

COMUNIDAD DE CARÁBIDOS (COLEOPTERA: CARABIDAE) EN FRAGMENTOS
DE BOSQUE DE LA MEDIA Y BAJA BOTA CAUCANA



Erika Paola Sánchez Casamachin

Universidad del Cauca
Facultad De Ciencias Naturales, Exactas y de la Educación
Programa de Biología
Popayán
2019

COMUNIDAD DE CARÁBIDOS (COLEOPTERA: CARABIDAE) EN FRAGMENTOS
DE BOSQUE DE LA MEDIA Y BAJA BOTA, CAUCANA

Trabajo de grado para optar al título de Bióloga

Erika Paola Sánchez Casamachin

Directora

María Cristina Gallego Roperó, PhD

Universidad del Cauca

Facultad De Ciencias Naturales, Exactas y de la Educación

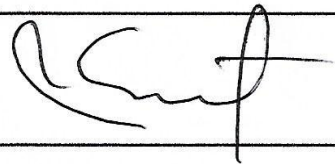
Programa de Biología

Popayán

2019

Nota de aceptación

Aprobado



María Cristina Gallego Roperero, PhD.
Directora



Anderson Arenas Clavijo, MSc.
Jurado



Karen Amparo Meneses Córdoba, Biol.
Jurado

Popayán, abril 24 de 2019

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	7
1. HISTORIA DEL GRUPO Y SEMILLERO DE INVESTIGACIÓN	7
2 JUSTIFICACIÓN	8
3 OBJETIVOS	9
3.1. OBJETIVO GENERAL	9
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
4.MARCO TEORICO Y ANTECEDENTES	10
4.1. MARCO TEORICO	10
4.1.1 Familia Carabidae (Coleoptera)	10
4.2. ANTECEDENTES	11
5. MARCO METODOLÓGICO	12
5.1. ÁREAS DE ESTUDIO	12
5.2. MÉTODOS DE MUESTREO	14
5.2.1 Sacos mini-Winkler	15
5.2.2. Trampas de caída o Pitfall	15
5.2.3 Colecta manual.	16
5.3. CONSERVACIÓN E IDENTIFICACIÓN DEL MATERIAL	16
5.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS	17
6. MARCO LEGAL	17
7. DIAGNÓSTICO	18
8. DESARROLLO DEL PLAN DE ACCIÓN	18
8.1. Trabajo de laboratorio	18
8.2. Resultados y Discusión del material colectado	20
9. CONCLUSIONES	31
10. RECOMENDACIONES	31
11. BIBLIOGRAFÍA	33
ANEXOS	38

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Localización del área de estudio municipio de Santa Rosa y Piamonte, “Bota Caucana” Diseño: E. Sánchez. Fuente: Google Maps 2014.	13
Figura 2. Esquema de ubicación los métodos de muestreo	14
Figura 3. Métodos de muestreo: cuadrante de hojarasca procesada en saco cernidor y saco mini-winkler.	15
Figura 4. Método Trampa de caída o Pitfall aplicada a los carábidos (Coleoptera: Carabidae) recolectados.	15
Figura 5. Riqueza de especies de carábidos recolectadas por género en la zona de estudio.	21
Figura 6. Número de morfoespecies compartidas y exclusivas en las zonas de muestreo	23
Figura 7. Imagen de los géneros de Carabidae Vereda Verdeyaco: A) <i>Apenes</i> B) <i>Diploharpus</i> C) <i>Paratachys</i> D) <i>Perigona</i> y E) <i>Dyscolus</i> .	23
Figura 8. Imagen de los géneros Carabidae Vereda Santa Marta: F) <i>Pentagonica</i> y géneros exclusivos G) <i>Blennidus</i> H) <i>Lebia</i> I) <i>Euphorticus</i>	25
Figura 9. Imagen de los géneros de Carabidae vereda El Rosal: J) <i>Selenophorus</i> K) <i>Pseudaptinus</i> L) <i>Amblygnathus</i> M) <i>Oxydrepanus</i> N) Clivina Ñ) Clivinini a	26
Figura 10. Curva de acumulación de especies para los municipios de Santa Rosa y Piamonte.	28
Figura 11. Análisis de similitud de Bray-Curtis entre las zonas de estudios: Vereda Verdeyaco (A), El Rosal (C), Vereda Santa Marta (B).	31

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Composición de Carabidos encontrados en las zonas de estudio distribuidos por género.	20
Tabla 2. Composición de Carabidos encontrados en cada localidad de la zona de estudio distribuidos por género y número de especies	22
Tabla 3. Estimadores de riqueza e índices calculados para los fragmentos de bosque.	29

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Sitios de muestreo	38
Anexo B. Certificado de asistencia al curso Biología, Taxonomía y Ecología de los Carabidae	¡Error! Marcador no definido.

AGRADECIMIENTOS

A Dios principalmente por brindarme la vida, salud y bienestar para culminar una meta más.

A la Universidad del Cauca por estos años de enseñanza y aprendizaje.

Al grupo de investigación de estudios ambientales y el grupo de investigación de diversidad funcional quienes me colaboraron para lograr el desarrollo de mi trabajo.

A mi directora de trabajo de grado María Cristina Gallego Roperero por su apoyo, paciencia, comprensión y confianza en todo este proceso de aprendizaje.

A mi familia como el pilar más importante con su apoyo incondicional en toda mi carrera.

A mis amigas Mayela quien siempre estuvo ahí para apoyarme y colaborarme en lo que estaba a su alcance, a Mayi y Daniela por su amistad incondicional.

A mis compañeros Farid, Sebastián, Laura, Ángela y también a todos aquellos que me brindaron apoyo y amistad.

A mis compañeros de Laboratorio Elver, Karen, Ginna, Diana y todas aquellas personas con las que compartí durante mi carrera.

INTRODUCCIÓN

Colombia ocupa el segundo lugar entre los 12 países con mayor diversidad biológica, conservando extensas superficies de bosque original libre de amenazas (Mittermeier y Goettsch, 1997; Bryant *et al.*, 1997), convirtiéndose en un lugar ideal para el reconocimiento, valoración y conservación de la biodiversidad (Pulido y Riveros, 2001; Yara, 2002; Vargas y Velandia, 2011).

El orden Coleoptera (Insecta) es uno de los más diversos del planeta, con alrededor de 392.415 especies descritas, agrupados en 165 familias, de las cuales se han reconocido en Latinoamérica 129 familias, 6.704 géneros y 72.479 especies (Zhang, 2013; Costa 2000), lo que corresponde al 40% del total de insectos, colonizando todos los ambientes excepto el mar abierto (Chapman, 2009).

Los coleópteros presentan características adecuadas para ser usados como indicadores biológicos de situaciones de alteración y fragmentación (Nichols, *et al.*, 2008), tienen alta riqueza y abundancia de especies (Favila, 2005), los carábidos pueden ser utilizados como indicadores ambientales o ecológicos, ya que han demostrado ser sensibles a los cambios ambientales producidos por la actividad antrópica (Kiovula, 2011), según Gerlach, *et al.* (2013) presentan una fuerte relación con la riqueza de especies total de un ecosistema y su presencia es de hábitats abiertos. Por lo anterior, esta pasantía se realizó con el interés de conocer la comunidad de carábidos (Coleoptera: Carabidae) que se encuentran en bosques naturales en la media y baja Bota Caucana entre los municipios de Santa Rosa y Piamonte del departamento del Cauca (Halffter y Edmonds, 1982; Hanski y Cambefort, 1991; Andresen, 2003; Koller, *et al.*, 2007), recolectados en los muestreos del proyecto Colombia-Bio.

1. HISTORIA DEL GRUPO Y SEMILLERO DE INVESTIGACIÓN

El Grupo de Estudios Ambientales (GEA) centra su labor en el conocimiento y gestión ambiental de los ecosistemas tropicales con especial referencia a los

sistemas andinos, estableciendo lazos con la comunidad académica y científica, proyectándose hacia los sectores sociales, estatales y privados relacionados con los recursos naturales. A partir de su experiencia, ha contribuido notablemente al fortalecimiento del programa de Biología de la Universidad del Cauca y brindando su proyección a nivel nacional e internacional a partir de los servicios y asesorías que brinda a Instituciones Nacionales y Regionales. En el desarrollo de sus líneas de investigación, el grupo ha formulado y ejecutado exitosamente proyectos direccionados a identificar y describir información de línea base, como insumo para el posterior desarrollo de propuestas de investigación. El grupo siempre ha contado con el apoyo de estudiantes interesados en los procesos de investigación que se han adelantado, y a partir del año 2015 se registró oficialmente en la vicerrectoría de Investigaciones en semillero en Diversidad Funcional y Servicios Ecosistémicos, coordinado por la profesora María Cristina Gallego Roper. Desde el semillero se han formulado proyectos, participado en eventos con ponencias, y organizado cursos, simposios, talleres que han permitido fortalecer y cualificar a todos sus integrantes.

