (Anacardiaceae) y *Albiza niopoides* (Fabaceae). La tendencia gremial de esta especie fue corticícolas

- *Paxillus leachi* MacLeay, 1819 (Figura 2e)

Material examinado: SUCRE: Tolú Viejo. Parque Aventura Roca Madre, 09°30'50.18"N / 75°23'40.254"W, 3/01/2015, Taboada-Verona col. (1♀). Ovejas. El Principio, 09°33'45.9"N / 75°12'10.6"W, 7/III/2016, Taboada-Verona col. (1♀).

Comentarios: Solo se recolectaron dos ejemplares en bosques con buena cobertura vegetal, ambos individuos se encontraban en troncos en descomposición al borde del sendero. Constituye un nuevo registro para el departamento de Sucre.

5.1.2. Tribu Proculini

- *Popilius marginatus* (Percheron, 1835) (Figura 2f)

Material examinado: SUCRE: Tolú Viejo. Parque Aventura Roca Madre, 09°30'50.18"N / 75°23'40.254"W, 3/01/2015, Taboada-Verona col. (5♀1♂). Tolú Viejo. La Gaviota, 09°28'47.7"N / 75°25'14.6"W, 13/I/2016, Taboada-Verona col. (1ej).

Comentarios: Siete ejemplares fueron recolectados en bosques con buen estado de conservación sobre troncos en descomposición al borde de los senderos. Nuevo registro para Sucre.

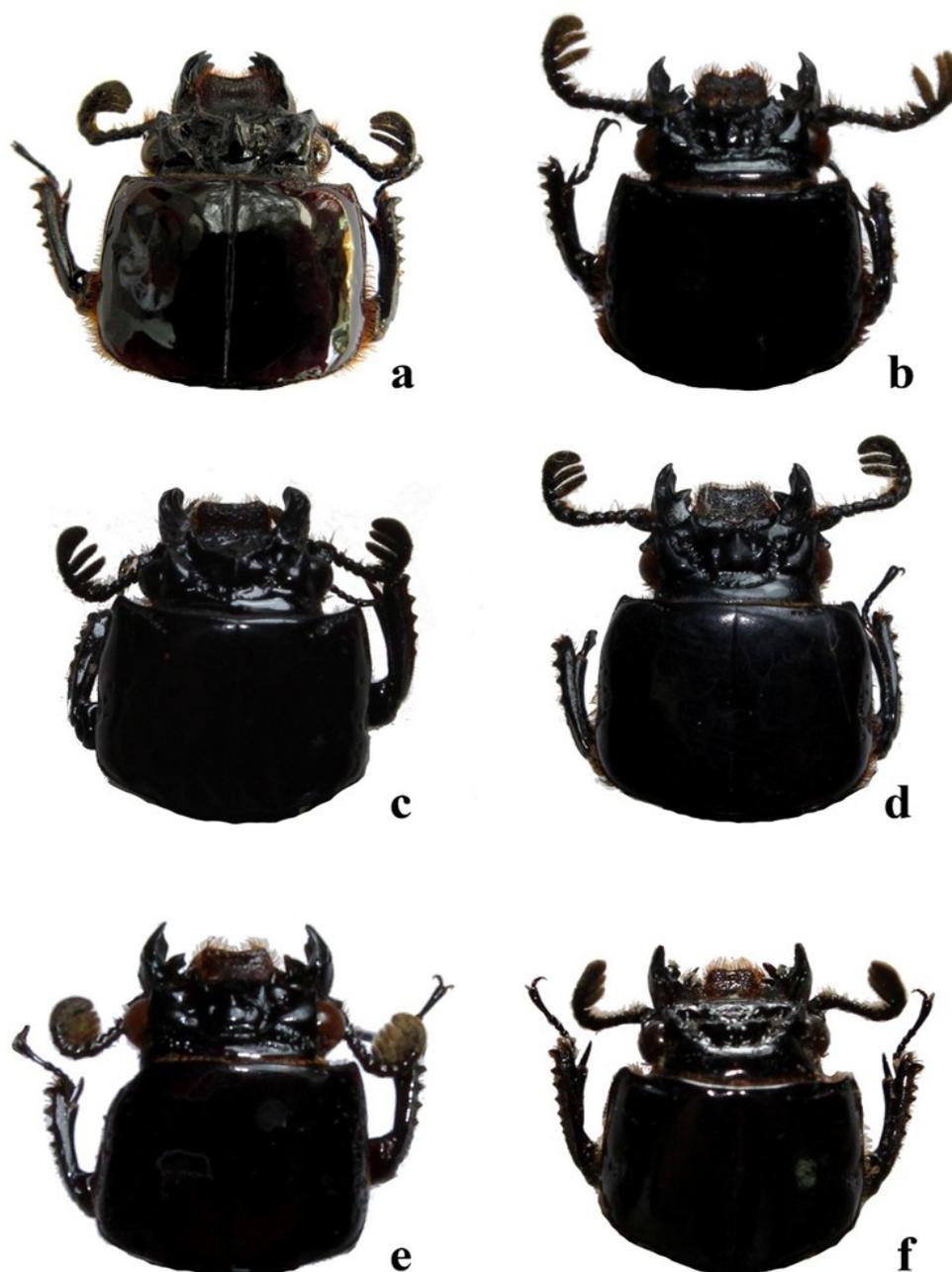


Figura 2. Detalle de la cabeza en vista dorsal de: a. *P. interruptus*; b. *P. interstitialis*; c. *P. punctatostratus*; d. *P. punctiger*; e. *P. leachi*; f. *P. marginatus*. Fuente: Elaboración propia.

5.2. Distribución

De las 6 especies recolectadas, *P. punctiger* se encontró en casi todos los sitios de muestreo (Figura 3g y 3j). Mientras que *P. interruptus* e *P. interstitialis* presentan una mediana ocurrencia con respecto a las demás especies (figura 3h). En contraste a lo anterior, *P. leachi* y *P.*

marginatus se encontraron en dos sitios (figura 3k y 3l), y *P. punctostriatus* (figura 3i) Solo fue recolectado en un sitio del área de estudio.

De acuerdo a los modelos de distribución potencial las especies *P. interruptus* (figura 4m), *P. interstitialis* (figura 4n), *P. punctiger* (figura 4o) y *P. leachi* (figura 4q) tendrían condiciones climáticas óptimas para que puedan encontrarse en los 26 municipios que conforman el departamento de Sucre. Por su parte *P. marginatus* (figura 4p) mostró una distribución potencial amplia, pero ausente en la parte más noreste de este departamento. La única especie que mostró una distribución potencial restringida fue *P. punctostriatus* (figura 4ñ) hacía las partes con mayor rango altitudinal en el departamento que incluye las subregiones Montes de María y Golfo de Morrosquillo.

En cuanto a los modelos de distribución potencial los valores promedio del área bajo la curva (figura 5) obtenida para cada una de las especies estuvo por encima de 0.7 indicando que los modelos individuales generados fueron más robustos que el azar *P. interruptus*: 0.825; *P. interstitialis*: 0.815; *P. punctiger*: 0.868; *P. punctostriatus*: 0.941; *P. leachi*: 0.796; *P. marginatus*: 0.753. indicando un buen desempeño con bajos niveles de errores de comisión.

