

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



DIVERSIDAD DE CHILOPODA (MYRIAPODA) Y SCARABAEIDAE
(COLEOPTERA) DE ACUERDO A UNA GRADIENTE DE PERTURBACIÓN EN LA
RESERVA DE BIÓSFERA DEL MANU (MADRE DE DIOS)

**Tesis para optar al título profesional de
BIÓLOGO**

Presentada por:

Br. BENITA BAUTISTA CHALLCO

Asesora:

MGT. MARIA MERCEDES DEL CASTILLO
ESPINOZA

Co-Asesor:

BLGO. EDGAR LUIS MARQUINA MONTESINOS

Financiado por CONCYTEC

CUSCO – PERÚ

2023

DEDICATORIA

La presente tesis es dedicada a mis padres: Lorenzo Bautista Cruz y Benigna Chalco Huaman, por el apoyo incondicional que me brindaron, durante toda mi formación académica, a mis hermanos y amigos.

AGRADECIMIENTO

La presente Tesis ha sido posible gracias al financiamiento del Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC), y al constante apoyo y soporte logístico de Crees Foundation (Centro de Recursos y Educación en la Selva) mediante el proyecto N° 411-2019-FONDECYT.

Al Gerente General de Crees Manu S.A.C., Lic. Juan Carlos Cárdenas Córdova por confiar en mí y brindarme la oportunidad de formar parte del proyecto “Efecto del Tipo de Uso de Suelo sobre la Diversidad Biológica en la Provincia de Manu – Madre de Dios”. Así mismo, al personal que labora en la Estación Biológica de Investigación y Centro de Aprendizaje Manu Learning Centre (MLC), quienes apoyaron en el trabajo de campo.

A mi alma mater, la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco que me acogió durante cinco años académicos y a los docentes de la Escuela Profesional de Ciencias Biológicas por compartir sus conocimientos durante mi carrera universitaria.

A mi asesora, Mgtr. María Mercedes del Castillo Espinoza, por su confianza, exigencia, motivación y constante soporte, también a la familia del Centro de Investigación Zoológica (CEINZ), que se encuentra bajo su dirección.

A mi co-asesor, Blgo. Edgar Luis Marquina Montesinos por el constante apoyo y soporte para la elaboración de mi tesis. También quiero agradecer al Dr. Fabio Cupul Magaña y al Dr. Amazonas Chagas Junior por compartir sus conocimientos sobre Chilopoda.

A mis amigos: Javier Amaru Castelo por su valiosa colaboración con la revisión taxonómica, asimismo a David Guevara Apaza por su paciencia y apoyo en el análisis de datos. A Patricia Aroni Limachi y al equipo de voluntarios de la oficina de Crees Foundation en Cusco, que colaboraron con la selección de especímenes en el trabajo de laboratorio, agradecer también a Araseli Elme Tumpay por brindarme sugerencias y comentarios en la redacción.

Por último, a todos los que apoyaron e hicieron posible la realización de este trabajo de investigación.

ÍNDICE

RESUMEN	I
INTRODUCCIÓN.....	II
PROBLEMA.....	IV
JUSTIFICACIÓN.....	V
OBJETIVOS	VI
OBJETIVO GENERAL	VI
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	VI
HIPÓTESIS.....	VII
CAPÍTULO I: MARCO TEORICO Y CONCEPTUAL.....	1
1.1 ANTECEDENTES	1
1.2 GENERALIDADES.....	3
1.2.1 Phylum Arthropoda Latreille,1829	3
1.2.1.1 Clase Chilopoda Latreille, 1817	3
1.2.1.1.1 Morfología general de Chilopoda.....	4
1.2.1.1.2 Biología y ecología de Chilopoda.....	5
1.2.1.1.3 Taxonomía.....	6
1.2.1.2 Clase Insecta Linnaeus, 1758	6
1.2.1.2.1 Orden Coleoptera Linnaeus, 1758.....	6
1.2.1.2.2 Familia Scarabaeidae Latreille,1802.....	6
1.2.1.2.3 Morfología general.....	7
1.2.1.2.4 Biología y ecología.....	10
1.2.1.2.5 Taxonomía.....	10
1.2.2 Ecología del paisaje.....	10
1.2.3 Ecología de paisajes modificados	11
1.2.4 Especies indicadoras.....	14
1.3 MARCO CONCEPTUAL.....	15
1.3.1 Hábitat.....	15
1.3.2 Paisaje.....	15
1.3.3 Heterogeneidad de paisaje.....	15
1.3.4 Conectividad de hábitats	15
1.3.5 Conectividad Ecológica	16

1.3.6	Conectividad de Paisaje	16
1.3.7	Matriz	16
1.3.8	Cambio de uso de suelo.....	16
CAPÍTULO II.....		17
MATERIALES Y METODOS.....		17
2.1 ÁREA DE ESTUDIO		17
2.1.1	Ubicación política	18
2.1.2	Ubicación geográfica	18
2.1.3	Limites	18
2.1.4	Clima	20
2.2 MATERIALES.....		21
2.2.1	Material biológico.....	21
2.2.2	Material campo	21
2.2.3	Material laboratorio	21
2.2.4	Software	22
2.3 METODOLOGÍA.....		23
2.3.1	Monolitos de suelo (Anderson & Ingram, 1993)	23
2.3.2	Método de trampas de caída (Keith & Heng, 2010)	24
2.3.3	Procesamiento de muestras de Chilopoda	26
2.3.4	Procesamiento de muestras de Scarabaeidae.....	26
2.3.5	Determinación de Chilopoda	26
2.3.6	Determinación de Scarabaeidae.....	27
2.4 ANÁLISIS DE DATOS		28
2.4.1	Índices para medir la diversidad alfa	29
2.4.2	Prueba de Shapiro – Wilks	30
2.4.3	Prueba de Kruskal – Wallis	31
2.4.4	Índices para medir la diversidad beta.....	31
RESULTADOS		33
3.1 Clase Chilopoda		33
3.2 Familia Scarabaeidae		33
3.3 Tratamiento taxonómico		34
3.3.1	<i>Geophilus</i> Leach, 1814	35
3.3.1.1	<i>Geophilus</i> sp. 1.....	35
3.3.2	<i>Orphnaeus</i> Meinert, 1870	36