2 JUSTIFICACIÓN

El programa de estudios en Biología tiene como objetivo “Afianzar el conocimiento de los organismos vivos teniendo en cuenta los niveles de organización y origen, evolución, composición, estructura, función, diversidad, comportamiento y sus interrelaciones entre ellos y el entorno”. Este objetivo se logra a partir de la integración de las distintas ramas de las ciencias exactas, naturales y sociales que involucran el conocimiento y manejo en conjunto de leyes y teorías que se han dinamizado conjuntamente durante el desarrollo del pensamiento” (UNICAUCA, 2018). La importancia de la participación como pasante dentro del proyecto “Comunidades de insectos y caracterización molecular en áreas pocas exploradas de las subzonas hidrográficas Alto Patía, Guachicono, Medio y Alto Caquetá. Departamento del Cauca”, en el marco del Programa Colombia-Bio, Convocatoria 763 de 2016 Colciencias: Convocatoria para proyectos en Ciencia,

Tecnología e Innovación en Biodiversidad, proyecto que viene siendo ejecutado por la Universidad del Cauca, permitió realizar actividades del ejercicio de la profesión del biólogo, como el procesamiento de material de campo, limpieza e identificación taxonómica del material biológico, en este caso, los carábidos (Coleoptera: Carabidae) considerado un grupo importante como indicador del estado Ambiental.

La familia Carabidae está integrada en Colombia por 690 especies de 150 géneros (Martínez, 2005; Erwin, 2011; Erwin y Zamorano, 2014), siendo especímenes que aportan en gran medida a la diversidad, dada su importancia en el control natural de plagas y su respuesta como bioindicadores (Arenas y Armbrecht, 2015). Sin embargo, la falta de investigaciones taxonómicas en este grupo a nivel nacional, y particularmente en la zona de la media y baja de la Bota Caucana, han dificultado su identificación y conocimiento, siendo que es considerada un área de significativa importancia para el país por su diversidad y endemismos (Halffter y Favila, 1993). En este contexto, reconocer la comunidad de carábidos habitantes de la fauna edáfica de los bosques naturales de la zona de estudio, permitirá aproximarse al conocimiento de la diversidad del departamento y perfilar al grupo como una herramienta para la formulación y evaluación de planes de manejo.

3 OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la composición de la familia Carabidae (Coleoptera: Adephaga) en fragmentos de bosque natural en la Baja y Media Bota Caucana.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Recibir capacitación para colecta e identificación taxonómica de Carábidos.
- Organizar la colección de Carábidos de las áreas de estudio.

Evaluar las diferencias de abundancia, riqueza y composición de la comunidad de carábidos en la zona de estudio.

4.MARCO TEORICO Y ANTECEDENTES

4.1. MARCO TEORICO

4.1.1 Familia Carabidae (Coleoptera). Los Carábidos han sido estudiados por su gran diversidad, historia evolutiva, comportamiento, y características ecológicas (Erwin, *et al.*, 1979). Son altamente sensibles a los factores bióticos y abióticos, se adaptan a los cambios del hábitat, son fáciles de coleccionar, y tienen una biología y ecología bien estudiada (Kromp, 1999; Pearsall, 2007; Koivula, 2011). Forman parte del clado Adephaga, la mayoría son depredadores y juegan un papel importante en las comunidades de invertebrados, tienen hábitos nocturnos y poseen diversidad de formas y tamaños; Carabidae corresponde a uno de los grupos de Coleópteros de mayor importancia, porque aportan información ecológica sustancial acerca del funcionamiento de la comunidad ecosistémica (Matalin y Makarov, 2011) y para la gestión y uso de los ecosistemas de los paisajes forestales (Taboada, 2007).

A lo largo de su evolución han logrado importantes adaptaciones fisiológicas, morfológicas y comportamentales, que les ha permitido distribuirse en la mayoría de los pisos térmicos (Moret, 2003; Erwin, 2011), con alta frecuencia y abundancia en los ecosistemas neotropicales menos en los desiertos, donde solo se limitan a los arroyos y oasis (Erwin, 1985), en Colombia la familia está representada por 690 especies de 150 géneros (Martínez, 2005; Erwin, 2011; Zamora, 2007).

Los carábidos han logrado adaptarse a su hábitat, modificando sus capacidades para correr, excavar o nadar; la captación de la presencia de algas y la percepción de sustancias volátiles para la elección de hábitats favorables (Moret, 2003). Los factores que afectan su óptimo desarrollo son: la disponibilidad de alimento, la presencia de competidores, la temperatura, la cobertura de hojarasca, la intensidad lumínica y la humedad, este último es un factor limitante para su supervivencia (Lovei y Sunderland, 1996; Antvogel y Bonn, 2001; Erwin, 1985). Los Carabidae se dividen principalmente en tres grupos ecológicos: a. Higrófilos (que viven cerca a estanques o a pequeños flujos de agua); b. Geófilos (viven en el suelo) y, c. Arborícolas (que viven en los pequeños troncos o árboles) (Thiele, 1977).

Por otro lado, los carábidos cumplen diferentes acciones en la composición del suelo, la aireación, degradación de la materia orgánica, y la infiltración del agua por lo que se constituyen en un componente básico dentro de los ecosistemas (Pearce y Venier, 2006). Este grupo ha sido propuesto como bioindicador de cambios ambientales (Rainio y Niemelä, 2003; Kotze, *et al.*, 2003) y como indicadores de áreas prioritarias de conservación, convirtiéndose en componentes importantes del funcionamiento de los ecosistemas (Hortal, 2004).

- **Indicadores ambientales:** este tipo de indicador se basa en la presencia de ciertas especies que permiten inferir cambios en las condiciones abióticas (temperatura, humedad, condiciones edáficas, entre otras) del medio. Entre ellas se encuentran aquellas asociadas a los cambios en el ambiente, ya sean de origen natural, antrópico y otras condiciones particulares. (McGeoch, 1998; Pearce y Venier, 2006; Pearsall, 2007).
- **Indicadores ecológicos:** estas especies señalan cambios en las funciones del sistema, en los aspectos de productividad, regulación biótica, reciclado de nutrientes, los cuales no son medibles de forma directa, dificultando en parte el reconocimiento de este componente esencial en las funciones ecológicas de los ecosistemas (McGeoch, 1998; Pearce y Venier, 2006; Pearsall, 2007).

4.2. ANTECEDENTES

El estudio de los carábidos (Coleoptera: Carabidae) en Colombia ha mostrado un positivo avance durante los últimos años, se conocen algunos datos ecológicos puntuales sobre los géneros, especies, números de individuos y algunas observaciones respecto a los hábitats donde se recolecta.

En la Sierra Nevada de Santa Marta, Camero (2003), estudio la fauna de carábidos en un transecto altitudinal entre los 700 y 2620 msnm, registrando 17 especies de once géneros y seis tribus, el 97% de Carábidos recolectados en la zona pertenecen en su mayoría a la parte alta donde se encuentra bosque con poca actividad antrópica, mientras que las partes bajas donde se ubicaban cafetales se registró 3%, limitándose a tres especies *Paratachys* sp., *Glyptolenus chalybeus* y *Notiobia* sp., para las plantaciones de Pino no se recolectó ningún espécimen.

En el país se presentan registros de las regiones naturales Pacífica (Valle del Cauca y Chocó), Andina (Valle del Cauca, Risaralda, Huila y Cauca), Amazonia, Orinoquía y, en menor proporción, de la región Caribe. En general se han reconocido especímenes de 44 municipios y 14 departamentos (Arenas y Posso, 2015; Martínez, 2005; Vitolo, 2004).

Uribe y Vallejo (2013) estudiaron la diversidad de la familia Carabidae y Scarabaeidae, y los evaluaron como indicadores de la calidad del bosque seco tropical con transición a húmedo en el Magdalena medio. Reportaron que Carabidae estuvo representado por 10 géneros agrupados en ocho tribus y la familia Scarabaeidae con la subfamilia Scarabaeinae con cinco géneros en dos tribus.

En el departamento del Cauca se tiene la investigación realizada en el Parque Nacional Natural Gorgona (Arenas y González, 2018), con la que se tuvo el primer conocimiento de los carábidos de la isla, estudiando material recolectado en expediciones anteriores, recopilaron datos de nueve subfamilias, 14 tribus y 27 géneros, siendo los géneros con más riqueza: *Agra* y *Pachyteles*, con 3 especies cada uno.

En Colombia actualmente se han reconocido 678 especies, pese a ello existe grandes vacíos a nivel taxonómico en el conocimiento de los carábidos (Martínez, 2005), por lo que esta investigación hace una contribución de los carábidos en fragmentos de bosques natural en la media y baja Bota Caucana, considerado un “*punto caliente*” de la diversidad.

5. MARCO METODOLÓGICO

5.1. ÁREAS DE ESTUDIO

El área de estudio está ubicada media y baja Bota Caucana comprendida entre los municipios de la zona suroriental de Santa Rosa y Piamonte del departamento del Cauca (Figura 1).