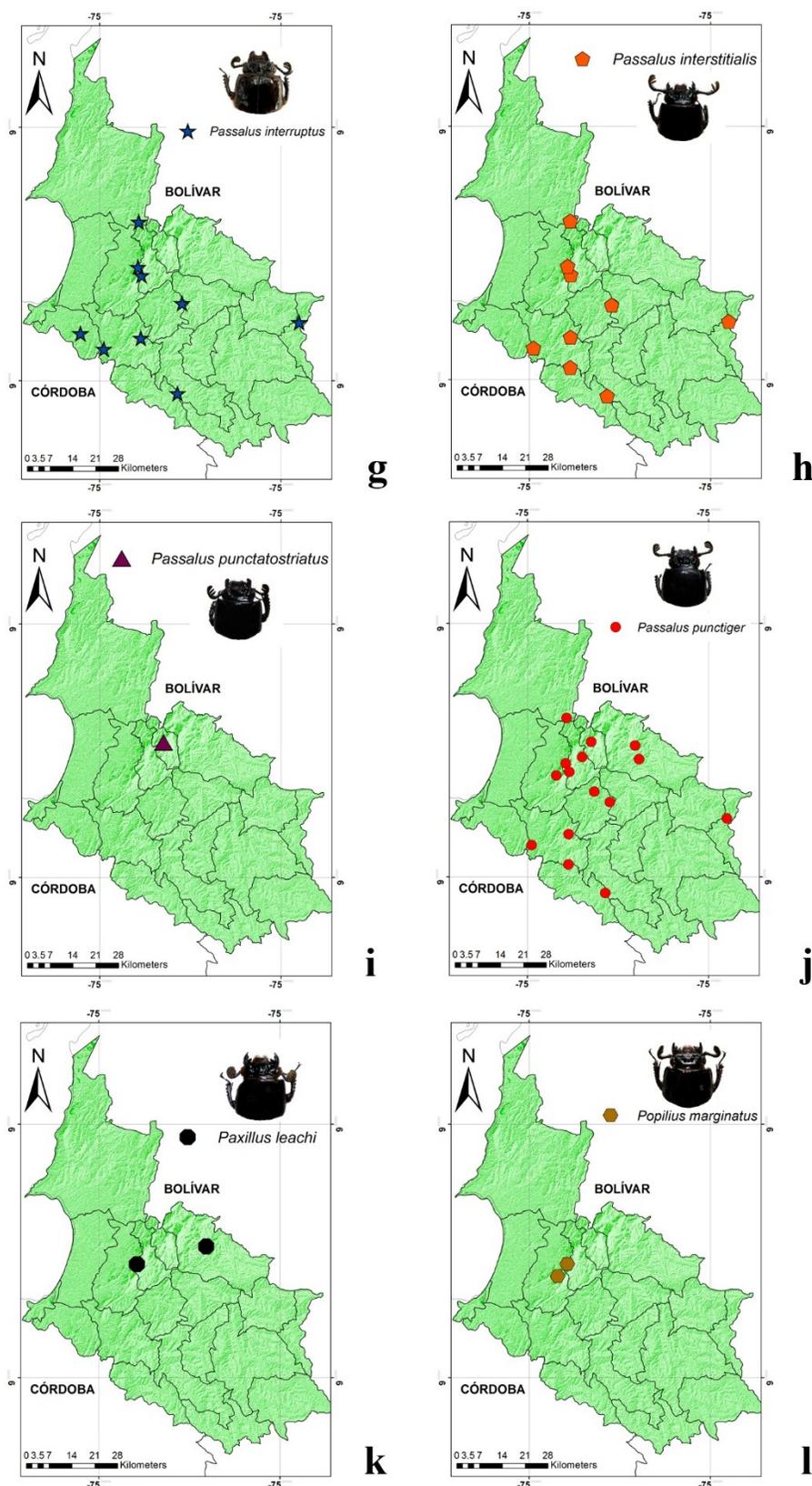


Figura 3. Distribución de Passalidae en las Subregiones Golfo de Morrosquillo, Montes de María y Sabanas. Fuente: Elaboración Propia con programa ArcGis.

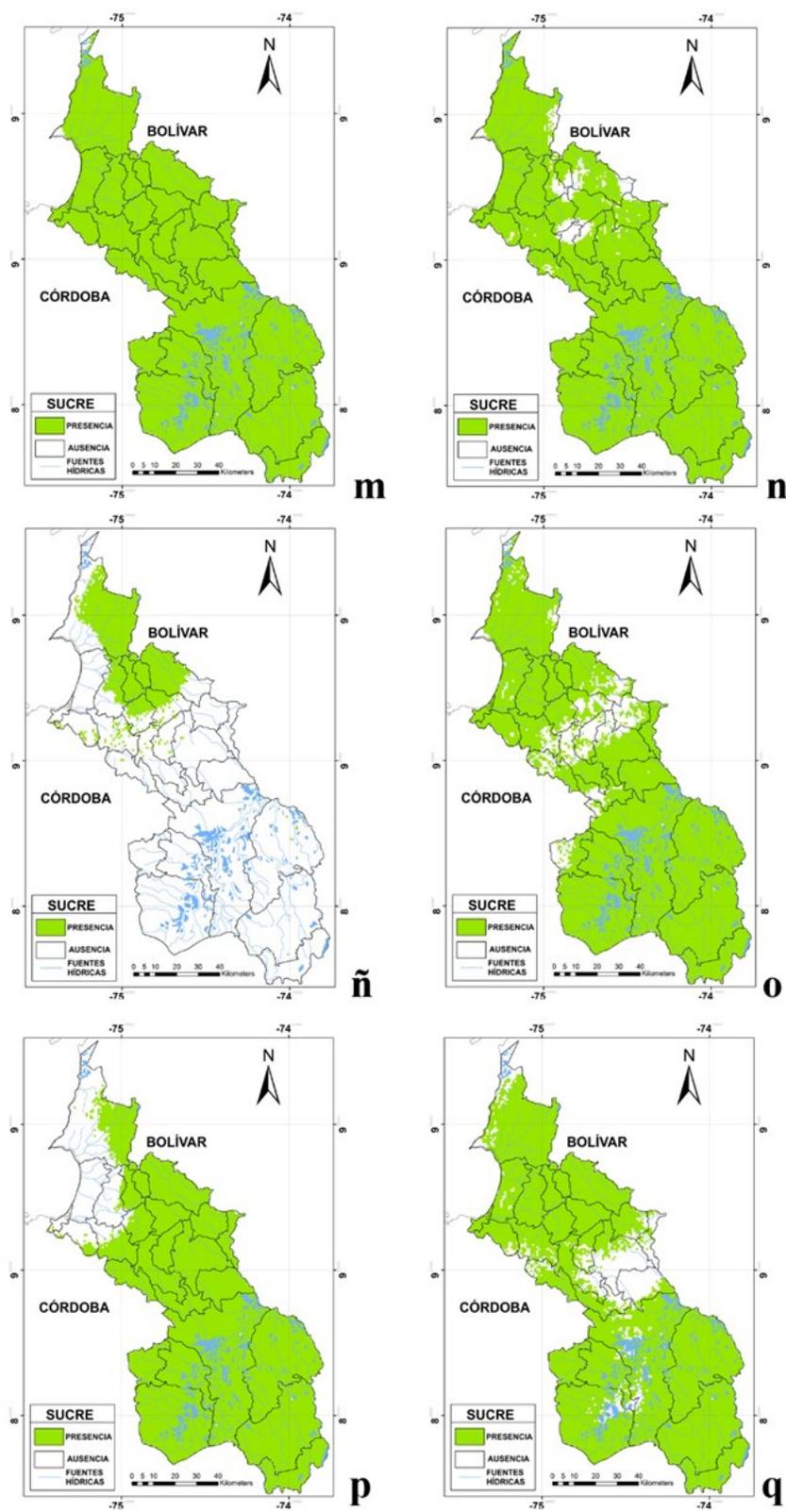


Figura 4. Modelos de distribución potencial: m. *Passalus interruptus*; n. *P. interstitialis*; ñ. *P. punctatostrigatus*; o. *P. punctiger*; p. *Popilius marginatus*; q. *Paxillus leachi*. Fuente: Elaboración propia con programa ArcGis.