3.3.2.1	<i>Orphnaeus brevilabiatu</i> s Newport, 1845	36
3.3.1	<i>Cryptops</i> Leach, 1814.....	36
3.3.1.1	<i>Cryptops</i> sp.1	37
3.3.1	<i>Rhysida</i> Wood, 1862.....	37
3.3.1.1	<i>Rhysida celeris</i> Humbert & Saussure, 1870	38
3.3.2	<i>Otostigmus</i> Porat, 1887.....	38
3.3.2.1	<i>Otostigmus amazonae</i> Chamberlin, 1914	39
3.3.2.2	<i>Otostigmus scabricauda</i> Humbert & Saussure, 1870.....	40
3.3.2.3	<i>Otostigmus pococki</i> Kraepelin, 1903.....	40
3.3.3	<i>Scolopocryptops</i> Newport, 1845.....	41
3.3.3.1	<i>Scolopocryptops ferrugineus</i> Linnaeus, 1767	41
3.3.1	<i>Newportia</i> Gervais, 1847	42
3.3.1.1	<i>Newportia weyrauchi</i> Chamberlin, 1955	42
3.3.1.2	<i>Newportia</i> sp. 1.....	43
3.3.2	<i>Scolopendra</i> Linneo, 1758	43
3.3.2.1	<i>Scolopendra galapagoensis</i> Bollman, 1889.....	44
3.3.3	<i>Lithobius</i> Pocock, 1890	44
3.3.3.1	<i>Lithobius</i> sp. 1	45
3.3.4	<i>Eurysternus</i> Dalman, 1824.....	45
3.3.4.1	<i>Eurysternus cayennensis</i> Castelnau, 1840	46
3.3.5	<i>Onthophagus</i> Latreille, 1802	46
3.3.5.1	<i>Onthophagus xanthomerus</i> Bates, 1887.....	47
3.3.5.2	<i>Onthophagus haematopus</i> Harol, 1875.....	47
3.3.5.3	<i>Onthophagus</i> sp.....	48
3.3.6	<i>Coprophanaeus</i> Olsoufieff, 1924	48
3.3.6.1	<i>Coprophanaeus telamon</i> Erichson, 1847	49
3.3.7	<i>Oxysternon</i> Laporte, 1840	49
3.3.7.1	<i>Oxysternon silenus</i> Laporte, 1840.....	50
3.3.7.2	<i>Oxysternon spiniferum</i> Laporte, 1840	50
3.3.8	<i>Anomiopus</i> Westwood, 1842.....	51
3.3.8.1	<i>Anomiopus brevipes</i> Waterhouse, 1891.....	51
3.3.9	<i>Sylvicanthon</i> Halffter & Martínez, 1977	51
3.3.9.1	<i>Sylvicanthon attenboroughi</i> Cupello & Vas-de-Mello, 2018.....	52
3.3.10	<i>Deltochillum</i> Eschscholtz, 1822.....	52
3.3.10.1	<i>Deltochillum carinatum</i> Westwood,1837	53
3.3.10.2	<i>Deltochillum amazonicum</i> Bates, 1887.....	53
3.3.10.3	<i>Deltochillum peruanum</i> Paulian, 1938	54
3.3.10.4	<i>Deltochillum granulatum</i> Bates, 1870.....	55

3.3.10.5	Deltochillum aff. genieri.....	55
3.3.10.6	Deltochillum aff. aespericolle	56
3.3.10.7	Deltochillum orbiculare Lansberge, 1874	57
3.3.11	<i>Scybalocanthon</i> Martínez 1948	57
3.3.11.1	<i>Scybalocanthum</i> aureus Schmidt, 1922	58
3.3.11.2	<i>Scybalocanthon</i> sp	58
3.3.12	<i>Dichotomius</i> Hope, 1838.....	58
3.3.12.1	<i>Dichotomius</i> mamilatus Felsche,1901	59
3.3.12.2	<i>Dichotomius</i> achamas Harold, 1867	59
3.3.12.3	<i>Dichotomius</i> fortetriatus Luederwaldt, 1923	60
3.3.13	<i>Canthidium</i> Erichson, 1847	60
3.3.13.1	<i>Canthidium</i> sp. 1	61
3.3.13.2	<i>Canthidium</i> sp. 2	61
3.3.13.3	<i>Canthidium</i> sp. 3	62
3.3.13.4	<i>Canthidium</i> sp. 4	63
3.3.13.5	<i>Canthidium</i> sp. 5	63
3.3.14	<i>Ontherus</i> Erichson, 1847	64
3.3.14.1	<i>Ontherus</i> raptor Genier 1996.....	64
3.3.15	<i>Ateuchus</i> Weber, 1801.....	64
3.3.15.1	<i>Ateuchus</i> sp. 1.....	65
3.3.15.2	<i>Ateuchus</i> sp. 2.....	65
3.1	Análisis de diversidad	66
3.2	Análisis de similitud.....	75
	DISCUSIÓN.....	80
	CONCLUSION.....	88
	RECOMENDACIONES.....	91
	BIBLIOGRAFÍA.....	92
	ANEXOS.....	104