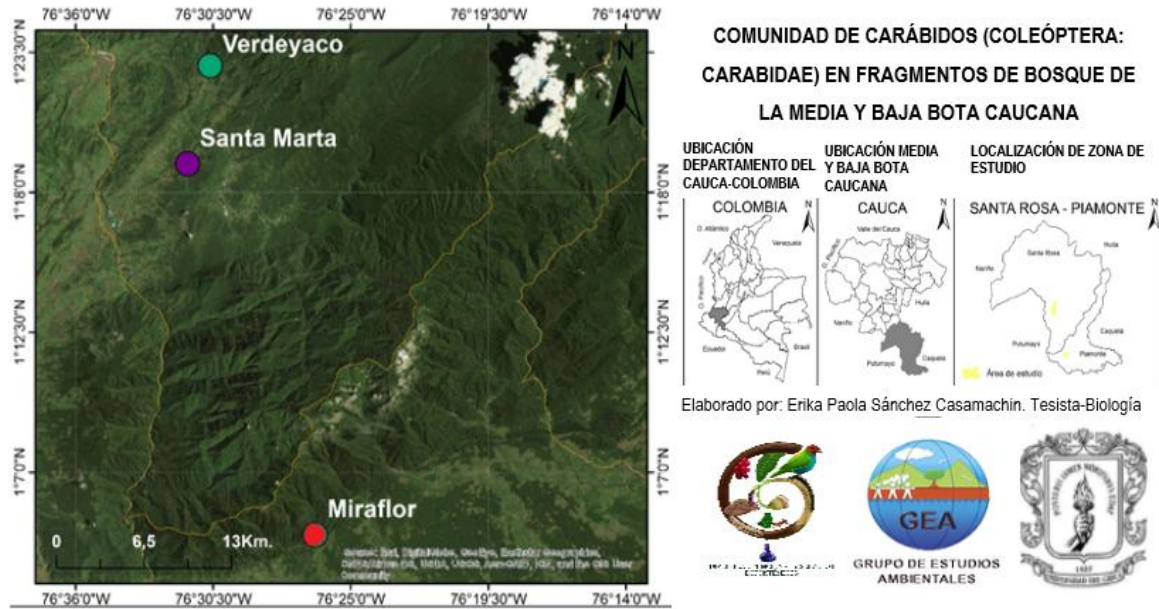


Figura 1. Localización del área de estudio municipio de Santa Rosa y Piamonte, “Bota Caucana” Diseño: E. Sánchez. Fuente: Google Maps 2014.

La zona media de la “Bota Caucana” está ubicada en el municipio de Santa Rosa, limita al norte con la Serranía de la Tuna y la Concepción por el sur; la cual se desprende de la Cordillera Oriental. En su parte central se encuentra la serranía de los Churumbelos, en la parte inicial de la Cordillera Oriental donde va el recorrido paralelo hacia las otras dos Serranías en dirección sudoeste (Chilito, 2001), con una extensión de 4.479 km², además de encontrarse a ambos lados del río Caquetá en el sector noreste de la cuenca, con alturas que superan los 3000 msnm, litológicamente conformados por materiales volcánicos, relieves abruptos, cornisas, escarpes y laderas muy empinadas. Los procesos actuales dominantes son los desprendimientos y localmente los deslizamientos. En esta zona se encuentran el corregimiento de Santa Marta y las veredas Verdeyaco y Santa Marta donde se realizaron las respectivas recolectas.

Esta zona se caracteriza por sus diferentes aspectos climáticos, que van de acuerdo con los pisos altitudinales, siendo un gradiente de tipo vertical. La parte alta presenta un clima característico de la región Andina, debido a que el 39,88% del área se encuentra en clima frío, un 33,72% en clima templado y el 22,99% en clima

páramo, es decir tiene todos los climas en varios grados de humedad, con temperatura promedio entre 21.5° y 26°C, precipitaciones durante el año pueden ir de 3000 a 4500 mm.

En relación a la zona baja de la “Bota Caucana” se tuvo en cuenta la zona correspondiente al corregimiento de Miraflores, vereda El Rosal, municipio de Piamonte, en las últimas estribaciones de la cordillera en el descenso hacia la Llanura Amazónica, posee un clima tropical húmedo, consecuencia de su condición selvática, caracterizado por una época de abundante precipitación. Esta zona sobresale por policultivos y un relieve de pendientes onduladas y ligeras (Alcaldía Municipal de Santa Rosa, 2014).

Esta zona posee importantes áreas con cobertura boscosa, recursos faunísticos con gran diversidad biológica que lo hacen un lugar estratégico para la conservación. Del mismo modo tiene importantes fuentes de agua entre las cuales se destacan las cuencas de los ríos Caquetá y Fragua, las subcuencas del Tambor, Inchiyaco, Guayuyaco, Congor y sus microcuencas (Alcaldía Municipal de Santa Rosa, 2014).

5.2. MÉTODOS DE MUESTREO

En cada uno de los bosques seleccionados, se trazaron dos transectos de 120 metros a partir de un punto elegido al azar, donde se ubicaron 12 estaciones equidistantes cada 10 metros. Los transectos estaban separados entre sí por 250 metros y a 50 metros del borde. En cada estación de muestreo se instaló una trampa pitfall, se marcó un cuadrante de 1m² para recoger hojarasca, y se realizó colecta manual (Figura 2).



Figura 2. Esquema de ubicación los métodos de muestreo

5.2.1 Sacos mini-Winkler. Consistió en demarcar sobre el suelo 1 m² de hojarasca y pasarla por un saco cernidor para posteriormente procesar las muestras del cernido en sacos mini-Winkler por 48 horas (Figura 3), gracias al efecto de gravedad los carábidos caen a un recipiente con alcohol y luego se almacenan en viales debidamente rotulados con toda la información del muestreo. Las muestras se preservaron en alcohol al 96%, para futuros análisis moleculares.



Figura 3. Métodos de muestreo: cuadrante de hojarasca procesada en saco cernidor y saco mini-winkler.

5.2.2. Trampas de caída o Pitfall. Este método consistió en un vaso plástico de 6 cm de diámetro por 6 cm de profundidad, enterrado a ras del suelo, con agua jabonosa en su interior para romper la tensión superficial.



Figura 4. Método Trampa de caída o Pitfall aplicada a los carábidos (Coleoptera: Carabidae) recolectados.

Las trampas fueron camufladas con material vegetal (Figura 3) y dejadas en el campo por espacio de 24 horas. El material recolectado se guardó en viales debidamente etiquetados con alcohol al 80%.

5.2.3 Colecta manual. En cada estación se realizó colecta manual a cargo de 6 integrantes del grupo de investigación durante 15 minutos, buscando minuciosamente en todos los sustratos accesibles hojarasca, epífitas, vegetación de sotobosque, troncos en descomposición, ramitas huecas o secas y árboles en pie. Todo el material obtenido en el campo, se llevó al laboratorio de zoología de la Universidad del Cauca donde fue separado por selección visual con ayuda de estereoscopio. El material colectado se guardó en viales debidamente rotulados con toda la información del muestreo y se preservaron en alcohol al 96%, para futuros análisis moleculares.

Las muestras revisadas para esta pasantía hacen parte del proyecto “Comunidades de insectos y caracterización molecular en áreas pocos exploradas de las subzonas hidrográficas Alto Patía, Guachicono, Medio y Alto Caquetá. Departamento del Cauca”, en el marco del Programa Colombia-BIO, Convocatoria 763 de 2016 Colciencias.

5.3. CONSERVACIÓN E IDENTIFICACIÓN DEL MATERIAL

Una vez las muestras fueron recolectadas por los investigadores del proyecto, se procesaron en el laboratorio de Zoología de la Universidad del Cauca. El procedimiento consistió en limpiar, separar, montar, identificar y etiquetar de acuerdo con las normas de colecciones biológicas para cada individuo que establece el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Decreto 1375, 2013), de igual manera, para la identificación taxonómica se usaron las claves taxonómicas para géneros y especies de Erwin (1991b) y Martínez, (2005); y se confirmó la información con el Magister Anderson Arenas Clavijo, especialista en la familia Carabidae de la Universidad del Valle.

5.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Para cada sitio de muestreo se evaluó la diversidad Alfa, Beta, y se calcularon Índice de Shannon Weaver, Dominancia de Simpson, Riqueza verdadera de Jost, Índice de similitud de Bray-Curtis. Para los análisis estadísticos se utilizó el programa EstimateS versión 9.1.0 y el programa Past versión 3.10.

6. MARCO LEGAL

A nivel nacional se han promulgado diferentes decretos sobre la protección a la diversidad del país. Así por ejemplo, el Ministerio de Medio Ambiente promulgó el Decreto 309 de 2000 en el que se reglamenta la investigación científica de igual manera se han expedido los siguientes decretos:

Decreto 309 de 2000: otorga el permiso a la realización de estudios de investigación científica para las personas jurídicas o naturales que puedan adelantar proyectos de diversidad biológica, que involucre actividades de colecta, recolecta y manipulación del recurso biológico y la obligatoriedad de registrar las colecciones biológicas de acuerdo al procedimiento que establece el Ministerio del Medio Ambiente ante el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Decreto 1375 de 2013: por medio del cual se le otorga a la autoridad ambiental el permiso para la recolección de especímenes silvestres de diversidad biológica con fines investigativos en el que incluye las Instituciones de Educativas Superior aprobadas por el Ministerio de Educación Nacional, dentro de sus programas académicos.

Decreto 3016 de 2013: señala la obligatoriedad del Estado y de las personas a proteger las riquezas culturales y naturales de la nación, extendiendo permisos a todas las personas que pretendan realizar actividades de recolección de especies de diversidad biológica en el marco de la elaboración de uno o varios estudios ambientales.