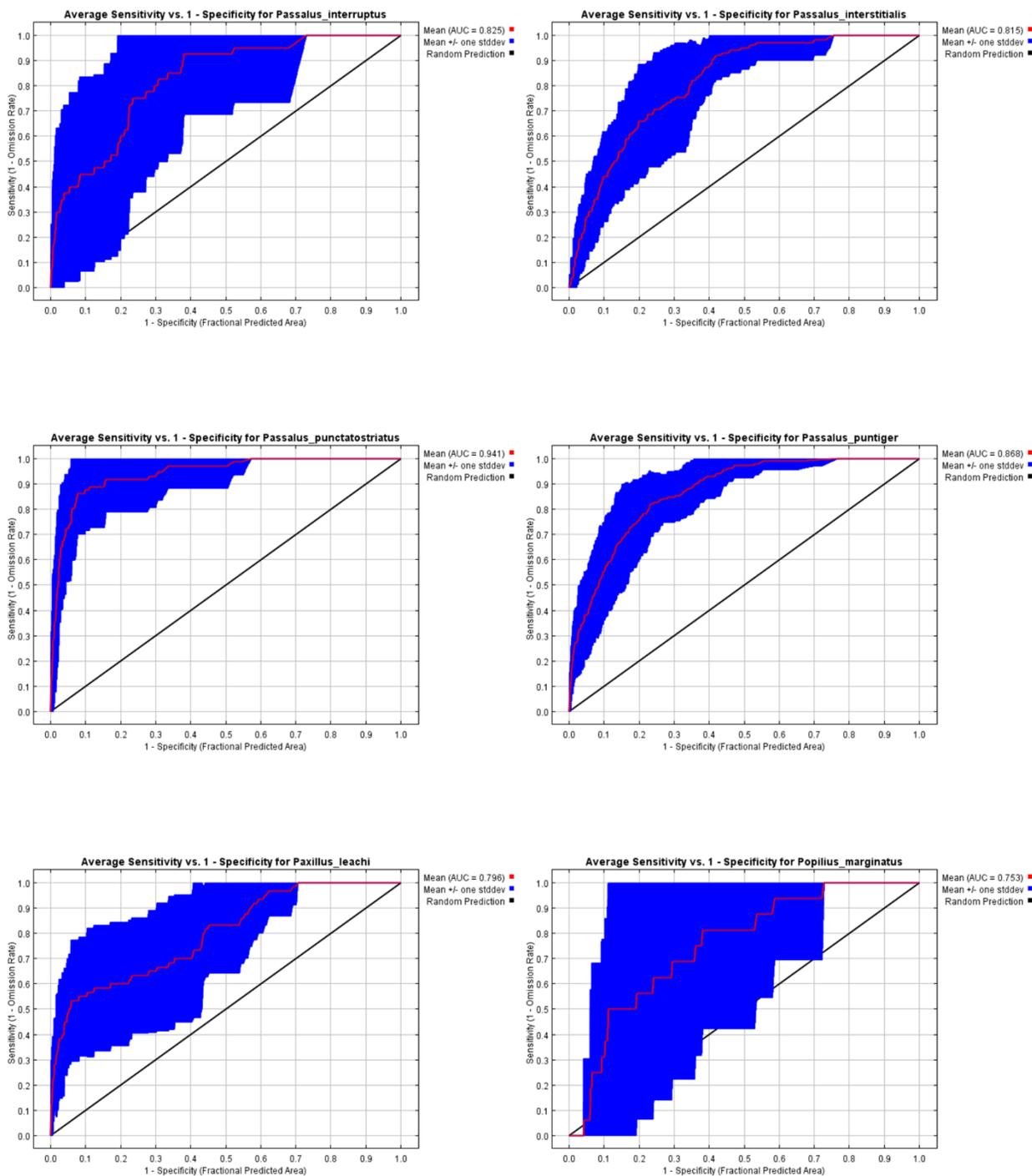


Figura 5. Área bajo la curva. Fuente: Elaboración propia con programa Maxent.

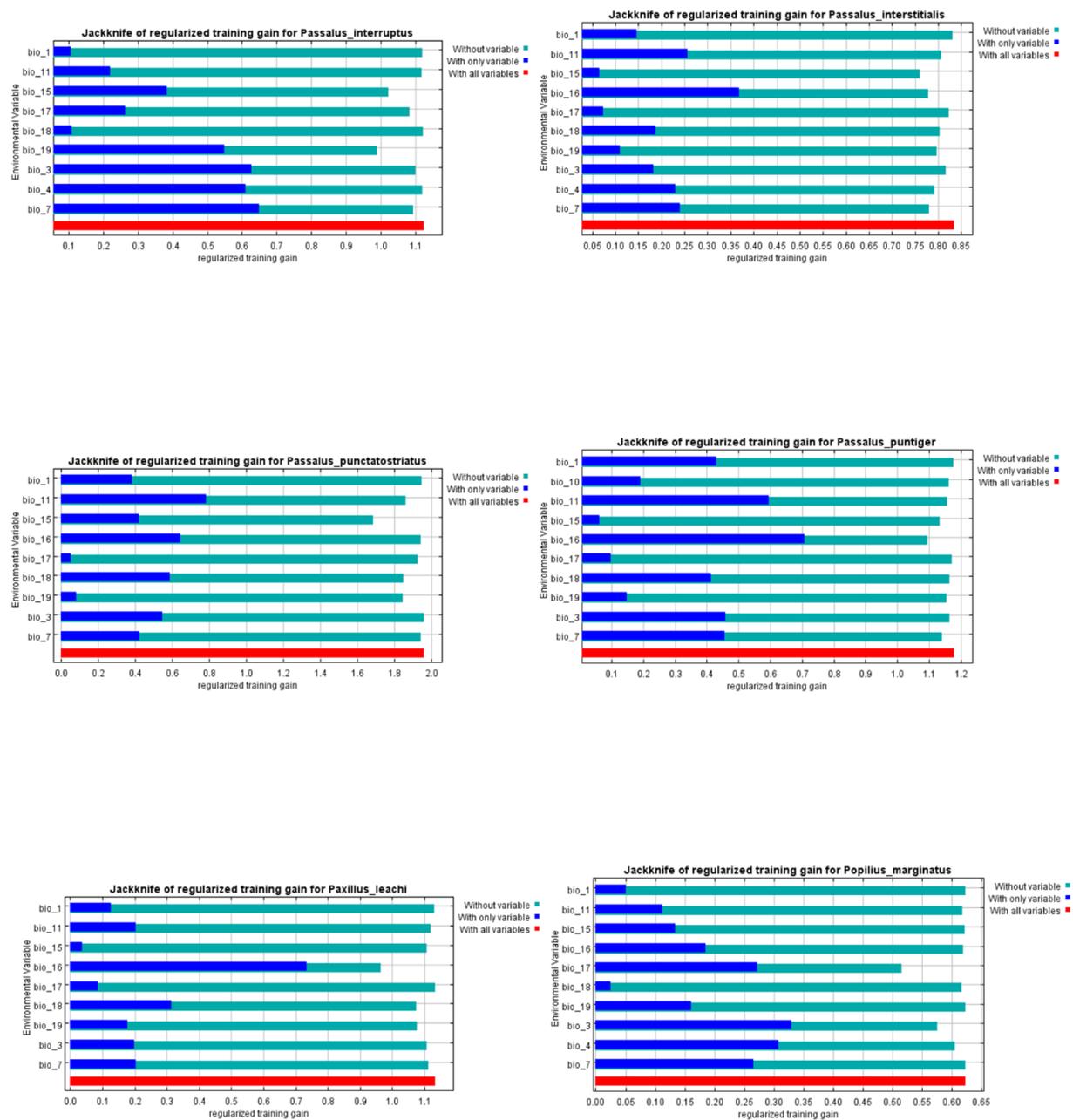


Figura 6. Prueba de Jackknife. Fuente: Elaboración propia con programa Maxent.

5.3. Clave para identificar las especies de Passalidae presentes en las subregiones golfo de Morrosquillo, Montes de María y Sabanas del departamento de Sucre, caribe colombiano.

1. Lacinia unidentada y Prosternelo pentagonal.....*Paxillus leachi*.

1'. Lacinia bidentada y Prosternelo romboidal.....2.