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Ordenes de la Clase Chilopoda modificado de Dugon & Arthur (2012).....	4
Figura 2 Estructura Morfológica de la Clase Chilopoda (Valdés, 2021).....	5
Figura 3 Estructura Dorsal de Scarabaeidae (Cultid et al., 2012).....	8
Figura 4 Estructura Ventral de Scarabaeidae (Cultid et al., 2012).	9
Figura 5 Ciclo Biológico de Scarabaeidae (De La Vega et al., 2014).	10
Figura 6 Organizador Visual de la Modificación del Paisaje y Fragmentación del Hábitat, adaptado de Fischer & Lindenmayer (2007)	12
Figura 7 Procesos Amenazantes: Exógenos y Endógenos de los Hábitats, adaptado de Fischer & Lindenmayer (2007)	13
Figura 8 Relación Entre los Tres Conceptos de Conectividad: Ecológica, Paisaje y Hábitat, adaptado de Fischer & Lindenmayer (2007)	16
Figura 9 Mapa del Área de Estudio - Manu Learning Centre, elaborado en ArcGis 10.1.	19
Figura 10 Muestreo de Monolitos de Suelo.....	23
Figura 11 Muestreo de Trampas Pitfall	24
Figura 12 Puntos de muestreo, en cada tipo de bosque.	25
Figura 13 Separación por Morfotipos de Chilopoda y Scarabaeidae	26
Figura 14. Vista de la determinación de Chilopoda.....	28
Figura 15 Estructura morfológica de <i>Geophilus sp.</i> ,	35
Figura 16 Morfología de la estructura externa de <i>Orphnaeus brevilabiatus</i>	36
Figura 17 Estructura Morfológica de <i>Criptops sp. I.</i>	37
Figura 18 Estructura Morfológica de <i>Rhysida celeris.</i>	38
Figura 19 Estructura Morfológica de <i>Otostigmus amazonae</i>	39
Figura 20 Estructura Morfológica de <i>Otostigmus scabricauda</i>	40
Figura 21 Morfología de <i>Otostigmus pococki.</i>	40
Figura 22 Estructura Morfológica de <i>Scolopocryptops ferrugineus</i>	41
Figura 23 Estructura Morfológica de <i>Newportia weyrauchi</i>	42
Figura 24 Estructura Morfológica de <i>Newportia sp.</i>	43
Figura 25 Estructura Morfológica de <i>Scolopendra galapagoensis.</i>	44
Figura 26 Estructura Morfológica de <i>Lithobius sp. I.</i>	45
Figura 27 Estructura Morfológica de <i>Eurysternus cayennensis.</i>	46
Figura 28 Estructura Morfológica de <i>Onthophagus xanthomerus</i>	47
Figura 29 Estructura Morfológica de <i>Onthophagus haematopus</i>	48

Figura 30 Estructura Morfológica de <i>Onthophagus sp</i>	48
Figura 31 Estructura Morfológica de <i>Coprophanaeus telamon</i>	49
Figura 32 Estructura Morfológica de <i>Oxysternon silenus</i>	50
Figura 33 Estructura Morfológica de <i>Oxysternon spiniferum</i>	50
Figura 34 Estructura Morfológica de <i>Anomiopus brevipes</i>	51
Figura 35 Estructura Morfológica de <i>Sylvicanthon attenboroughi</i>	52
Figura 36 Estructura Morfológica de <i>Deltochillum carinatum</i>	53
Figura 37 Estructura Morfológica de <i>Deltochillum amazonium</i>	54
Figura 38 Estructura Morfológica de <i>Deltochillum peruanum</i>	54
Figura 39 Estructura Morfológica de <i>Deltochillum granulatum</i>	55
Figura 40 Estructura Morfológica de <i>Deltochillum genieri</i>	56
Figura 41 Estructura Morfológica de <i>Deltochillum aff. aespericolle</i>	56
Figura 42 Estructura Morfológica de <i>Deltochillum orbiculare</i>	57
Figura 43 Estructura Morfológica de <i>Scybalocanthum aureus</i>	58
Figura 44 Estructura Morfológica de <i>Scybalocanthon sp</i>	58
Figura 45 Estructura morfológica de <i>Dichotomius mamilatus</i>	59
Figura 46 Estructura Morfológica de <i>Dichotomius achamas</i>	59
Figura 47 Estructura Morfológica de <i>Dichotomius fortistriatus</i>	60
Figura 48 Estructura Morfológica de <i>Canthidium sp 1</i>	61
Figura 49 Estructura Morfológica de <i>Canthidium sp 2</i>	62
Figura 50 Estructura Morfológica de <i>Canthidium sp 3</i>	62
Figura 51 Estructura Morfológica de <i>Canthidium sp 4</i>	63
Figura 52 Estructura Morfológica de <i>Canthidium sp 5</i>	64
Figura 53 Estructura Morfológica de <i>Ontherus raptor</i>	64
Figura 54 Estructura Morfológica de <i>Ateuchus sp 1</i>	65
Figura 55 Estructura Morfológica de <i>Ateuchus sp 2</i>	65
Figura 56 Curva de Acumulación de Especies de Chilopoda de los 3 tipos de bosque	66
Figura 57 Grafica del índice de Shannon de Chilopoda, en los tres tipos de bosque	68
Figura 58 Gráfica de Abundancia de Chilopoca del Bosque CCR.....	68
Figura 59 Gráfica de Abundancia de Chilopoca del Bosque PCR	69
Figura 60 Gráfica de Abundancia de Chilopoca del Bosque SLR	70
Figura 61 Curva de Acumulación de Especies de Scarabaeidae	70
Figura 62 Grafica del índice de Shannon de la familia Scarabaeidae, en 3 tipos de bosque..	72
Figura 63 Grafica del índice de Shannon de la familia Scarabaeidae, en 2 tipos de bosque..	73

Figura 64 Gráfica de Abundancia de Scarabaeidae del Bosque CCR	74
Figura 65 Gráfica de Abundancia de Scarabaeidae del Bosque PCR.....	74
Figura 66 Gráfica de Abundancia de Scarabaeidae del Bosque SLR.....	75
Figura 67 Gráfica de Similitud del Índice de Jaccard de la Clase Chilopoda	76
Figura 68 Gráfica del Índice de Morisita - Horn de la Clase Chilopoda.....	77
Figura 69 Gráfica de Similitud del Índice de Jaccard de Scarabaeidae.....	78
Figura 70 Gráfica del Índices de Morisita – Horn de Scarabaeida.	79

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Vegetación Existente en Manu Learnig Centre (Whitworth et al., 2016).	20
Tabla 2 Esfuerzo por punto de muestreo de Chilopoda.....	24
Tabla 3. Esfuerzo por punto de muestreo de Scarabaeidae.....	25
Tabla 4. Coordenadas de los puntos de muestreo	26
Tabla 5 Clase Chilopoda	33
Tabla 6 Familia Scarabaeidae	34
Tabla 7 Datos de los Índices de la Diversidad Alfa de la Clase Chilopoda.....	66
Tabla 8 Valores de los Índices de la Diversidad alfa de Scarabaeidae.	71
Tabla 9 Índice de Jaccard de la Clase Chilopoda.....	75
Tabla 10 Índice de Morisita – Horn de la Clase Chilopoda.....	76
Tabla 11 Tabla del Índice de Jaccard de Scarabaeidae.....	77
Tabla 12 Índice de Morisita – Horn de la Scarabaeidae	78