7. DIAGNÓSTICO

Los municipios de Santa Rosa y Piamonte del departamento del Cauca conocidos como media y baja Bota, Caucana, nombre que optan por su ubicación y forma de su territorio, ubicados al sur, son lugares que cuentan con una gran riqueza de recursos naturales de los cuales se conoce muy poco, puesto que son áreas poco exploradas no solo a nivel departamental sino nacional, donde se ha visto la necesidad de llegar para conocer y ampliar el conocimiento acerca de la diversidad con la que cuentan.

Para el desarrollo de la pasantía, se contó con el apoyo del grupo de Estudios Ambientales (GEA) y el Semillero de Investigación en Diversidad Funcional y Servicios Ecosistémicos de la Universidad del Cauca, quien dirige y ejecuta el proyecto titulado “Comunidades de insectos y caracterización molecular en áreas pocos exploradas de las subzonas hidrográficas Alto Patía, Guachicono, Medio y Alto Caquetá, departamento del Cauca” para poder desarrollar la propuesta de pasantía titulada “Comunidad de carábidos (Coleoptera: Carabidae) en fragmentos de bosque de la media y baja Bota Caucana”, obteniendo información de gran importancia para el conocimiento de la biodiversidad con la que cuentan los municipios de Santa Rosa y Piamonte, departamento del Cauca.

8. DESARROLLO DEL PLAN DE ACCIÓN

Para darle cumplimiento a los objetivos propuestos se desarrollaron las siguientes estrategias y actividades.

8.1. Trabajo de laboratorio

- **Reconocimiento de equipos y materiales.** Identificación de los materiales y equipos de laboratorio, para su manejo y uso.
- **Jornada de Laboratorio.** Tuvo una duración de 5 a 6 horas diarias, en donde las muestras eran recibidas para realizar la limpieza, selección por morfo tipos, montaje e identificación taxonómica.

- **Limpieza.** De las muestras de campo se extrajo arena, hojarasca, tierra, entre otros materiales. Además, en las trampas caen otros artrópodos, los cuales fueron separados en frascos de vidrio con alcohol al 90%.
- **Morfotipaje.** La separación se realizó por morfo tipos con ayuda del estereoscopio, organizando la colección de referencia en alcohol al 70%.
- **Montaje.** Los carábidos fueron montados en alfileres entomológicos siguiendo los protocolos.
- **Elaboración de etiquetas.** Cada individuo fue etiquetado con los datos básicos de recolecta de campo (lugar de colecta, coordenadas, método de colecta, fecha, identificación del punto de muestreo, nombre de la persona quien colectó).
- **Identificación de los carábidos (Coleoptera: Carabidae):** Para la identificación se tuvo en cuenta los aportes de Martínez (2005) combinados con las propuestas de Erwin (1991b), que incluye las categorías familia, subfamilia y tribu asignadas a Geadephaga de Suramérica (Trachypachidae y Carabidae), actualizada y modificada por Ball (2001). Estas claves se adaptaron para los géneros tratados en cada tribu y especies de Carabidae en Colombia obteniendo la identificación taxonómica y el porcentaje de existencia de cada una de las subfamilias, géneros y especies de los fragmentos de bosque de la media y baja “Bota Caucana”, entre los municipios de la zona suroriental de Santa Rosa y Piamonte del departamento del Cauca, veredas Santa Marta, Verdeyaco y Vereda el Rosal respectivamente.

Dentro de las actividades desarrolladas por el Semillero de Investigación en Diversidad Funcional y Servicios Ecosistémicos del Grupo de Investigación GEA, se desarrolló el curso sobre Biología, Ecología y Taxonomía de carábidos orientado por el Magíster Anderson Arenas Clavijo de la Universidad del Valle. En el curso se realizó un entrenamiento sobre caracteres morfológicos diagnósticos para identificar los especímenes y se confirmaron las identificaciones realizadas.

8.2. Resultados y Discusión del material colectado

En total se revisaron 348 muestras, de las cuales 43 individuos corresponden a la familia Carabidae, identificándose tres subfamilias, 15 géneros y 33 especies, siendo la subfamilia Harpalinae la que obtuvo la mayor cantidad de individuos recolectadas (36) seguido de Scaritinae con cuatro, Psydrinae con tres (Tabla 1).

Los carábidos son insectos muy abundantes en ecosistemas húmedos lo que ha favorecido la diversidad en la media y baja Bota Caucaña, ya que son zonas con una humedad relativa superior al 80% y con un clima Cálido húmedo-templado húmedo favoreciendo su presencia, teniendo en cuenta que la diversidad de los carábidos disminuye en ambientes templados áridos (Erwin, 1985).

Tabla 1. Composición de carábidos encontrados en las zonas de estudio distribuidos por género.

Subfamilia	Tribu	Género	No. Individuos	%
Harpalinae	Lebiini	<i>Apenes</i>	7	16,28
	Harpalini	<i>Amblygnathus</i>	2	4,65
	Pterostichini	<i>Blennidus</i>	1	2,33
	Platynini	<i>Dyscolus</i>	2	4,65
	Lachnophorini	<i>Euphorticus</i>	1	2,33
	Lebiini	<i>Lebia</i>	2	4,66
	Perigonini	<i>Perigona</i>	5	11,63
	Perigonini	<i>Diploharpus</i>	5	11,63
	Pentagonicini	<i>Pentagonica</i>	4	9,3
	Zuphiini	<i>Pseudaptinus</i>	2	4,65
	Harpalini	<i>Selenophorus</i>	5	11,63
Scaritinae	Clivinini	Clivinini a	1	2,33
	Clivinini	<i>Clivina</i>	1	2,33
	Clivinini	<i>Oxydrepanus</i>	2	4,65
Psydrinae	Bembidiini	<i>Paratachys</i>	3	6,98
Total	10 Tribus, 15 Géneros, 33 especies		43	100%

Es importante señalar que el género *Apenes* (Harpalinae) fue el más común con siete especies, representando el 16,28%, le siguen *Perigona*, *Diploharpus* y

Selenophorus con cinco cada uno (11.63%) y los menos frecuentes fueron *Blennidus*, *Euphorticus*, *Clivina* y la tribu Clivinini con una morfoespecie (Tabla 1, Figura 5).

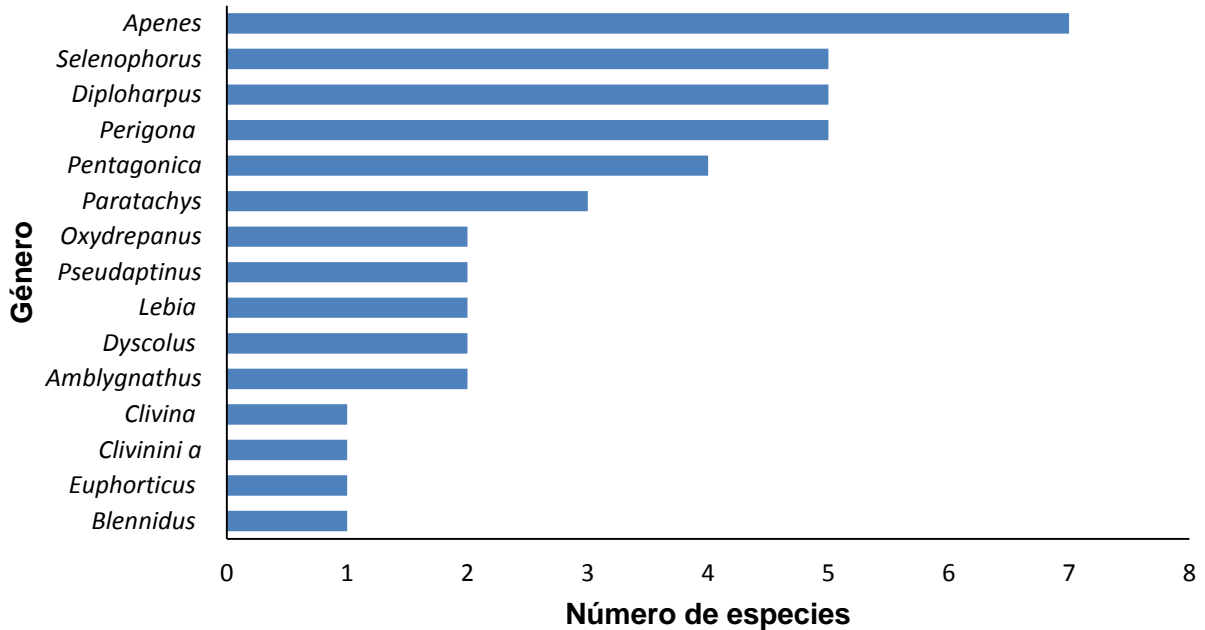


Figura 5. Riqueza de especies de carábidos recolectadas por género en la zona de estudio.

De acuerdo con las especies recolectadas por zonas de estudio, en la vereda El Rosal se encontraron la mayor cantidad de especies de Carabidae, con tres subfamilias de 12 géneros y 19 morfoespecies (10 exclusivas), que corresponden al 44.18% de las especies del estudio, (Figura 6). La subfamilia Harpalinae fue la más diversa, el género *Selenophorus* fue predominante. y las subfamilias menos frecuentes fueron Scaratinae y Psydrinae.

En la vereda Verdeyaco se recolectaron dos subfamilias distribuidas en ocho géneros, siete de ellos pertenecen a la subfamilia Harpalinae y uno a la subfamilia Psydrinae para un total de 17 especies, correspondientes al 39,53%, de estas 9 fueron especies exclusivas (Figura 6). Sobresalen los géneros *Apenes* y *Diploharpus*.