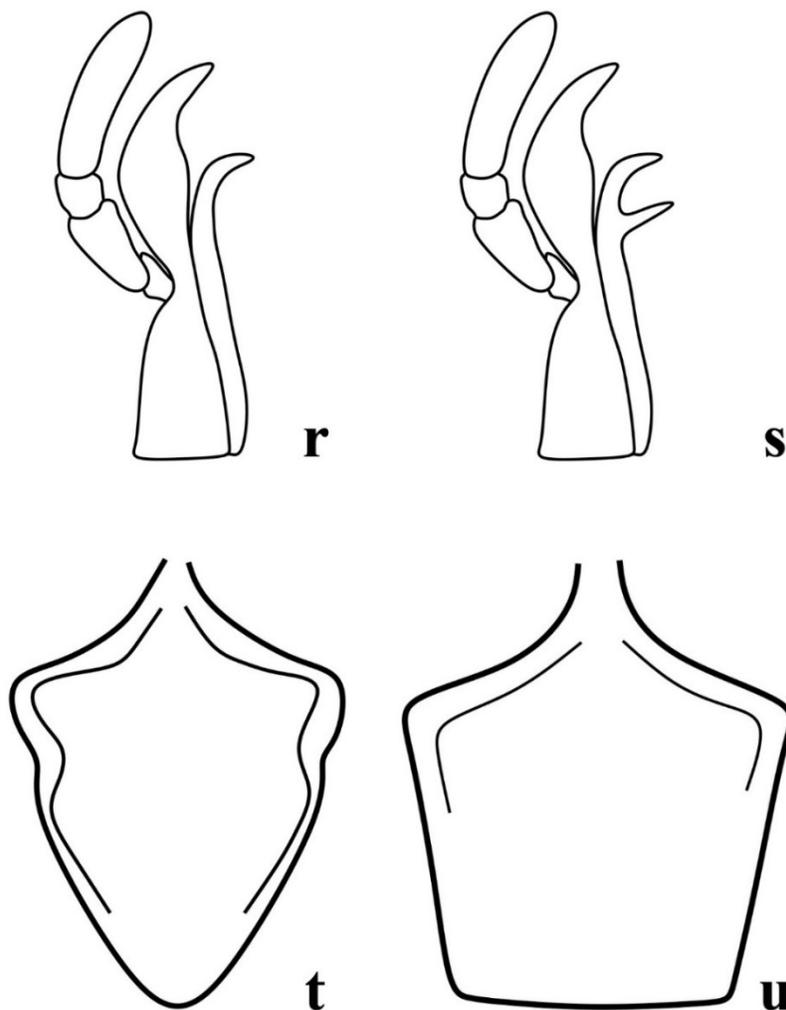


Figura 7. Lacinia: **r.** Unidentada; **s.** Bidentada. Prosternelo: **t.** Romboidal; **u.** Pentagonal.
Fuente: Tomada de Jiménez-Ferbans *et al.*, 2013a; Schuster y Cano, 2005.

2. Metasternón glabro en la foseta lateral y parte posterior.....*Popilius marginatus*.

2'. Metasternón pubescente en la foseta lateral y parte posterior.....(3).

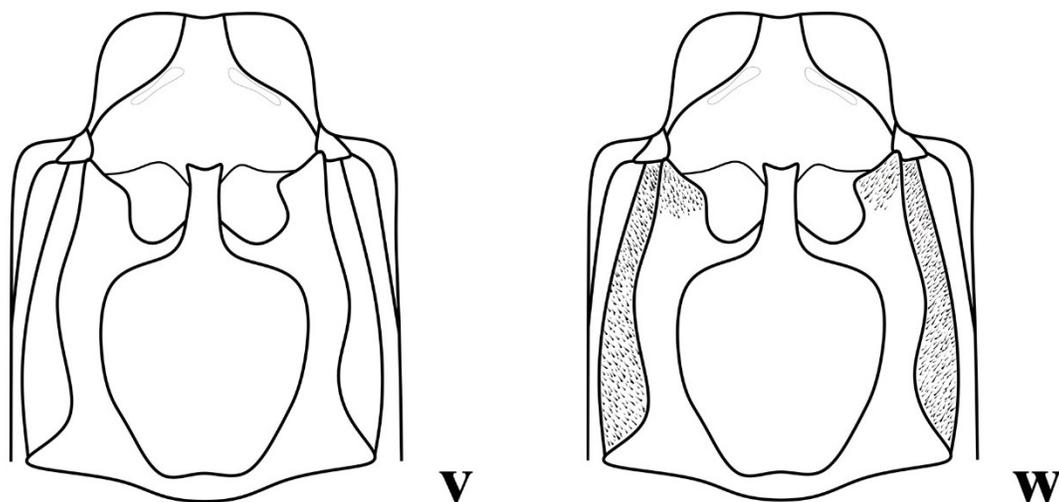


Figura 8. Metasternón: v. Glabro; w. Pubescente. Fuente: Elaboración propia con el programa Corel Draw.

3. Ápice del tubérculo central reducido, quillas frontales en el ápice del tubérculo central.....*Passalus (Passalus) interstitialis*.

3'. Ápice del tubérculo central libre, quillas frontales en el inferior del tubérculo central.....(4).

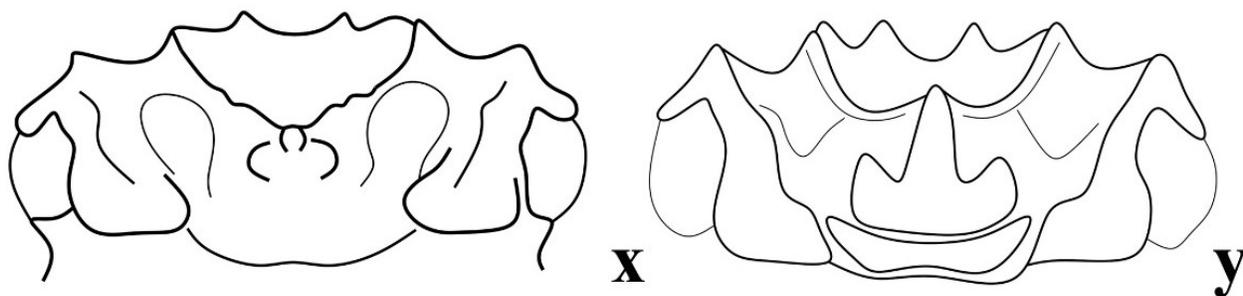


Figura 9. Cabeza: x. tubérculo central reducido; y. Tubérculo central libre. Fuente: Elaboración propia con el programa Corel Draw.

4. Surco del último esternito abdominal incompleto.....*Passalus (Passalus) interruptus*.

4'. Surco del último esternito abdominal completo.....*Passalus (Passalus) punctiger*.

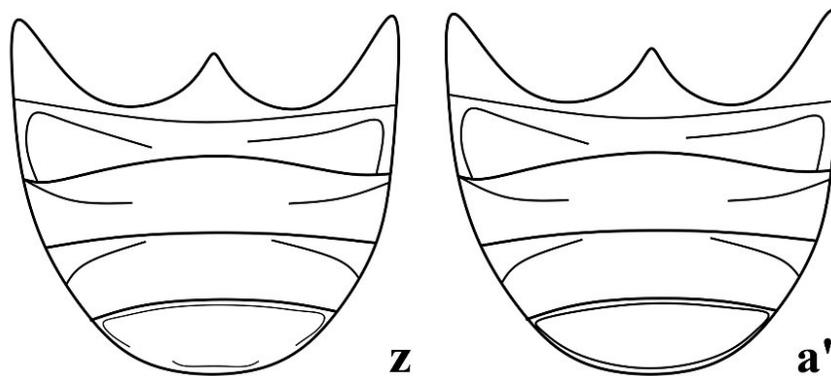


Figura 10. Último esternito abdominal: **z**. Incompleto; **a'**. Completo. Fuente: Elaboración propia con el programa Corel Draw.