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 Permiso de colecta	104
Anexo 2 Permiso de ingreso al Laboratorio de Aracnología y Entomología de la Universidad Nacional San Antonio Abad Del Cusco de la Escuela Profesional de Biología.....	111
Anexo 3 Fotografías del área de estudio.....	113
Anexo 4 Fotografías del muestreo de monolitos del suelo.....	115
Anexo 5 Fotografías de la colecta de ciempiés	116
Anexo 6 Cuidado maternal de los huevos de Chilopoda.....	116

Anexo 7 Instalación de trampas pitfall	117
Anexo 8 Procesamiento de muestras de la familia Scarabaeidae	118
Anexo 9 Montaje y separación por morfotipos de la familia Scarabaeidae	119
Anexo 10 Determinación y toma de fotografías de Quilópodos y Scarabaeidae	120
Anexo 11 Almacenamiento en la caja entomológica	121
Anexo 12 Base de datos de la clase Chilopoda y la familia Scarabaeidae	121

RESUMEN

En el presente estudio se da a conocer la diversidad de especies de la Clase Chilopoda y de la Familia Scarabaeidae en una gradiente de perturbación en la Reserva de Biósfera del Manu. Haciendo uso de estas taxas como grupos indicadores en 3 tipos de bosques: Un Bosque completamente clareado y ahora en regeneración (CCR), un bosque parcialmente clareado y ahora en regeneración (PCR) y bosque selectivamente talado y ahora en regeneración (SLR). Estos tipos de bosque, se encuentran ubicados en la estación biológica Manu Learnig Centre (MLC), en la Reserva de Biósfera del Manu, departamento de Madre de Dios. Los muestreos se realizaron entre los meses de junio del 2021 a febrero del 2022, haciendo uso de dos metodologías: monolitos de suelos, para la colecta de Chilopoda y el uso de trampas pitfall, para la captura de Scarabaeidae. Se ubicaron 3 puntos de muestreo en cada tipo de bosque, dónde se instalaron 10 trampas pitfall y 5 monolitos en cada uno de los puntos de muestreo. Dentro de la Clase Chilopoda se determinaron 9 géneros y 12 especies, dentro de ellas una posible nueva especie. El bosque SLR presentó mayor riqueza y el bosque con mayor abundancia fue PCR. En la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis nos muestra que no hubo diferencias significativas en la diversidad de la clase Chilopoda en los tres tipos de bosque, según el índice Jaccard los bosques que presentan mayor similitud son PCR y SLR y según el índice de Morisita – Horn presentan mayor semejanza los tipos de bosque CCR y SLR. Para la familia Scarabaeidae se determinaron 12 géneros y 29 especies, dentro de ellas una posible nueva especie, la mayor riqueza y abundancia de especies se encontró en el bosque SLR., además no presentaron diferencias significativas en los tres tipos de bosque, pero en los bosque SLR y CCR si presentaron diferencias estadísticamente significativas, según el índice de Jaccard se muestra que los bosques PCR y SLR presentan mayor similitud y según el índice de Morisita – Horn lo bosque CCR y PCR presentaron mayor semejanza en sus abundancias Finalmente, se concluye que la diversidad de la Clase Chilopoda y la Familia Scarabaeidae varía de acuerdo al tipo de bosque con perturbación.

Palabras claves: Chilopoda, Diversidad, Scarabaeidae, Tipos de bosque.

INTRODUCCIÓN

El Perú es conocido como uno de los 17 países megadiversos en el mundo por la alta variedad de ecosistemas, especies de flora y fauna, así como una alta diversidad genética (MINAM, 2014). Uno de los lugares más conocidos por su magnífica biodiversidad es la Reserva de Biósfera del Manu, Patrimonio Natural de la Humanidad declarada por la UNESCO, designada para proteger los bosques amazónicos y su biodiversidad (APECO, 2012).

Artrópoda es un grupo muy diverso y adaptado a diferentes funciones como: polinización, dispersión, regulación de poblaciones, degradación de materia orgánica, etc., motivo por el que son considerados como eficientes indicadores del funcionamiento del ecosistema (Guillermo, 2020; Herrera & Cuevas, 2011). Se estima que el número de artrópodos es de 1 302 809 especies descritas a nivel mundial, de los cuales la clase Insecta está representada por 1 070 781 especies, dentro de ellos el orden coleóptera es el grupo con mayor éxito evolutivo con 392 415 especies (Zhang, 2013).

La familia Scarabaeidae se caracteriza por ser imprescindible e importante en la descomposición de la materia orgánica, a estas especies se les conoce como formadores del suelo y son reconocidos como elementos bioindicadores de la calidad de los ecosistemas, al poseer características como: alta diversidad, importancia funcional, fidelidad ecológica, asociación estrecha con otras especies, rápida respuesta a la variabilidad ambiental y facilidad de captura (Otavo et al., 2013).

Por otro lado, el Subfilo Myriapoda está representado por 12 010 especies aproximadamente, de los cuales, la clase Chilopoda está representada por 3 500 especies descritas (Zhang, 2013). Los Chilopodos son un grupo de artrópodos terrestres, que forman parte importante de la fauna del suelo (Cazorla & Morales, 2017), considerados como uno de los grupos potencialmente importantes para los estudios ecológicos, puesto que su diversidad muestra correlación con características del paisaje, y podrían servir como indicadores de cambio en el ambiente (Druce, 2000) y además su densidad poblacional puede ser utilizada como indicadora del nivel de perturbación del paisaje (Karanja et al., 2009). Actualmente es poco el conocimiento sobre estos organismos debido al bajo interés por la comunidad científica, principalmente de la Clase Chilopoda, motivo que no permite tener una real comprensión de las comunidades biológicas de grupos de invertebrados, más aun teniendo en cuenta su potencial uso como indicadores

biológicas, la identidad real de muchas especies, que consecuentemente impide profundizar en el conocimiento sobre el posible uso de estas especies como indicadoras biológicas.