En la vereda Santa Marta sólo se registró la subfamilia Harpalinae con seis géneros y siete especies que representan el 16.27% del total, siendo cuatro

exclusivas (Figura 6). Los géneros fueron *Apenes*, *Blennidus*, *Euphorticus*, *Lebia*, *Perigona* y *Pentagonica* (Tabla 2)

Tabla 2. Composición de Carábidos encontrados en cada localidad de la zona de estudio distribuidos por género y número de especies

Subfamilia	Género	El Rosal	Verdeyaco	Santa Marta
Harpalinae	<i>Apenes</i>	2	4	1
	<i>Amblygnathus</i>	2	0	0
	<i>Blennidus</i>	0	0	1
	<i>Dyscolus</i>	0	2	0
	<i>Euphorticus</i>	0	0	1
	<i>Lebia</i>	1	0	1
	<i>Perigona</i>	2	2	1
	<i>Diploharpus</i>	1	4	0
	<i>Pentagonica</i>	1	1	2
	<i>Pseudaptinus</i>	1	1	0
Scaratinae	<i>Selenophorus</i>	4	1	0
	Clivinini a	1	0	0
	<i>Clivina</i>	1	0	0
Psydrinae	<i>Oxydrepanus</i>	2	0	0
	<i>Paratachys</i>	1	2	0
Total		19	17	7

En relación a los géneros de Carabidae que se registraron en común en la media y baja “Bota Caucana”, específicamente en las zonas de estudio: veredas El Rosal, Verdeyaco y Santa Marta, fueron tres *Apenes*, *Perigona* y *Pentagonica*, de la subfamilia Harpalinae, para la vereda el Rosal y Verdeyaco los géneros *Diploharpus*, *Pseudaptinus*, *Selenophorus* de la subfamilia Harpalinae y *Paratachys* de la subfamilia Psydrinae. A nivel de morfoespecie no se compartió ninguna entre las tres localidades, pero si entre Verdeyaco y Santa Marta, Verdeyaco y El Rosal, y El Rosal y Santa Marta (Figura 6).

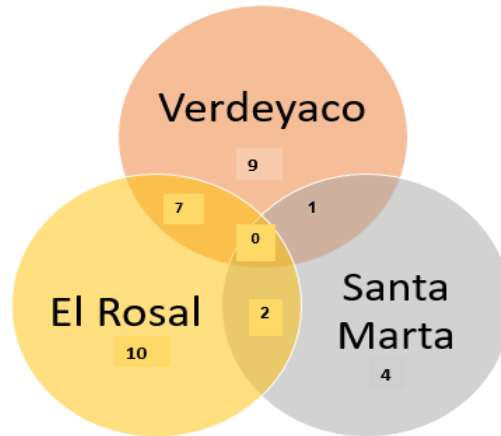


Figura 6. Número de morfoespecies compartidas y exclusivas en las zonas de muestreo

Corregimiento de Santa Marta, vereda Verdeyaco, municipio de Santa Rosa Se recolectaron dos subfamilias distribuidas en ocho géneros, siete de ellos pertenecen a la subfamilia Harpalinae y uno a la subfamilia Psydrinae con un total de 17 especies de Carábidos, sobresalieron los siguientes géneros: *Apenes*, *Diploharpus*, *Dyscolus* y *Perigona*. *Dyscolus* fue un género exclusivo para esta localidad (Figura 7).

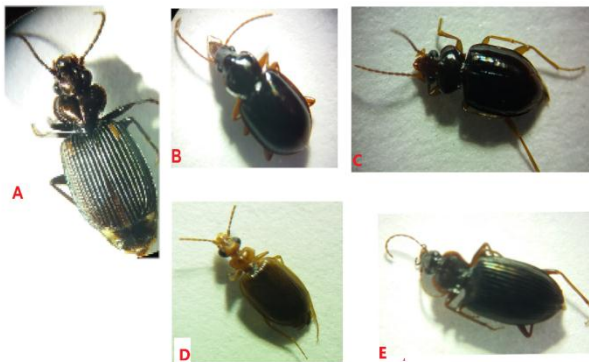


Figura 7. Imagen de los géneros de Carabidae Vereda Verdeyaco: A) *Apenes* B) *Diploharpus* C) *Paratachys* D) *Perigona* y E) *Dyscolus*.

- *Apenes*. Es un grupo geófilo que se encuentra en zonas secas, siendo considerado depredador de otros artrópodos, pertenece al gremio de los habitantes de frutos de higo caídos (Moraceae), vive en tierras bajas a medias, en hojarascas y

algunas de sus especies en el interior de bosques (Erwin *et al.*, 2012). Tienen vuelo nocturno. En América hay 76 especies registradas (con 11 subespecies) y ocho para Colombia (Martínez, 2005).

- *Diploharpus*. Es arborícola, vive en zonas de altitudes bajas, está asociado con madera en descomposición, a troncos cerca del exudado de savia, se conocen nueve especies en América y cuatro para Colombia aún sin determinar (Erwin, 1991a; Martínez, 2005).
- *Paratachys*. Se encuentran en todos los micro-hábitats del suelo. La forma de sus mandíbulas permite sugerir que son depredadores de otros artrópodos y se presume que se alimentan de huevos de otros artrópodos (Erwin, 1991a). Varios individuos de esta tribu, tienden a escapar cuando son expuestos a la luz del día (Arenas y Posso, 2015).
- *Perigona*. De acuerdo con el reconocimiento elaborado por Reichardt (1977) es un género de tipo arborícola, propio de tierras bajas, viven debajo de la corteza de árboles caídos y de troncos en descomposición, en los bosques húmedos tropicales. Seguramente es depredador, de hábito nocturno, en América existen 15 especies, una en Colombia. Se distribuyen en Boyacá (Villa de Leyva), Chocó (Rio sucio), Nariño (Jardines de Sucumbíos) y Putumayo (Mocoa).
- *Dyscolus* género registrado solo en la vereda Verdeyaco el cual se caracteriza por agrupa a especies geófilas, viven de tierras bajas a altas, incluyendo el Páramo, para Colombia fue registrado cerca a una altitud de 3220 msnm cerca a Bogotá se encontró asociado a plantas de frailejón *Espeletia grandiflora* (Sturm y Rangel, 1985; Sturm, 1999). Género arbóreo y de hábitos nocturnos, posiblemente depredador. Se conocen 482 especies en América (con cinco subespecies) y 77 en Colombia (Martínez, 2005).

Vereda Santa Marta municipio de Santa Rosa. De la subfamilia Harpalinae se registraron seis géneros y siete especies de carábidos en total. Los más representativos fueron: *Blennidus*, *Lebia*, *Euphorticus* (Figura 8).

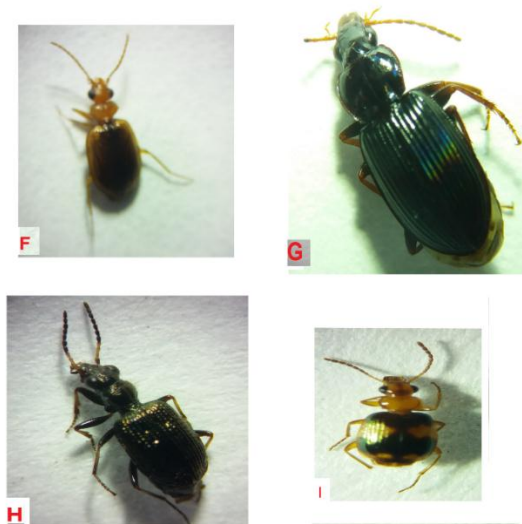


Figura 8. Imagen de los géneros Carabidae Vereda Santa Marta: F) *Pentagonica* y géneros exclusivos G) *Blennidus* H) *Lebia* I) *Euphorticus*

En la vereda Santa Marta sobresale el género *Pentagonica* reportado para las tres zonas de muestreo pero que registra dos especies para esta zona de muestreo.

- *Pentagonica*. Género que agrupa especies arbóreas y es propio de tierras bajas, vive en bosques tropicales probablemente deciduos como también húmedos, los adultos son voladores ágiles y corredores rápidos. Seguramente es depredador (Erwin, 1991a; Martínez, 2005). En América se han registrado 20 especies (con dos subespecies), Colombia tiene ocho (Martínez, 2005).

En esta zona de muestreo se pueden registrar tres géneros exclusivos cada uno con una sola especie.

- *Blennidus*. Ampliamente distribuido en los Andes, desde el norte de Colombia hasta Chile, y en las regiones subáridas o templadas de la costa pacífica (Moret, 1995a), agrupa especies geófilas de tipo mesófilo, pero se encuentra desde el nivel del mar hasta los 4000 msnm. Sus especies posiblemente son nocturnas y depredadoras. Tiene 118 especies en América (11 subespecies) y 15 en Colombia (Martínez, 2005).