6. DISCUSIÓN

En Colombia los trabajos sobre el conocimiento de la familia Passalidae se han centrado en ambientes húmedos, húmedos lluviosos, pluviales y andinos (Amat-García y Trujillo, 2004; Amat-García y Reyes-castillo, 2007a; Amat-García y Reyes-castillo, 2007b; Jiménez-Ferbans y Amat-García, 2011), dejando a un lado los ambientes secos. Los resultados de este trabajo incrementan el número de registros para el departamento de Sucre (tabla 1) ya que los inventarios faunísticos realizados por Reyes-Castillo y Amat-García (2003); Amat-García *et al.* (2004) y Jiménez-Ferbans y Amat García (2009) solo citaron tres especies de Passalini: *P. punctiger*, *P. interstitialis* y *P. interruptus*.

La riqueza de Passalidae encontrada en este estudio equivale al 33.33% de las especies registradas para el Caribe colombiano por Jiménez-Ferbans y Amat-García (2009) (Tabla 1), compartiendo el segundo lugar en riqueza con el departamento de La Guajira (Jiménez-Ferbans y Amat-García, 2009). La mayoría de las especies recolectadas pertenecen a la tribu Passalini la cual presenta una riqueza alta en la región ecuatorial en comparación con Proculini cuya diversificación se da en la zona de Transición Mexicana (Jimenez-Ferbans y Amat-García, 2009). El género más representativo fue *Passalus* con cuatro especies: *P. punctiger*, *P. interstitialis*, *P. interruptus* y *P. punctatostratus*; siendo este el género que también domina la fauna colombiana (Amat-García, *et al.* 2004).

P. punctiger es la especie de mayor distribución y adaptabilidad (Reyes-Castillo y Castillo, 1992); se extiende desde los Estados Unidos hasta Argentina, con registros en algunas islas del Caribe (Reyes-Castillo 1973, Chalumeau 1978, Schuster 1978, Peck *et al.* 2002, Peck 2010). En Colombia, se distribuye en las tierras bajas desde el nivel del mar hasta los 1200m. (Amat-García y Reyes-Castillo, 2007a). Su adaptabilidad a las diferentes condiciones de humedad y

temperatura (Reyes castillo y castillo, 1992); le confiere una gran plasticidad, por lo que muchas veces resulta confusa su determinación (Jiménez-Ferbans y Amat-García, 2009). Su gran capacidad de explotar varios sustratos le permite ser competitivo con otras especies de Coleoptera habitantes de nichos similares en bosque seco (Pardo-Locarno, 2000). En este estudio fue la especie de mayor abundancia y frecuencia de recolección.

Por otra parte, *P. interstitialis* presenta una distribución que abarca desde el noroeste de México hasta Argentina, con algunas islas del Caribe (Jimenez-Ferbans y Amat-García, 2009). Ha sido registrada en ambientes muy secos como el desierto de Sinaloa en México (Castillo *et al.* 1988) y en Colombia en las tierras bajas del Caribe, el Chocó biogeográfico y la Amazonía (Pardo-locarno, *et al.* 2000; Jiménez-Ferbans y Amat-García, 2009; Neita-Moreno, 2011; Amat-García y Reyes-Castillo, 2007a). En el presente trabajo se pudo evidenciar una tendencia al sustrato subcorticícola. A pesar de tener una amplia distribución, su estricta preferencia a dicho sustrato disminuye sus posibilidades de colonización y uso de troncos en descomposición (Castillo y Reyes-Castillo, 1997).

En cuanto a *P. interruptus*, esta especie se distribuye desde Costa Rica hasta Argentina, incluyendo Trinidad y Tobago (Reyes-Castillo 1970; Reyes-Castillo y Castillo 1992; Reyes-Castillo y Amat- García, 2003; Mattos y Mermudes). En Colombia se extiende en las regiones Amazónica, Orinocense, Chocó biogeográfico, baja Interandina y el Complejo Insular Continental (Reyes-Castillo y Amat-García 2003; Jiménez-Ferbans y Amat-García, 2009). Su estricta preferencia al sustrato duramicolas podría disminuir sus posibilidades de colonización de troncos en descomposición por la competencia con otros escarabajos formadores de galerías en ambientes secos.

P. punctatostriatus presenta una amplia distribución desde Arizona (Estados Unidos) hasta Suramérica (Schuster, 2002; Amat-García y Reyes-Castillo, 2007a; Jiménez-Ferbans y Amat-García 2009). En Colombia se encuentra registrado para los departamentos de Amazonas, La Guajira y Magdalena (Amat-García *et al.* 2004; Amat-García y Reyes-Castillo, 2007a; Jiménez-Ferbans y Amat-García 2009). En este país se ha recolectado en zonas en buen estado de conservación (Amat-García y Reyes-Castillo, 2007a; Jiménez-Ferbans y Amat-García 2009). En nuestro estudio fue recolectado en el sitio de mayor altitud (632m) y con el menor grado de intervención antropogénica.

En lo que respecta a *P. leachi* su distribución se extiende desde el sureste de México hasta Argentina incluyendo las Antillas (Reyes- Castillo y Fonseca 1992, Jimenez-Ferbans y Amat-García, 2009). El hábitat de esta especie lo constituye la selva tropical perennifolia desde el nivel del mar hasta alcanzar los 1000m (Reyes- Castillo y Fonseca 1992). Los ejemplares hallados fueron recolectados en bosques en buen estado de conservación. Su presencia está asociada a bosques en reconstitución (Reyes-Castillo y Amat-García, 2003).

P. marginatus es una especie netamente suramericana con rangos altitudinales que no sobrepasan los 500m (Gillogly, 2005). Por su parte, Jiménez-Ferbans y Amat-García (2009) reportaron esta especie a 1560m ampliando su distribución altitudinal; no obstante, en este estudio se recolectó sobre los 300m, ratificando lo planteado por Gillogly (2005). Cabe resaltar que esta especie es considerada típica de la selva tropical lluviosa (Reyes-Castillo, 1973), en contraste con nuestros resultados.

Debido a que las especies presentes en este estudio son de distribuciones amplias en las tierras bajas del continente americano; estarían comprendidas por un patrón de dispersión neotropical típico (Reyes-Castillo, 1970; Halffter 1978).

Al comparar la riqueza de especies entre subregiones, Morrosquillo y Montes de María fueron las más alta (5 especies cada una respectivamente) y Sabanas la de menor riqueza (3 especies). Estas diferencias, podrían estar relacionada por las condiciones geoclimáticas y topográficas de cada subregión en particular, por ejemplo, Montes de María y Morrosquillo comparten una formación montañosa correspondiente a la Serranía de Coraza que alberga 3.000ha de bosque primario (Galvan-Guevara *et al.* 2009), lo cual permite una renovación constante de troncos y ramas en descomposición. En comparación con la subregión Sabana, donde este recurso se ve limitado por la ausencia de bosques primarios y el efecto de las actividades agrícola-ganaderas. En ese sentido al existir una disminución de la cobertura vegetal se incrementa la evaporación producto de la radiación solar, afectando las abundancias de poblaciones de pasálidos por la sensibilidad que presentan estos insectos a la desecación de la madera (Kozuke *et al.* 2007); que a la vez disminuye su recurso alimenticio (Saunders *et al.* 1991).

Estos resultados sostienen las evidencias propuestas por Schuster (1978), al considerar que los ecosistemas secos tropicales presentan una riqueza y abundancia baja en pasálidos, en comparación con los ambientes tropicales húmedos. Quizás las condiciones bajas de humedad en el sustrato sea el principal factor sobre el hábitat de esta familia, creando límites ecológicos en la gran mayoría de sus especies (Pardo-Locarno *et al.* 2000).