Las intervenciones antrópicas y fenómenos naturales, generan una alteración en el paisaje, pudiendo, por ejemplo causar efectos positivos o negativos en la dinámica del suelo con consecuencias en la composición taxonómica de la macrofauna debido a los cambios físicos y químicos (Bolaños, 2002). Por este motivo y comprendiendo que las especies de la clase Chilopoda y la familia Scarabaeidae, son terrestres, tienen afinidades ecológicas y han sido considerados como organismos sensibles por los cambios ambientales, en el presente trabajo se busca determinar la diversidad de la Clase Chilopoda (Myriapoda) y la Familia Scarabaeidae (Coleoptera) de acuerdo a una gradiente de perturbación en la Reserva de Biosfera del Manu (Madre de Dios).

PROBLEMA

Newbold et al. (2015) indicó que en el año 2095 existirán altas tasas de pérdida de la biodiversidad terrestre, siempre y cuando se dé un escenario en el que todo se mantenga como en la actualidad. Es decir que los múltiples factores de origen antrópico sigan ejerciendo presión sobre la biodiversidad, sus hábitats y poniendo en riesgo su conservación.

Algunas organizaciones como APECO (2012), indican que el cambio climático, las especies invasoras, la sobreexplotación de recursos y la contaminación son consecuencia de la dinámica del uso de la tierra que impacta sobre la pérdida de la biodiversidad.

En la Reserva de Biósfera del Manu se observó que las actividades como la: agricultura, ganadería, tala, etc., modifican el paisaje; un ejemplo se da en la Estación Biológica Manu Learnig Centre (MLC), donde existe un gradiente histórico de perturbación que fueron originados hace más de 50 años con las siguientes actividades: tala selectiva (cedro, copaiba y aguano), agricultura de café, cacao y otros cultivos de subsistencia como el plátano (Whitworth et al., 2016; Gallice et al., 2019)

Este tipo de amenazas han sido estudiadas en otros contextos, demostrando que si existe diferencias entre el tipo de uso de suelo y la diversidad (Andersson et al., 2017; Amat et al., 1997; Braga et al., 2013; Karanja et al., 2009). Aún sin conocer cuál es la realidad en la Reserva de Biósfera del Manu, con especial énfasis en la zona de amortiguamiento, donde las actividades económicas, productivas se realizan sin ninguna restricción. La estación Biológica de Manu Learnig Centre es un bosque en regeneración natural que presenta un efecto histórico de la acumulación de este tipo de actividades en el paisaje, por lo que se constituye como un lugar ideal para realizar estudios que permitan conocer el efecto de la perturbación de actividades humanas sobre las comunidades biológicas. En ese sentido hemos elegido dos grupos de macroinvertebrados (Chilopoda y Scarabaeidae), que han sido considerados como potenciales indicadores de cambios ambientales, para evaluar las diferencias que podrían tener en términos de su diversidad por efectos de perturbación en los ecosistemas, por lo que nos planteamos la siguiente pregunta:

¿Cómo responde la diversidad de la Clase Chilopoda (Myriapoda) y la Familia Scarabaeidae (Coleoptera) en una gradiente de perturbación en la Reserva de Biosfera del Manu?

JUSTIFICACIÓN

La clase Chilopoda y la familia Scarabaeidae (Coleoptera) son grupos de artrópodos terrestres que han sido considerados por varios autores como organismos sensibles a los cambios bruscos de temperatura, humedad y altitud, son utilizados como bioindicadores en base a la estructura de sus comunidades, cambios en sus densidades poblacionales y otros parámetros.

La utilización de invertebrados o animales pequeños como un grupo bioindicador como los de la familia Scarabaeidae y Clase Chilopoda en un gradiente de perturbación a largo plazo que ofrecen grandes ventajas, como: responder a perturbaciones de microclima y la disponibilidad de recursos provocados por su entorno a diferencia de animales grandes con amplia capacidad de desplazamiento. Por lo que en el presente trabajo se ponen a prueba ambos grupos para medir el efecto de la perturbación sobre ellos (Karanja et al., 2009; Druce, 2000 y Otavo et al., 2013).

El presente trabajo de investigación permitirá generar conocimiento de línea base para demostrar que existe diferencias en los diferentes paisajes, en la Estación Biológica de Manu Learnig Centre y la Reserva de Biósfera del Manu (Madre de Dios).

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Estudiar la diversidad de Chilopoda (Myriapoda) y Scarabaeidae (Coleoptera) de acuerdo a una gradiente de perturbación en la Reserva de Biosfera del Manu (Madre de Dios).

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar taxonómicamente las especies de Chilopoda (Myriapoda) y Scarabaeidae (Coleoptera) de la Reserva de Biosfera del Manu (Madre de Dios).
- Determinar la diversidad alfa de Chilopoda (Myriapoda) y Scarabaeidae (Coleoptera) de acuerdo a una gradiente de perturbación en la Reserva de Biósfera del Manu (Madre de Dios).
- Determinar la diversidad beta de Chilopoda (Myriapoda) y Scarabaeidae (Coleoptera) en una gradiente de perturbación en la Reserva de Biósfera del Manu (Madre de Dios).

HIPÓTESIS

La diversidad de Chilopoda (Myriapoda) y Scarabaeidae (Coleoptera) varía de acuerdo a una gradiente de perturbación en la Estación Biológica de Manu Learnig Centre, Reserva de Biosfera de Manu, Madre de Dios

CAPÍTULO I

MARCO TEORICO Y CONCEPTUAL

1.1 ANTECEDENTES

Amat et al. (1997) estudiaron los patrones de diversidad de escarabajos coprófagos en tres relictos de bosque altoandino: Archipiélago (Tablazo), Semi-insular (Soche) y Continental-insular (Chicape) de la Sabana de Bogotá - Colombia. Identificaron 6 géneros y 11 especies. Mediante el análisis de varianza mostraron que, si existe diferencias en la diversidad de escarabajos, indicando que el bosque con mayor riqueza de especies fue Chicape, estas diferencias se debieron a tres factores: reducción del recurso alimenticio, condiciones edáficas desfavorables y reducción de la producción primaria, donde se presentaron una notable preferencia de hábitat por cada zona relictual.