- *Euphorticus*. Geófilo de tipo hidrófilo, vive en tierras bajas, zonas abiertas en el suelo y lugares como bosques tropicales y templados, húmedos y secos, hasta el páramo en gran variedad de tipos de suelo. Sus miembros son depredadores, probablemente cazadores visuales de pequeños artrópodos; sus movimientos imitan a las hormigas. Tiene cuatro especies en América, dos en Colombia (Moret, 2003)
- *Lebia*. Distribución mundial y varios centenares de especies en los trópicos (Moret, 2003) arbóreo o geófilo de tipo xerófilo. Tiene un rango altitudinal amplio desde el nivel del mar hasta los 4000 msnm, aproximadamente. Vive en áreas abiertas en el suelo, en la copa de los árboles de bosques tropicales y templados, húmedos y secos, hasta el páramo. Los adultos de muchas especies vuelan en la noche. Se conocen 366 especies en América, 38 en Colombia. Los géneros registrados para esta zona son propios de altitudes bajas de tipo geófilo (Martínez, 2005).

Corregimiento de Miraflores, vereda El Rosal municipio de Piamonte. La subfamilia Harpalinae registró seis géneros y siete especies de carábidos. Los géneros más representativos fueron: a) *Selenophorus* b) *Pseudaptinus*, c) *Amblygnathus* d) *Oxydrepanus*, e) *Clivina* f) Tribu Clivinini a (Figura 9).



Figura 9. Imagen de los géneros de Carabidae vereda El Rosal: J) *Selenophorus* K) *Pseudaptinus* L) *Amblygnathus* M) *Oxydrepanus* N) *Clivina* Ñ) *Clivinini a*

En la vereda El Rosal se reportaron dos géneros compartidos con la vereda Verdeyaco: *Selenophorus* con una especie de cuatro registradas para la zona y *Pseudaptinus* con una especie.

- *Selenophorus* (subfamilia Harpalinae), el más representativo. Se caracteriza por ser un género geófilo de tipo xerófilo. Vive en tierras bajas, en lugares arenosos distantes del agua en bosques secos tropicales, con vuelo nocturno y su estilo de vida es desconocido (Erwin, 1991; Martínez, 2005).
- *Pseudaptinus* género de la subfamilia Harpalinae agrupa especies geófilas del tipo mesófilo. Propio de tierras bajas, vive en la hojarasca de bosques tropicales húmedos y deciduos. Tiene vuelo nocturno y probablemente es depredador. Hay 41 especies en América (con dos subespecies) una conocida en Colombia (Martínez, 2005)

Para la zona se registraron cuatro géneros exclusivos *Amblygnathus* y *Oxydrepanus* con dos morfoespecies, *Clivina* y la tribu Clivinini cada uno con una morfoespecie.

- *Amblygnathus*. Geófilo, de tipo hidrófilo a mesófilo. vive en zonas de baja altura a media, en la hojarasca cerca a la orilla soleada de pantanos. Especies nocturnas, probablemente granívoras, comen semillas de varios tipos de plantas. Tienen vuelo nocturno. Se conocen 25 especies en América, dos en Colombia (Martínez, 2005).
- *Oxydrepanus*. Género del cual se conocen 15 especies en América, distribuido a nivel mundial el Neártica y neotropical, los países de América donde se encuentra más frecuentes son: las Antillas, Costa Rica, Guatemala, México, Panamá, Surinam y Colombia predominando en Guaviare (RN Nukak Maku) y en el Putumayo (PNN La Paya).
- *Clivina*. Para el cual se registran los subgéneros Clivina, Paraclivina y Semiclivina, el primero de ellos para Colombia. Se conocen 99 especies en América, 14 en Colombia. Clivinina: La Subtribu Clivinina agrupa cinco géneros. Estos individuos se reconocen fácilmente por la forma alargada de su cuerpo, tamaño pequeño de menos de cuatro mm. coloración marrón-rojiza y la fuerte constricción que separa el tórax del abdomen. Prefieren los sitios con alta humedad como los

bordes de ríos y quebradas y el material de hojarasca. Esta especie se encuentra distribuida en 389 especies y más de 100 en el hemisferio occidental (Arnett y Thomas, 2001).

Eficiencia de muestreo y curvas de acumulación de especies. De acuerdo con los estimadores de riqueza Chao2 y Jack1, se realizó la curva de acumulación de especies (Figura 10); los estimadores mostraron que el número de especies aumenta directamente con respecto al número de muestras, siendo el número de especies observadas inferior a las esperadas, por lo que la eficiencia de muestreo fue del 59%. El esfuerzo de muestreo fue relativamente bajo debido a que el diseño metodológico en el que se obtuvo el material no estaba dirigido a la captura de carábidos, y teniendo en cuenta que los lugares donde se muestreó cuentan con condiciones propicias para el hábitat de los carábidos, se presume existe una gran diversidad de estos en la zona.

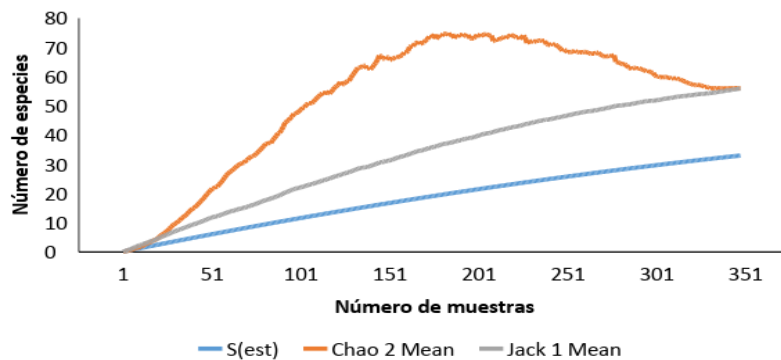


Figura 10. Curva de acumulación de especies para los municipios de Santa Rosa y Piamonte.

Índice de diversidad de Shannon. Para cada uno de los sitios muestreados se calculó este índice, teniendo en cuenta que la altitud no superó los 3500 msnm, aspecto ideal para que la diversidad de estos especímenes sea alta, puesto que Nájera (2017), demostró que a mayores altitudes (3800–4100) se presenta un mayor número de especies, aunque hace falta más información para construir la distribución altitudinal de todas las especies (Moret, 2003).

El resultado obtenido mostró una diversidad media dado que el índice de Shannon-Weaver se encuentra dentro de un rango de 1.95 a 2.95, aproximadamente (Tabla 3).

Tabla 3. Estimadores de riqueza e índices calculados para los fragmentos de bosque.

LUGAR	Especies observadas	Estimadores de riqueza		Índices			Eficiencia de muestreo
		Chao 2	Jack 1	Shannon-Weaver	Simpson	Jost	
Verdeyaco	17	152,06	33,88	2,83	0,94	16,99	18,2
Santa Marta	7	27,85	13,95	1,95	0,86	6,99	33,5
Miraflor	19	187,15	37,68	2,95	0,95	18,99	16,9
Total		55,93	55,93				22,9

Si se tiene en cuenta que el índice de diversidad está en rango de clasificación de 0 – 5; donde los valores inferiores a 2 significan una baja diversidad y superiores a 3 alta, se puede inferir que existe una diversidad media para los sectores Verdeyaco y El Rosal y baja para la vereda Santa Marta con 1.94, teniendo en cuenta que los muestreos no fueron dirigidos de manera directa a recolección de carábidos, estos valores se pueden considerar buenos, y se presume que, incrementando los muestreos con un método dirigido a carábidos, se podría llegar a reportar una diversidad alta en futuros estudios, y ampliar la información.

Índice de equidad Simpson. Para el cálculo del índice de equidad Simpson se tomó el número de individuos hallados en cada zona de muestreo para encontrar la abundancia relativa, factor significativo como componente de biodiversidad, el cual demuestra que tan común o rara es una especie de las otras, en la zona en que se ubica, el resultado obtenido representa la dominancia, que al restarle 1 nos arroja el índice de Simpson_{1-D}(Tabla 3), por lo que se registra una

distribución de equitativa de las especies en la zona de estudio debido a que se registraron pocas especies.

Riqueza verdadera de Jost. La medición de la diversidad utilizando los números efectivos favorece el análisis sobre la capacidad de cambio entre comunidades, a través de la cual se pueden ver las diferencias de los valores obtenidos de los tres sitios de muestreo, éstos variaron según la composición natural del ecosistema de cada zona de estudio (Moreno y Pineda, 2011).

En muchos de los trabajos, las comunidades generalmente están compuestas por un alto número de especies con abundancias relativamente bajas, donde muchos individuos de especies raras quedan sin suficiente representación, esto sucede cuando el esfuerzo de muestreo no ha sido suficiente para registrar todas las especies. Lo cual demuestra la gran diferencia apreciable entre los valores de la diversidad observada, con la esperada como en este caso, donde la abundancia fue muy baja para cada especie, resultado que se relaciona con el sesgo causado por los métodos de muestreo.

La riqueza verdadera de Jost no presentó diferencias marcadas con respecto a los observados los cuales fueron calculados utilizando el \exp del índice de 'H, sugiriendo una unidad de medida que corresponde al número de especies efectivas, siendo la diversidad que tendría una comunidad B, en la cual todas las especies tuvieran exactamente la misma abundancia (Jost, 2006), como en este caso que la abundancia es muy baja para cada especie.