En cuanto a los modelos de distribución potencial, las especies *P. puctiger*; *P. interruptus*; *P. interstitialis* y *Paxillus leachi* fueron muy homogéneas en el departamento. Este hecho podría deberse a su amplia distribución y variación intraespecífica (Amat-García y Reyes-Castillo, 2007a; Jiménez-Ferbans, 2009); lo que posiblemente les permita adaptarse a los diferentes tipos de ecosistemas.

P. marginatus mostró una posible ausencia en la parte noreste del departamento, lo que comprende a una parte de la subregión Morrosquillo. Esta zona se caracteriza por presentar ecosistemas de bosque muy seco tropical, manglares y lagunas costeras, además de un mayor grado de acidez e infertilidad en sus suelos en comparación al resto del departamento (Aguilera, 2005), por lo que esta especie podría presentar restricciones ecológicas hacia estos tipos de ecosistemas.

P. punctatostriatum mostró una distribución potencial hacia las zonas en mayor estado de conservación en el departamento, que corresponden a las formaciones de bosque seco tropical, donde se encuentra la Reserva Forestal Protectora Serranía de Coraza (Aguilera, 2005; 2013). La ausencia de esta especie en los demás municipios podría estar marcada por la susceptibilidad a la escasa cobertura vegetal y presión antrópica propias de las subregiones Sabanas, San Jorge, Mojana y parte litoral del Golfo del Morrosquillo.

Las variables ambientales que más aportaron a cada uno de los modelos se encuentran relacionadas con la precipitación (figura 6), en concordancia con las tendencia higrófila que presenta esta familia (Reyes-Castillo, 2002). Es importante fomentar el uso de herramientas de geoinferenciación para modelar la distribución potencial de las especies, ya que es útil desde diferentes perspectivas pues permite visualizar áreas de interés (Chefaoui *et al.* 2005; Hengeveld (1997). Los modelos de distribución potencial permiten realizar distribuciones hipotéticas que pueden ser de gran utilidad en análisis biogeográficos y en materia de conservación, incluso cuando se dispone a realizar recolectas en sitios donde se carece de registros (Trotta-Moreu *et al.* 2008).

7. CONCLUSIONES

- Se incrementa el estado del conocimiento de la familia Passalidae en el departamento de Sucre. Sin embargo existen muchos lugares por muestrear para obtener un listado taxonómico preciso de las especies presentes en esta zona.
- La riqueza encontrada en el sistema montañoso Montes de María que incluye las subregiones (Golfo de Morosquillo y Montes de María), en comparación con otras zonas de la región Neotropical es baja, pero reviste importancia local para las especies de Passalidae que allí se encuentran.
- Los modelos de distribución potencial para las diferentes especies de Passalidae en la mayoría muestran condiciones climáticas óptimas en casi todo el departamento de Sucre, debido a la gran homogeneidad paisajística que presenta esta región del país.
- Algunas especies de Anacardiaceae, Fabaceae y Euphorbiaceae en las que se encontraron colonias activas de pasálidos, podrían ser determinantes a la hora de realizar estrategias de conservación sobre esta familia.

8. RECOMENDACIONES

- Realizar recolectas en la subregiones San Jorge y Mojana.
- Analizar la disminución de la cobertura vegetal en el departamento de Sucre y el efecto sobre las comunidades de Passalidae.
- Realizar estudios sobre preferencia de sustrato.

BIBLIOGRAFÍA

- Ahrens, D., Scott, M., Vogler, A. P. (2011). The phylogeny of monkey beetles based on mitochondrial and ribosomal RNA genes (Coleoptera: Scarabaeidae: Hopliini). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 60, 408–414. doi: 10.1016/j.ympev.2011.04.011.
- Amat-García, G.; Reyes-Castillo, P. (1996). Los escarabajos pasálidos (Coleoptera: Passalidae) de Colombia-II distribución geográfica y altitudinal. Págs. 75-92 en: M. G. Andrade-C., G. Amat & F. Fernández (Eds), *Insectos de Colombia: estudios escogidos*. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales- Centro Editorial Javeriano. Bogotá D.C.
- Amat-García, G.; Fonseca, C. (1998). Escarabajos pasálidos (Coleoptera: Passalidae) de Colombia. III: Una nueva especie de la sierra nevada de Santa Marta. *Caldasia*, 20(2), 203-206.
- Amat-García, G.; Reyes-Castillo, P. (2002). Los Coleoptera Passalidae de Colombia. p 139-151. En: Costa, M., S.A. Vanin, J.M. Lobo & A. Melic (Eds), *Proyecto de Red Iberoamericana de Biogeografía y Entomología Sistemática PRIBES 2002*. Monografías Tercer Milenio vol. II, Sociedad Entomológica Aragones (SEA), Zaragoza.
- Amat-García, G.; Blanco-Vargas, E.; Reyes-Castillo, P. (2004). Lista de especies de los escarabajos pasálidos (Coleoptera: Passalidae) de Colombia. *Revista Biota Colombiana*, 5(2), 173-182.
- Amat-García, G.; Trujillo, D. (2005). Escarabajos (Coleoptera: Scarabaeidae) en el Chocó biogeográfico. p. 745-54. En: Rangel O. (ed). *Colombia Diversidad Biotica IV*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Conservación Internacional de Colombia.
- Amat-García, G.; Reyes-Castillo, P. (2007). Contribución al conocimiento de Verres Kaup, 1871 (Coleoptera: Passalidae) de Colombia. *Caldasia*, 29(1), 133-141.
- Amat-García, G.; Reyes-Castillo, P. (2007). Los Passalidae (Coleoptera: Scarabaeoidea) del departamento del Amazonas, Colombia. *Caldasia*, 29(2), 329-354.

- Aguilera, M. (2005). La economía del departamento de Sucre: ganadería y sector público. Centro de Estudios Económicos Regionales del Banco de la República. Cartagena, Colombia.
- Aguilera, M. (2013). Montes de María: Una subregión de economía campesina y empresarial. Centro de Estudios Económicos Regionales del Banco de la República. Cartagena, Colombia.
- Arango, N.; Armenteras, D.; Castro, M.; Gottsmann, T.; Hernández, O.; Matallana, C.; Morales, C. (2003). Vacíos de conservación del Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia desde una perspectiva ecorregional. WWF - Fondo Mundial para la Naturaleza, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D.C.
- Boucher, S. (2005). Évolution et phylogénie des coleópteres Passalidae (Scarabaeoidea) Les taxons du groupe familia la tribu néotropical des Proculini et son complexe Veturius. *Annales de la Société Entomologique de France*, 41, 1-603.
- Burmeister, C. (1847). *Coleoptera Lamellicornia Xylophila et Pectinicornia Handbuch der Entomologie vol. 5*. Berlin.
- Brown, K. (1991). Conservation of neotropical environments: Insects as indicator. Pp. 342-402, en *Conservation of insects and their environments* (N. M. Collins y J. A. Thomas, eds.). Academic Press, London.
- Browne, D.J., Scholtz, C.H. (1995). Phylogeny of the families of Scarabaeoidea (Coleoptera) based on characters of the hindwing articulation, hindwing base and wing venation. *Systematic Entomology*, 20, 145–173.
- Brown, J.; Stevens, G.; Kaufman, D. (1996). The geographic range: size, shape, boundaries, and internal structure. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 27, 597-623.