Escobar & Chacón (2000) utilizaron escarabajos de estiércol para evaluar los efectos de las actividades humanas en el área circundante a la Reserva Natural La Planada, Colombia en tres bosques: bosque primario, bosque secundario y campos abiertos utilizados para pastoreo de ganado. Identificaron 11 géneros y 18 especies de la familia Scarabaeidae, donde encontraron mayor número de especies en el bosque primario a comparación del bosque secundario y pastizal, así mismo se encontraron diferencias en la riqueza y abundancia de especies, demostrando así que los escarabajos responden negativamente a los disturbios con fragmentación y transformación en los tres tipos de bosque.

García et al. (2009) evaluaron el impacto del uso de suelo, en la diversidad de la macrofauna, en 4 diferentes tipos de uso de suelo: Bosque lluvioso (R), agroforestería (A), pastizal (P) y maíz(M), en la Reserva de Biosfera de los Tuxtlas, Veracruz – México, los tipos de uso de suelo con mayor riqueza fueron R y A en comparación de P y M, evidenciando una disminución en la composición y diversidad de la macrofauna del suelo, obteniendo que lo Scarabajos, milpiés y ciempiés fueron mas abundantes en R.

Karanja et al. (2009) Mencionan que la Clase Quilopoda es significativamente más alto en los bosques que en los sistemas de cultivo, debido a la modificación y destrucción del microclima del suelo, que pueden influir indirectamente en su densidad y distribución, razón por lo que indican que este grupo, pueden ser usados como bioindicadores de la perturbación del uso de suelo.

Braga et al. (2013) estudiaron los atributos y las funciones de la comunidad de escarabajos coprófagos en cinco sistemas de uso de suelo con perturbación en la Amazonia brasileña: bosque primario, bosque secundario, agroforestería, agricultura y pastoreo. Mostraron que, aunque todos los atributos del conjunto de escarabajos grandes y pequeños tuvieron un efecto positivo sobre las tres funciones ecológicas, excepto en la abundancia de pequeños escarabajos donde presentaron la misma abundancia en el bosque primario con respecto agricultura y en la riqueza no se mostraron diferencias entre ellos, mientras que en la riqueza y abundancia de escarabajos grandes disminuyó con el aumento del uso del suelo.

Cupul (2014) realizó una lista taxonómica de ciempiés del Perú, en base a una revisión bibliográfica especializada, documentando 79 especies, que están incluidas en 4 órdenes, 11 familias y 25 géneros; no presentó registros para el departamento de Madre de Dios.

Maldonado (2016) estudió la calidad ambiental del suelo comparando con la diversidad de escarabajos copronecrófagos en dos parcelas ubicadas en un bosque primario y un monocultivo en la Hostería Selva Virgen - Ecuador. Demostraron que la riqueza y abundancia de los escarabajos son altos en las parcelas de bosque primario, mientras que en las zonas de monocultivo de palmito existió una baja riqueza y abundancia, de los cuales pocas especies lograron adaptarse a las condiciones antropogénicas.

Whitworth et al. (2016) evaluaron la variación de patrones de biodiversidad en mariposas, de manera vertical (estratos más altos, medio y niveles terrestres) dentro de un solo bosque, sujeto a tres tipos diferentes de perturbación antropogénica histórica, en el centro de investigación y aprendizaje del Manu Learnig Centre, departamento de Madre de Dios. Se colectaron 229 especies de un total de 5219 individuos, se observó que el dosel del bosque SLR presento mayor riqueza y abundancia que en el sotobosque, donde presentaron diferencias significativas, asimismo la riqueza de especies fue más baja el bosque CCR, mencionando que la regeneración a largo plazo puede ser insuficiente para borrar las diferencias de biodiversidad con diferentes tipos de perturbación humana.

Astete, (2018) realizó un estudio de la diversidad de escarabajos coprófagos en dos unidades de vegetación: bosque secundario y pastizal, en la localidad de Tono de la Reserva de Biosfera del Manu. Logrando colectar 14 géneros con 36 especies en ambos tipos de vegetación, de los cuales la mayor diversidad y abundancia se encontró en el bosque secundario con 33 especies, mientras que, en el pastizal 28 especies, los géneros con mayor abundancia fueron: *Delthochilum*, *Dichitomius*, *Onthophagus* y *Eurysternus*.

Sanchez (2018) evaluó tres diferentes sistemas de uso de suelo de la macrofauna en la Amazonia, en su estudio encontró 16 órdenes de macroinvertebrados terrestres, en el que el orden Hymenoptera y Coleoptera registraron mayor abundancia de individuos. Así mismo, mencionó que la mayor diversidad de macrofauna se encontraba asociada al pastizal, seguidamente del sistema agroforestal y en menor índice en el monocultivo.

Bautista et al. (2019) reportaron por primera vez las especies de *Rhysida celeris* y la morfoespecie *Cormocephalus* sp. Para la provincia de Manu, Madre de Dios.

1.2 GENERALIDADES

1.2.1 Phylum Arthropoda Latreille, 1829

Proviene del griego arthron: articulación y podos: pie, se originó durante el precámbrico, hace 600 millones de años, es el taxón más amplio y diversificado del reino animal, por presentar un número elevado de especies, formando cuatro grupos grandes: Arachnida, Myriapoda, Crustácea e Insecta (Guillermo, 2020). La principal característica morfológica de este phylum es que poseen una cubierta exterior dura o exoesqueleto de quitina que sirve para protegerlos de los agentes externos, que se encuentran unidos por membranas y varios pares de apéndices articulados (Rodríguez et al., 2009).

Algunas otras características que presentan es que ocupan todos los nichos ecológicos desde los acuáticos, terrestres o incluso subterráneos, además aquellos que vuelan han ampliado su capacidad de colonización y dispersión en nuevas áreas (Guillermo, 2020).

1.2.1.1 Clase Chilopoda Latreille, 1817

Chilopoda es considerado como uno de los taxones más antiguos y con mayor éxito evolutivo (Zhang, 2013). Está representado por aproximadamente 3500 especies descritas a nivel mundial, que se dividen en cinco órdenes: Geophilomorpha, Lithobiomorpha, Scolopendromorpha, Craterostigmomorpha y Scutigleromorpha (Fig.1), en 24 familias y 340 géneros (Cazorla & Morales, 2017).