Similitud de Bray-Curtis. El índice de similitud de Bray-Curtis mostró que las veredas Verdeyaco (A) y El Rosal (C) presentaron una similitud en la composición de especies del 39%, es decir los lugares comparten 7 morfoespecies posiblemente por semejanzas en el tipo de cobertura vegetal dentro del rango de los 600-850 msnm. La similitud entre Verdeyaco (A) y Santa Marta (B) es de 12% que corresponde a una morfoespecie perteneciente al género *Pentagonica*, porcentaje de similitud bajo lo que sugiere realizar muestreos adicionales (Figura 11).

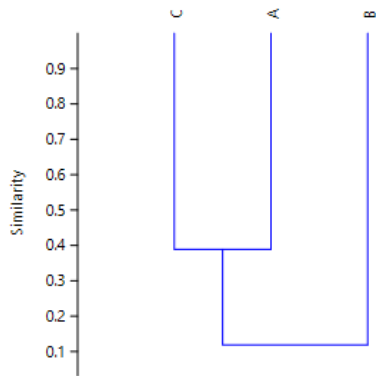


Figura 11. Análisis de similitud de Bray-Curtis entre las zonas de estudios: Vereda Verdeyaco (A), El Rosal (C), Vereda Santa Marta (B).

9. CONCLUSIONES

En las localidades estudiadas persiste una moderada diversidad de Carabidae, a pesar que la cantidad de individuos recolectados fue baja con respecto a lo esperado, demostrando que las zonas de muestreo mantienen un alto grado de conservación.

El género *Apenes* es el más abundante en el suelo de las localidades estudiadas con siete especies presentes en las tres zonas de muestreo.

Los 15 géneros de escarabajos Carabidae para los Municipios de Santa Rosa -Veredas Verdeyaco y Santa Marta-, y el Municipio de Piamonte -vereda El Rosal-, representan los primeros registros para la familia en la bota Caucana-Colombia.

10. RECOMENDACIONES

- Los estudios enfocados en el conocimiento de las comunidades de los carábidos de las localidades de la bota caucana deberían incluir métodos de muestreo complementarios, éstos deberían tener en cuenta la ecología de las especies.

- Se recomienda realizar trabajos de taxonomía sobre la familia Carabidae en Colombia, pues las limitaciones en las inferencias ecológicas se intensifican cuando hay desconocimiento de la identidad de las especies, como sucede en sitios como la Bota Caucana, donde apenas se ha empezado a estudiar esta familia de escarabajos.
- Se debe evaluar la biodiversidad de las especies Carabidae y su potencial como indicadores del grado de perturbación, a fin de conocer con detalle el estado de conservación de la zona media y alta Bota Caucana.

11. BIBLIOGRAFÍA

- Alcaldía Municipal de Santa Rosa, Cauca, (2014) Esquema de Ordenamiento Territorial, En: <http://www.santarosa-cauca.gov.co/> recuperado 19 de enero, 2019
- Arenas Clavijo A. y Ambrecht I. (2015). Hormigas y carábidos en cuatro ambientes del piedemonte del Parque Nacional Natural Farallones de Cali , Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*, (Junio), 7.
- Arenas Clavijo. A; González y Ranulfo, (2018). Carabidae (coleoptera) del parque nacional natural Gorgona, Cauca- Colombia: un informe preliminar. *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle* 18(2) p.13-21..
- Arenas Clavijo. A., y Posso Gómez. Carmen E., (2015): carábidos (Coleoptera: Carabidae) del Museo de Entomología de la Universidad del Valle (Cali, Colombia). V 5.2. Universidad del Valle.
- Arnett, R. H. y M. C. Thomas. (eds.). 2001. American beetles. Archostemata, Myxophaga, Adepaga, Polyphaga: Staphyliniformia, CRC, Boca Raton, Florida. 1: p. 443
- Andresen, E. (2003). Effect of forest fragmentation on dung beetle communities and functional consequences for plant regeneration. *Ecography* 26 (special number) 2. p. 87-97.
- Antvogel, H; Bonn, A. (2001). Environmental parameters and microspatial distribution of insects: a case study of carabids in an alluvial forest. *Ecography* 24 (4): p. 470-482.
- Ball G.E. (2001). The subgenera of *Clivina* Latreille in the Western Hemisphere, and a revision of subgenero *Antroforceps* Barr (new status), with notes about evolutionary aspects (Coleoptera: Carabidae: Clivinini). *Spec. Publ. Japan. Coleopt. Soc. Osaka Special Publications* 1:129-156
- Brower, J. E. y J. H. Zar. 1984. Field and laboratory methods for general ecology. Wm. C. Brown Co. Dubuque, Iowa. 226 pp.
- Bryant, D et, al. (1997). *The Last Frontier Forests*. World Resources Institute, Washington, D.C.
- Camero, Rubio, E., (2003). Caracterización de la fauna de carábidos (Coleoptera Carabidae) en un perfil altitudinal de la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. *Revista Academia Colombiana de Ciencias*, XXVII (105): p.491-516.
- Chapman, A. D. (2009). Numbers of Living Species in Australia and the World. 2nd Edition. Report for the Australian Biological Resources Study, Canberra, Australia. September 2009. Australian Government. Department of the Environment, Water, Heritage and the Arts. p. 80.
- Chilito Joaquín, Eduardo. (2001). Evaluación a la unidad municipal de asistencia técnica agropecuaria. Santa Rosa Cauca, Universidad Nacional de Colombia, Palmira Valle, Facultad de Zootecnia.
- Decreto 309 de (2000) Por el cual se reglamenta la investigación científica sobre diversidad biológica. *Diario Oficial* No. 43.915, del 1 de marzo de 2000.
- Decreto 1076 del 26 de mayo de (2015). Por medio del cual se expide el decreto único de reglamentario del sector Ambiente y desarrollo sostenible, Bogotá, DC.
- Decreto 1375 de (2013). Por los cuales se reglamentan los Permisos para la recolección de especímenes de especies silvestres de la diversidad biológica con

- fines de investigación científica no comercial y Elaboración de Estudios Ambiental. Diario Oficial No. 48.834 de 27 de junio.
- Decreto 3016 del (2013). Por el cual se reglamenta el permiso de Estudio para la recolección de especímenes de especies silvestres de la diversidad biológica con fines de Elaboración de Estudios Ambientales, Ministerio de Ambiente y desarrollo sostenible, Diario Oficial. Bogotá.
- Costa, C. (2000). Estado de conocimiento de los Coleoptera Neotropicales. En: Martín-Piera, F., 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 1: 99-114.
- Erwin, T. L. (2011). Rainforest understory beetles of the Neotropics, *Mizotrechus* Bates 1872, a generic synopsis with descriptions of new species from Central America and northern South America (Coleoptera, Carabidae, Perigonini). *ZooKeys* 145: p. 79-128.
- _____ (1991a). The ground-beetles of Central America (Carabidae), Part II: Notiophilini, Loricerini and Carabini. *Smithsonian Contributions to Zoology* 501:1-30.
- _____ (1991b). Natural history of the carabid beetles at the BIOLAT Biological Station, Rio Manu, Pakitza, Peru. *Revista Peruana de Entomología* 33:1-85.
- _____ (1985). The taxon pulse: a general pattern of lineage radiation and extinction among carabid beetles. *Taxonomy, Phylogeny and Zoogeography of Beetles and Ants*, Ed. GE Ball, p 437-472. Dordrecht: Junk. p. 514.
- Erwin, T. L. y L. S. Zamorano (2014). A synopsis of the tribe Iachnophorini, with a new genus of neotropical distribution and a revision of the neotropical genus *Asklepia* Liebke, 1938 (Insecta, Coleoptera, Carabidae). *ZooKeys* 430: p.1-108.
- Erwin, T. L.; Micheli, C. & Hevel, G. (2012). The beetle family Carabidae of Guyane (French Guyana): the tribes, genera, and number of species known, with notes on their ways of life. (Insecta: Coleoptera: Adephaga). *ACOREP*, Paris, p. 92
- Erwin, T.; Ball G.; Whitehead D. y Halpern A. (1979). Carabids Beetles: Their evolution, natural history, and classification. *Proceeding of the first International Symposium Carabidology*, The Hague: Dr. W. Junk. p. 634
- Favila, M. E. (2005). Diversidad alfa y beta de los escarabajos del estiércol (Scarabaeinae) en Los Tuxtlas, México. p: 209-219
- Gerlach, J., Samways, M., y Pryke, J. (2013). Terrestrial invertebrates as bioindicators: An overview of available taxonomic groups. *Journal of Insect Conservation*, 17(4). P.831–850.
- Halffter, G. y Edmonds, W.D (1982). The nesting behavior of dung beetles (Scarabaeinae): An ecological and evolutive approach. México D.F., *Man and the Biosphere Program UNESCO*, p.177
- Halffter G. & Favila M.E. 1993 The Scarabaeinae an Animal Group for Analysing, inventorying and Monitoring Biodiversity in Tropical Rainforest and Modified Landscapes *Biology International* 27:15-21
- Hanski, I. y Cambefort Y (1991). *Dung Beetle Ecology*. Princeton University Press, New Jersey.