- Browne, J. & Scholtz, C. H. (1998). Evolution of the scarab hindwing articulation and wing base: a contribution toward the phylogeny of the Scarabaeidae (Scarabaeoidea: Coleoptera). *Systematic Entomology*, 23, 307-326.
- Browne, J. & Scholtz, C. H. (1999). A phylogeny of the families of Scarabaeoidea. *Systematic Entomology*, 24, 51–84.
- Castillo, C.; Rivera-Cervantes, L.; Reyes-Castillo, P. (1988). Estudio sobre los Passalidae (Coleoptera: Lamellicornia) de la Sierra de Manantlan, Jalisco, México. *Acta Zoológica Mexicana (N.S)* 30, 1-20.
- Castillo, M.; Reyes-Castillo, P. (1997). Passalidae. Pp. 293-298. En: E.González Soriano, R. Dirzo y R.Voght (eds.). *Historia Natural de Los Tuxtlas, Veracruz, México*. Instituto de Biología, UNAM, México.
- Castillo, M.; Reyes-Castillo, P. (2003). Los Passalidae: coleópteros tropicales degradadores de troncos de árboles muertos. En: F. J. Álvarez Sánchez (ed.), *Productividad y Ecología del Suelo en la Selva Tropical Húmeda de México*. UNAM, México.
- Cano, E. (1995). Evaluación ecológica rápida de la reserva de la biosfera “Sierra de las minas”. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Cano, E. (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 de Guatemala*, 24, 72-81.
- Chamé-Vásquez, E.; Ibarra-Nuñez, G.; Reyes-Castillo, P.; Gómez y Gómez, B. (2010). La familia Passalidae (Coleoptera: Scarabaeoidea) en Chiapas, México. *Lacandonia*, 4(1), 37-45.

- Chalumeau, F. (1978). Contribution à l'étude des Scarabaeoidea des Antilles. (II. Remarques et observations, description de nouveaux taxa). Bulletin de la Société Entomologique de Mulhouse, 41–56.
- Chave, J., Muller-Landau, H., Levin, S. (2002). Comparing Classical Community Models: Theoretical Consequences for Patterns of Diversity. *The American Naturalist*, 159(1), 1-23.
- Chefaoui, R.; Hortal, J.; Lobo, J. (2005). Potential distribution modelling, niche characterization and conservation status assessment using GIS tools: A case study of Iberian Copris species. *Biological Conservation*, 122(2), 327-338.
- Chesson, P. (2000). Mechanisms of maintenance of species diversity. *Annu Rev Ecol Syst Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 31, 343-366.
- Elith, J., Graham, C., Anderson, R., Dudík, M., Ferrier, S., Guisan, A., Hijmans, R., Huettmann, F., Leathwick, J., Lehmann, A., Li, J., Lohmann, L., Loiselle, B., Manion, G., Moritz, C., Nakamura M., Nakazawa, Y., Overton, J., Peterson, A., Phillips S., Richardson, K., Scachetti-Pereira, R., Schapire, R., Soberón, J., Williams, S., Wisz, M., Zimmermann, N. (2006). Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. *Ecography*, 29, 129-151.
- Fonseca, C.; Reyes-Castillo, P. (2004). Synopsis on Passalidae family (Coleoptera: Scarabaeoidea) of Brazil with description of a new species of *Veturius* Kaup, 1871. *Zootaxa*, 789, 1-26.
- Fonseca, C., Gouveia, F., Fernandez, M. (2008). A new *Paxillus* MacLeay, 1819 (Coleoptera: Passalidae: Passalinae) from the state of Amazonas, Brazil. *Acta amazónica*, 38(4), 811 – 814.

- Galván-Guevara, S., Sierra, I., Gómez, H., de la Ossa, J., Fajardo Patiño, A. (2009). Biodiversidad en el área de influencia de la estación primates de Colosó, Sucre, Colombia. *RECIA*, 1(1), 95-118.
- Gillogly, A. (2005). Review of the genus *Popilius* and preliminary phylogeny of Passalidae (Coleoptera). Tesis doctoral. Texas A&M University.
- Halffterter, G. (1978). Un Nuevo patrón de dispersión en la zona de transición mexicana: relaciones con la entomofauna de Norteamérica. *Folia Entomológica Mexicana*, 35, 1-64.
- Heather, J., Zeccarias, A., Cronin, J. (2013). Mechanisms driving the density–area relationship in a saproxylic beetle. *Oecologia*, 173, 1237.
- Hengeveld, R. (1997). Impact of Biogeography on a population-paradigm shift. *Journal of Biogeography*, 24(5), 541-547.
- Hijmans, R., Cameron, S., Parra, J., Jones., P., Jarvis, A. (2005). Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 25, 1965-1978.
- Jarman, M., Reyes-Castillo, P. (1985). Mandibular force of adult and larval Passalidae in family group. *Acta Zoologica Mexicana*, 12, 13-22.
- Jiménez-Ferbans, L., Amat-García, G. (2009). Sinopsis de los Passalidae (Coleoptera: Scarabaeoidea) del Caribe colombiano. *Caldasia*, 31(1), 155-173.
- Jiménez-Ferbans, L., Amat-García, G., Reyes-Castillo, P. (2010). Diversity and distribution patterns of Passalidae (Coleoptera Scarabaeoidea) in the Caribbean Region of Colombia. *Tropical Zoology*, 23, 147-164.
- Jiménez-Ferbans, L., Amat-García, G. (2010). Claves para los géneros y especies de Passalidae (Coleoptera: Scarabaeoidea) del Caribe colombiano. *Intropica*, (5), 57-62.

- Jiménez-Ferbans, L., Amat-García, G. (2011). Avaliação da diversidade alfa de Passalidae (Coleoptera: Scarabaeoidea) na Amazônia Colombiana (Parque Nacional Natural La Paya, Putumayo). *Acta Amazônica*, 41(3), 409–414.
- Jiménez-Ferbans, L., Amat-García, G., Reyes-Castillo, P. (2012). A new species of *Passalus* Fabricius, 1792 (Coleoptera: Scarabaeoidea: Passalidae) from Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. *Acta Zoológica Mexicana*, 28(3), 607-612.
- Jiménez-Ferbans, L., Reyes-Castillo, P., Schuster, J., Salazar-Niño, K. (2013). A checklist and key for the identification of bess beetles (Coleoptera: Passalidae) of Argentina. *Zootaxa*, (2), 192-206.
- Jiménez-Ferbans, L., Reyes-Castillo, P., Amat-García, G. (2013). Tres especies colombianas nuevas de Passalidae (Coleoptera: Scarabaeoidea). *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, 31-37.
- Jiménez-Ferbans, L., Reyes-Castillo, P., Schuster, J. (2015). Passalidae (Coleoptera: Scarabaeoidea) of the Greater and Lesser Antilles. *Zootaxa*, 3956, 491-512.
- Jiménez-Valverde, A., Lobo, J., Hortal, J. (2008). Not as good as they seem: the importance of concepts in species distribution modelling. *Diversity and Distributions*, 14, 885-890.
- Kaup, J. (1868). *Podromus zu einer Monographie der Passaliden*. Col. Hefte, 4, 1-31.
- Kosuke A, Chey VK, Masanori JT. (2007). Assesment of higher insect taxa as bioindicators for different logging-disturbance regimes in lowland tropicall rain forest in Sabah, Malaysia. *Ecology Research*, 22, 542-550.

- Lozano-Zambrano, F. (1997). Pasálidos: distribución y efecto de la deforestación en el transecto altitudinal Tumaco-Chiles (Nariño). *Boletín Museo Entomológico Universidad del Valle*, 5(1), 13-24.
- Lobo, J., Jiménez-Valverde, A., Hortal, J. (2010). The uncertain nature of absences and their importance in species distribution modelling. *Ecography*, 33, 103-114.
- Luederwaldt, H. (1931). Monographia dos passalideos do Brasil (Col.). *Revista do Museu Paulista*, 27, 1-262.
- Luederwaldt, H. (1934). Novos passalídeos americanos (Coleoptera.) *Boletín Biológico*, (N.S.) 2(1), 19-21.
- Mattos, I., Mermudes, J. (2015). Distribuição geográfica e diversidade de Passalidae (Coleoptera: Scarabaeoidea) no sudeste da Mata Atlântica (Brasil). *Acta zoológica Mexicana*, 31(3), 412-430.
- Mezaour A. (2005). Filtering Web Documents for a Thematic Warehouse Case Study: eDot a Food Risk Data Warehouse (extended) en: *Intelligent information processing and web mining*. Laboratoire de Recherche en Informatique (LRI), Université Paris Sud, France.
- Mouzinho, J., Fonseca, C. (1998). Contribuição ao estudo da Passalidofauna (Coleoptera, Scarabaeoidea, Passalidae) en uma área de terra firme de Amazônia central. *Acta Zoológica mexicana* (N.S), 73, 19-44.
- Neita-Moreno, J. (2011).- Escarabajos (Coleoptera, Scarabaeoidea) del departamento de Chocó, Colombia. *Revista Biodiversidad Neotropical*, 1(1), 17-27.
- Otero, E., Mosquera, L., Silva, G., J. Guzmán, J. (2006). Bosque seco tropical en Colombia. *Libros de la Colección Ecológica del Banco de Occidente*. Cali, Colombia.