Se diferencian de otros grupos por el grado de heteronomía y número de segmentos del cuerpo, presentan antenas largas biarticuladas que cumplen funciones sensoriales, algunas especies carecen de ocelos, debido a la adaptación en el medio subterráneo (Edgecombe & Giribet, 2007). También presentan glándulas de veneno que están asociadas a las forcípulas y se encuentran situadas debajo de la cabeza en forma de pinza. El componente de su veneno posee mucha relevancia a nivel médico y farmacológico, así como también desde el punto de vista bio-ecológico (Undheim, Ronald, & Glenn, 2016).

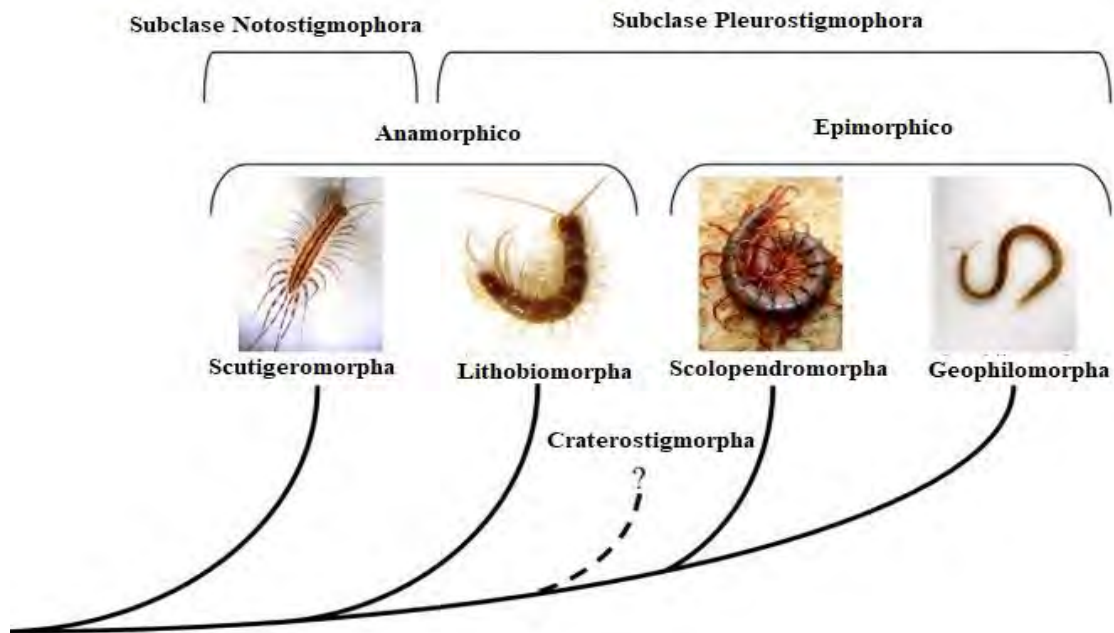


Figura 1 Ordenes de la Clase Chilopoda, Cladograma de los cinco principales linajes de la clase Chilopoda, modificado de Dugon & Arthur (2012)

1.2.1.1.1 Morfología general de Chilopoda

Presentan ocelos simples/compuestos o pueden estar ausentes, durante su proceso evolutivo su primera pata locomotora se transformaron en apéndice venenosos denominados forcípula o colmillos que sirven para inyectar veneno e inmovilizar a sus presas (Cupul, 2014). Además, para realizar el intercambio gaseoso presentan espiráculos en posición lateral (pleural), el último par de patas están generalmente modificados; con función locomotora, sensorial o para sujetar sus presas (Vega & Ruiz, 2014) (Fig. 2).

La subclase Notostigmophora Verhoeff, 1901 (Fig.1) presentan espiráculos en la parte media dorsal del cuerpo, ojos (ocelos) compuestos; antenas muy finas y extremadamente largas; quince pares de patas largas y extendidas lateralmente que les permite dar grandes zancadas y tener una locomoción rápida, mientras mantiene el cuerpo próximo al suelo proporcionándole estabilidad (Dugon, Black. & Arthur, 2012).

La subclase Pleurostigmophora Verhoeff, 1901 (Fig. 1) presentan espiráculos en la parte lateral del cuerpo, con ocelos simples, compuestos o ausentes, antenas moniliformes, placa cefálica aplanada y número variable de patas (Dugon, Black. & Arthur, 2012).

Los Chilopodos más grandes son del orden Scolopendromorpha con 21 o 23 pares de patas que pueden llegar a medir entre 3 mm y 300 mm. Pero el mayor número de patas lo tienen los del orden Geophilomorpha con más de 27 a 191 pares de patas (Minelli, 2016). La cabeza posee un par de antenas casi siempre alargadas y en cuya base se localiza el órgano de Tömösváry

que está presente solo en los órdenes Lithobiomorpha y Geophilomorpha (Lewis, 1981).