- Hortal, J. (2004). Selección y Diseño de Áreas Prioritarias de Conservación de la Biodiversidad mediante Sinecología. Universidad Autónoma de Madrid,
- Jost, L. (2006) Entropy and diversity. *Oikos*, 113, 363-375.
- Koivula, M.J. (2011). Useful model organisms, indicators, or both? Ground beetles (Coleoptera Carabidae) reflecting environmental conditions. *Zookeys*. 100. p. 287-317.
- Koller, W., Gómez, A., Rodríguez, S.R. y Iziqúe-Goiozo, P. (2007). Scarabaeidae e Aphodiidae coprófagos em pastagens cultivadas en área do cerrado sul-mato-grossense. *Revista Brasileira de Zootecias* 9 (1): p. 81-93.
- Kotze J., Niemelä J., Bob O' R., Turin H. (2003). Testing abundance-range size relationships in European carabid beetles (Coleoptera, Carabidae). *Ecography*, 26: p. 553 -566.
- Krebs, C. J. (1989). *Ecological methodology*. Harper Collins Publ. p. 654.
- Kromp, B. (1999). Carabid beetles in sustainable agriculture: a review on pest control efficacy, cultivation impacts and enhancement. *Agriculture, Ecosystems and Environmental* 74. p. 187- 228.
- Lande, R. (1996). Statistics and partitioning of species diversity, and similarity among multiple communities. *Oikos* 76: p.5 -13.
- Liebherr J.K. 1988. Redefinition of the supertribe Odacanthitae, and revision of the West Indian Lachnophorini (Coleoptera: Carabidae). *Quaestiones Entomologicae* 24(1):1-42
- Longino, J. T., y R. K. Colwell. (1997). Biodiversity assessment using structured inventory: capturing the ant fauna of a lowland tropical rainforest. *Ecological Applications* 7: p. 1263 -1277.
- Lovei GL, Sunderland KD (1996). The ecology and behavior of ground beetles (Coleoptera: Carabidae). *Ann Rev Entomol* 41, 241-256.
- Magurran, A. E. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, New Jersey, p. 179.
- Martínez, C. (2005). Introducción a los Escarabajos Carabidae (Coleoptera) de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D.C., p. 546
- Matalin, A. V. y Makarov, K. V., (2011). Using demographic data to better interpret pitfall trap catches. *ZooKeys*, 100, p.223-254
- McGeoch, M. A. (1998). The selection, testing and application of terrestrial insects as bioindicators. *Biol. Rev. Camb. Philos. Soc.* p. 73: 181-201.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2019). Cuarto informe nacional ante el convenio sobre la diversidad biológica, 239. Retrieved from <https://www.cbd.int/doc/world/co/co-nr-04-es.pdf>.
- Mittermeier, Russel A., y Goettsch, C. (1997). *Mega diversidad. Los países biológicamente más ricos del mundo*. Cemex, Ciudad de México.
- Moreno, C. E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. (Vol. I). Zaragoza: M g T- Manuales y Tesis SEA.
- Moreno, C. E., y Pineda, E. (2011). Re análisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82, 1249-1261.

- Moret, P, (2003). Clave de identificación para los géneros de Carabidae (Coleoptera) presentes en los páramos del Ecuador y del sur de Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*, 29(2), 185–190.
- _____ (1995a). — Contribution à la connaissance du genre néotropical *Blennidus* Motschulsky, 1865. 1ère partie (Coleoptera, Harpalidae, Pterostichinae). *Bulletin de la Société entomologique de France*, 100 (5): 489- 500.
- Nájera (2017). División de Estudios de Posgrado e investigación del Instituto Tecnológico de El Salto, Durango, México *Revista Científica* Vol 8 No. 40
- Nichols, E., Spector, S., Louzada, J., Larsen, T., Amezcua, S. & Favila, M.E. (2008) The Scarabaeinae Research Network. Ecological functions and ecosystem services provided by Scarabaeinae dung beetles. *Biological Conservation* 141: 1461–1474.
- Palmer, M. W. (1990). The estimation of species richness by extrapolation. *Ecology*, 71: 1195-1198.
- Pearsall, I. A. (2007). Carabid beetles as ecological indicators. Paper presented at the “ Monitoring the effectiveness of biological Conservation” Conference 2-4 November 2004. Richmond BC available at: <http://www.forrex.org/events/mebc/papers.html>.
- Pearce, J. y Venier, L. 2006 The use of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) and spiders (Araneae) as bioindicators of sustainable forest management: A review. *Ecological Indicators* 6: 780-793.
- Peet, R. K. (1974). The measurement of species diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 5: 285-307.
- Programa de Biología Universidad del Cauca (2018). Filosofía de la Institución, Popayán, pág., Universidad del Cauca, Recuperado de <https://www.unicauca.edu.co/versionP/oferta-academica/programas-de-pregrado/biologia/filosofia>
- Pulido-herrera L, Riveros-Cañás R, Gast, Harders F, Von Hildebrand P. Escarabajos Coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) del Parque Nacional Natural “Serranía de Chiribiquete”, Caquetá, Colombia (Parte I). *Escarabeidos de Latinoamérica: Estado del conocimiento. Monografías Tercer Milenio. Vol. 3, SEA, Zaragoza; 2003. p. 51-58*
- Rainio, J. y Niemelä, J. (2003). Ground beetles (Coleoptera Carabidae) as bioindicators. *Biodiversity and Conservation*, 12: 487–506.
- Reichardt. H (1977) A synopsis of genera of neotropical Carabidae (Insecta: Coleoptera). *Quisiciones Entomológica* 13:346-493.
- Sturm, H. (1999). Insektengemeinschaften auf Riesenrosettenpflanzen (Espeletiinae, Asteraceae) im Paramoquertel der tropisch andinen Hochgebirge. *Verhandlungen Westdeutscher Entomologentag* p. 15-22
- Sturm, H., y Rangel O. (1985). *Ecología de los páramos andinos: una visión preliminar integrada*. Bogotá, Universidad Nacional de Colombia.
- Taboada, A. (2007). Bases ecológicas para la utilización de los Carábidos (Coleoptera, Carabidae) como indicadores de la gestión y el uso de los ecosistemas en paisajes forestales. Tesis Doctoral. Universidad de León. Departamento de Biodiversidad y Gestión Ambiental. Facultad de Ciencias Biológicas y Ambientales. p.174

- Thiele, H. U. (1977). Carabid Beetles in their environments. Berlin/ Heidelberg: Springer-Verlag, New York. p. 369
- Universidad del Cauca, (2018). Programa de Biología. Objetivo del programa de Biología. (Acceso 24 de Julio de 2017 y 22, 23 de Marzo de 2018). <http://www.unicauca.edu.co/versionP/oferta-academica/programas-de-pregrado/biología>.
- Uribe, L. Miguel y Vallejo E Luis Fernando. (2013). Diversidad de escarabajos carabidae y scarabaeidae de un bosque tropical en el magdalena medio colombiano Boletín Científico Centro de Museo de Historia natural.
- Vargas, L. V., y Velandia, N. A. (2011). Reconocimiento de las especies de la subfamilia Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) de la Reserva Natural El Aguacate (Acandí- Chocó- Colombia) y diseño de una guía como estrategia didáctica para su conocimiento y valoración. Trabajo de pregrado. Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.
- Vítolo, L. A. 2004. Guía para la identificación de los escarabajos tigres (Coleoptera: Cicindelidae) de Colombia. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Colombia. p. 198
- Washington, H. G. (1984). Diversity, biotic and similarity indices: A review with special relevance to aquatic ecosystems. Water Research, 18, 653-694.
- Whittaker, R. 1972. Communities and Ecosystems. MacMillan Publishing Co. New York, p. 385.
- Zhang, Z. (2013). Phylum Arthropoda. Zootaxa, 3703, p. 17-26
- Zamora G., H. (2007). El índice BMWP y la Evaluación Biológica de la Calidad del Agua en los Ecosistemas Acuáticos Epicontinentales Naturales de Colombia. Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas, p.19, 73-81
- Yara. V. F. (2002). Guía ilustrada para el reconocimiento de los Géneros de escarabajos coprófagos más comunes registrados en Colombia. (Coleoptera: Scarabaeinae) Un manual educativo. Trabajo de grado (Licenciatura en Biología) Universidad Pedagógica Nacional. Facultad de Ciencia y Tecnología. Bogotá. Colombia.

ANEXOS
Anexo A. Sitios de muestreo

A y B) Potrero ralo. C) Potrero semi-arbolado. D) Silvopastoreo. Vereda El Rosal, corregimiento Miraflores



Vereda Santa Marta, Corregimiento Santa Marta



Vereda Verdeyaco, Corregimiento Santa Marta, Municipio Santa Rosa.



Universidad del Cauca
Centro de Educación Continua, Abierta y Virtual
Departamento de Biología de la
Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y de la Educación

Certifican que:

ERIKA PAOLA SANCHEZ CASAMACHIN
C.C. 1.061.740.679 de Popayán

Asistió y Aprobó el Curso

Biología, Taxonomía y Ecología de los Carabidae

Aprobado mediante resolución VRA 2238 de 2017,
realizado del 31 de agosto de 2017 al 2 de septiembre de 2017,
con una intensidad de 30 horas presenciales y 6 horas de trabajo independiente.


Marcel Muñoz Cordero
Directora CEEAV


Jairo Alvarado Guerrero
Jefe Departamento de Biología


Mariana Cristina Gallego Ropero
Coordinadora de Cursos



Practica de campo: A) Recorrido zona de muestreo B) Instalación de trampas de caída pitfall C) Colecta Manual de Carábidos D) Socialización métodos de muestreo para carábidos con el grupo de investigación