- Pardo-Lorcano, L., Lozano, F., Zambrano, Montoya J. (2000). Passalidae (Coleoptera: Scarabaeoidea) en Fragmentos de Bosque Seco Tropical de la Cuenca Media del Rio Cauca, Colombia. *Folia Entomológica Mexicana*, 110, 15-22.
- Percheron, A. (1835). Monographie des passales, et des genres qui en ont été séparés; accompagnée de planches dessinées par l'auteur, ou toutes les espèces ont été figurées. Libr. J. Albert Mercklein, Paris.
- Pearson, D., Cassola, F. (1992). World-wide species richness patterns of tiger beetles (Coleoptera: Cicindelidae) indicator taxon for biodiversity and conservation studies. *Conservation Biology*, 6, 376-391.
- Pearson, R., Dawson, T. (2003). Predicting the impacts of climate change on the distribution of species: are bioclimate envelope models useful?. *Global Ecology & Biogeography*, 12(5), 361-371.
- Pereira, S. (1941). contribuição para o conhecimento da subfamilia dos Pseudacanthinae (Col. Passalidae). *Árq. Zool. Est. Sao Paulo*, 3(5), 93-144.
- Peck, S., Cook, J. & Hardy, J. (2002) Beetle fauna of the Island of Tobago, Trinidad and Tobago, West Indies. *Insecta Mundi*, 16, 9–23.
- Peck, S. (2010) The beetles of the Island of St. Vincent, Lesser Antilles (Insecta: Coleoptera): diversity & distribution. *Insecta Mundi*, 144, 1–78.
- Phillips, S., Anderson, R., Schapire, R. (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, 190, 231-259.
- Reyes-Castillo, P. (1970). Coleoptera, Passalidae: morfología y división en grandes grupos; géneros americanos. *Folia Entomológica Mexicana*, (20-22), 1-240.

- Reyes-Castillo, P. (1973) Passalidae de la Guyana Francesa (Coleoptera, Lamellicornia). *Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle*, 197, 1541–1587.
- Reyes-Castillo, P. (1988). Coleoptera Passalidae de la Estación de Biología Chamela, Jalisco, México. *Folia Entomológica Mexicana*, 77, 517-518.
- Reyes-Castillo, P. Amat-García, G. (1991). Notas sobre la taxonomía y distribución de Passalidae (Insecta: Coleoptera) en Colombia y descripción de una nueva especie. *Caldasia*, 16(79), 501-508.
- Reyes-Castillo, P. Castillo, C. (1992). Bess beetles of Panama (Coleoptera: Lamellicornia: Passalidae). Pp: 356-371. En: Quintero, D. y A. Aiello (Eds). *Insects of Panamá and Mesoamérica: Selected studies*. Oxford University Press.
- Reyes-Castillo, P., Fonseca, C. (1992). Contribución al conocimiento de *Paxillus MacLeay*, con la descripción de una nueva especie amazónica (Coleoptera: Passalidae). *Folia entomológica Mexicana*, 84, 15-33.
- Reyes-Castillo, P., Castillo, C. (1993). Coleópteros pasálidos. Pp 289-305. En: I. Luna Vega y J. Llorente Bousquets (eds.): *Historia Natural del Parque Ecológico Estatal Omiltemi*, Chilpancingo, Guerrero, México. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F.
- Reyes-Castillo, P. (2000). Coleoptera Passalidae de México. Pp.171-182. En: F. Martín-Piera, J.J. Morrone y A. Melic (eds). *Hacia un proyecto Cyted para el inventario y estimación de la diversidad entomológica en Iberoamérica Pribes 2000*. m3m: Monografías Tercer Milenio, vol. 1, Sociedad Entomológica Aragonesa, Zaragoza. España.
- Reyes-Castillo, P. (2002). Passalidaen. pp. 465-483. En J. Llorente y J.J. Morrone (eds). *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos: hacia una síntesis de su conocimiento*. Volumen III, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.

- Reyes-Castillo, P., Gutierrez-Velázquez, A. (2014). Familia Passalidae Leach, 1815. xxii 230 pp y 48 láminas. En Deloya, C. y D. Covarrubias Melgar (Ed), Escarabajos del estado de Guerrero (Coleoptera: Scarabaeoidea). S y G Editores, México, D. F.
- Reyes-Castillo, P., Chamé-Vázquez, E. (2014). Nueva especie mexicana de *Pseudacanthus* Kaup (Coleoptera: Passalidae). *Dugesiana*, 21(2), 175-178.
- Salazar-Niño, K., Amat-García, G. (2015). Una aproximación al conocimiento de los escarabajos pasálidos (Coleoptera: Passalidae) de la Orinoquia colombiana. COLOMBIA DIVERSIDAD BIÓTICA XIV: La región de la Orinoquia de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Colombia.
- Saunders, D., Hobbs, R.J., Margules, C.R. (1991). Biological consequences of ecosystem fragmentation: A Review. *Conservation biology*, 5(1), 18-32
- Schuster, J. (1978). Biogeographical and ecological limits of New World Passalidae. *The Coleopterists Bulletin*, 32(1), 21-28.
- Schuster, J. (1983). The Passalidae of the United States. *The Coleopterists Bulletin*, 37, 302-305.
- Schuster, J. (1992). Biotic areas and the distribution of Passalid beetles (Coleoptera) in Northern Central America: post-Pleistocene montanerefuges. pp. 285–292. En: S.P. Darwin y A. L. Welden. *Biogeography of Mesoamerica*. The Tinker Foundation: Tulane, LA.
- Schuster, J., Cano, E., Cardona, C. (2000). Un método sencillo para priorizar la conservación de los Bosques nubosos de Guatemala, usando Passalidae (Coleoptera) como organismos indicadores. *Acta Zoológica Mexicana (N.S)*, 80, 197-209.

- Schuster, J. (2002). Passalidae Leach 1815. Pp 12-14. En: R.H. Arnett Jr., M.C. Thomas, P.E. Skelly y J.H. Frank (eds). American beetles, vol 2: Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea. CRC Press, Boca Raton.
- Schuster, J., Cano, E. (2005). Clave para los géneros de los Passalidae americanos. [OnLine]. Consultado el 23 de Julio de 2015. Recuperado de: <http://www.bio-ica.info/biblioteca/Schuster2005PassalidaeClave.pdf>
- Smith, F. (1852). Nomenclature of coleopterous insects in the collection of the British Museum. Part IV. Passalidae. London.
- Trotta-Moreu, N., Lobo, J., Cabrero-Sañudo, F. (2008). Distribución conocida y potencial de las especies de Geotrupinae (Coleoptera: Scarabaeoidea) en México. *Acta Zoológica Mexicana* (N.S.), 24(2), 39-65.
- Wilson, O. (1971). *The insect societies*. Belknap press, Cambridge.

ANEXOS

Anexo 1. Recolecta de pasálidos en troncos. Fotografía propia.



Anexo 2. Ejemplar de pasálido en tronco en descomposición. Fotografía propia.



Anexo 3. Panorámica del sitio de muestreo (Montes de María). Fotografía propia.



Anexo 4. Identificación taxonómica de pasálidos en el laboratorio. Fotografía propia.