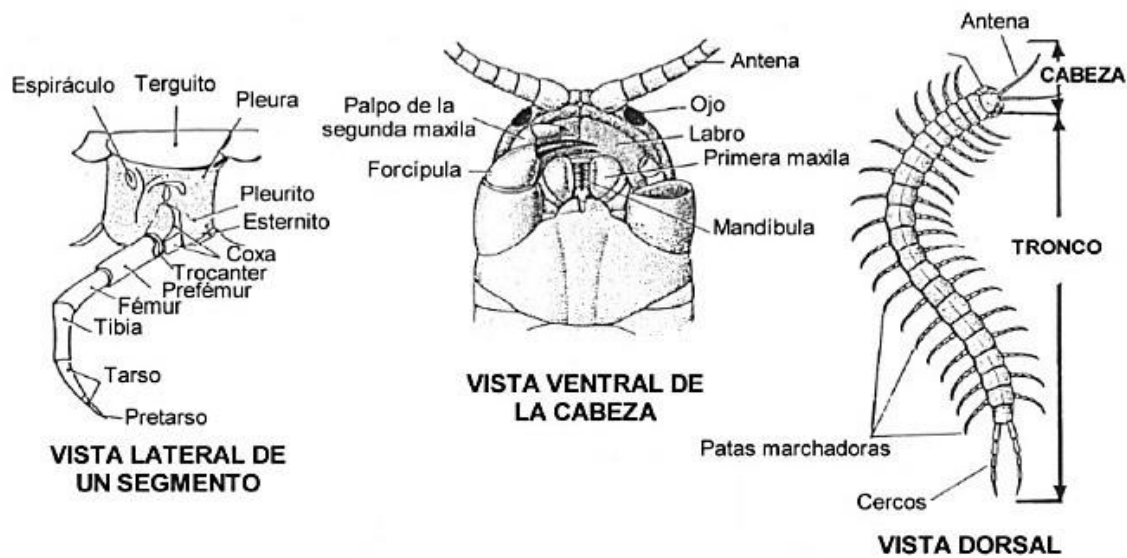


Figura 2 Estructura Morfológica de la Clase Chilopoda (Myriapoda): A) Vista lateral del espiráculo, B) Vista ventral de la placa cefálica y C) Vista dorsal del cuerpo (Valdés, 2021)

1.2.1.1.2 Biología y ecología de Chilopoda

Los órdenes Scolopendromorpha y Geophilomorpha presentan un tipo de desarrollo embrionario epimorfo (segmentos completos), que se desarrolla mediante un espermatóforo que es transferido a la hembra para la incubación de los huevos; con la excepción de una especie (Edgecombe & Giribet, 2007; Giribet, 2015)

Por otro lado, los órdenes Lithobiomorpha y Scutigleromorpha presentan un tipo de desarrollo anamorfo (segmentos incompletos), el número de segmentos aumenta en los cinco estadios larvares siguientes y pueden llegar a vivir entre cinco a seis años. En este caso los machos depositan un espermatóforo en el suelo y la hembra es quien lo recoge, para fertilizar los huevos, con cuidado maternal y a la vez aplica una solución fungicida a los huevos para evitar su destrucción por invasión o infección de hongos (García, 1994).

Estos organismos forman parte importante de la fauna del suelo de desiertos, estepas, cuevas, zonas costeras, selvas y bosques de las regiones tropicales, subtropicales y templadas del planeta (Minelli, 2011). Debido a los diferentes ambientes en los que viven estos cinco tipos de ciempiés que están limitados por factores como, las necesidades higrófilas, lucífugas y ripícolas, hace que estimulen su dispersión hacia capas más profundas del suelo (Cabanillas, 2018; Druce, 2000; Zhang, 2013). Alcanzando algunos la red de fisuras y grietas del medio subterráneo que presentan una humedad relativa y resultan ser óptimo para el desarrollo de los Chilopodos (Cabanillas, 2018). Estos son depredadores generalistas de otros artrópodos que se

alimentan de la meso y macrofauna edáfica y hasta de pequeños mamíferos y aves (Cupul, 2014).

1.2.1.1.3 Taxonomía

En el presente estudio tomamos en consideración el criterio de clasificación propuesto por (Edgecombe et al., 1999)

Phylum: Arthropoda Latreille, 1829

Subphylum: Myriapoda Latreille, 1797

Clase: Chilopoda Latreille, 1817

Orden: Scolopendromorpha Pocock, 1895

Orden: Lithobiomorpha Pocock, 1895

Orden: Geophilomorpha Pocock, 1895

1.2.1.2 Clase Insecta Linnaeus, 1758

Es el grupo más especializado y numeroso del phylum Arthropoda constituyen más del 80% de este taxón y estos organismos se distribuyen desde el Ártico hasta el Antártico (Roth, 1970). Se dividen en dos subclases: Apterygota (sin alas) y Pterygota (alados); presentan el cuerpo diferenciado en tres tagmas: cabeza, tórax y abdomen; con tres pares de patas y dos pares de alas membranosas, modificadas, reducidas o ausentes (A. García et al., 2012). Sus ciclos de vida, tienen diferentes estrategias, algunos pasan por diferentes etapas con significativas diferencias morfológicas en cada una (holometábolos) y otros atraviesan sus etapas con una relativa similaridad entre los estadios inmaduros y su fase adulta (hemimetábolos)(Roth, 1970).

Adelante se detallan más sobre las jerarquías taxonómicas de la clase insecta, estudiadas en la presente tesis.

1.2.1.2.1 Orden Coleoptera Linnaeus, 1758

Este grupo está representado con un número enorme de especies, aproximadamente 392 415 a nivel mundial (Zhang, 2013). Comúnmente pueden ser llamados como escarabajos, aunque reciben diferentes nombres relacionados a sus diferentes formas. Estos organismos son holometábolos, presentan una fuerte esclerotización corporal y característicamente el par de alas meso torácicas se encuentran endurecidos y modificados como élitros (Zarazaga, 2015).

1.2.1.2.2 Familia Scarabaeidae Latreille, 1802

Para el mundo, se conocen aproximadamente 6000 especies, de las cuales 1250 se registran en el Neotrópico, se divide en dos subfamilias: Coprinae y Scarabaeinae (Escobar, 2000). Los

escarabajos coprófagos, se encuentran ampliamente distribuidas y pueden llegar a colonizar gran variedad de los hábitats, debido a su notable riqueza específica y diversidad de hábitos (Halffter, 1991). Son considerados como un grupo importante, en el que históricamente se han ahondado en estudios de taxonomía, ecología, biodiversidad, conservación, historia natural y biología, también se les conoce por su sensible respuesta a cambios ambientales (antrópicos), motivo por el que son denominados como un buen grupo bioindicador (Chamorro et al., 2018).

1.2.1.2.3 Morfología general

Las características que permiten diferenciar a los escarabajos coprófagos de otras subfamilias similares son: antenas con nueve o diez segmentos; mandíbulas y maxilas parcialmente membranosas; mandíbulas no visibles dorsalmente; escutelo no visible (excepto en los géneros *Eurysternus* y *Malagoniella*); pigidio expuesto; mesoesternito corto y coxas medias separadas por una distancia igual o mayor a la longitud del fémur medio (Howden & Young 1981). (Fig. 3 y 4).

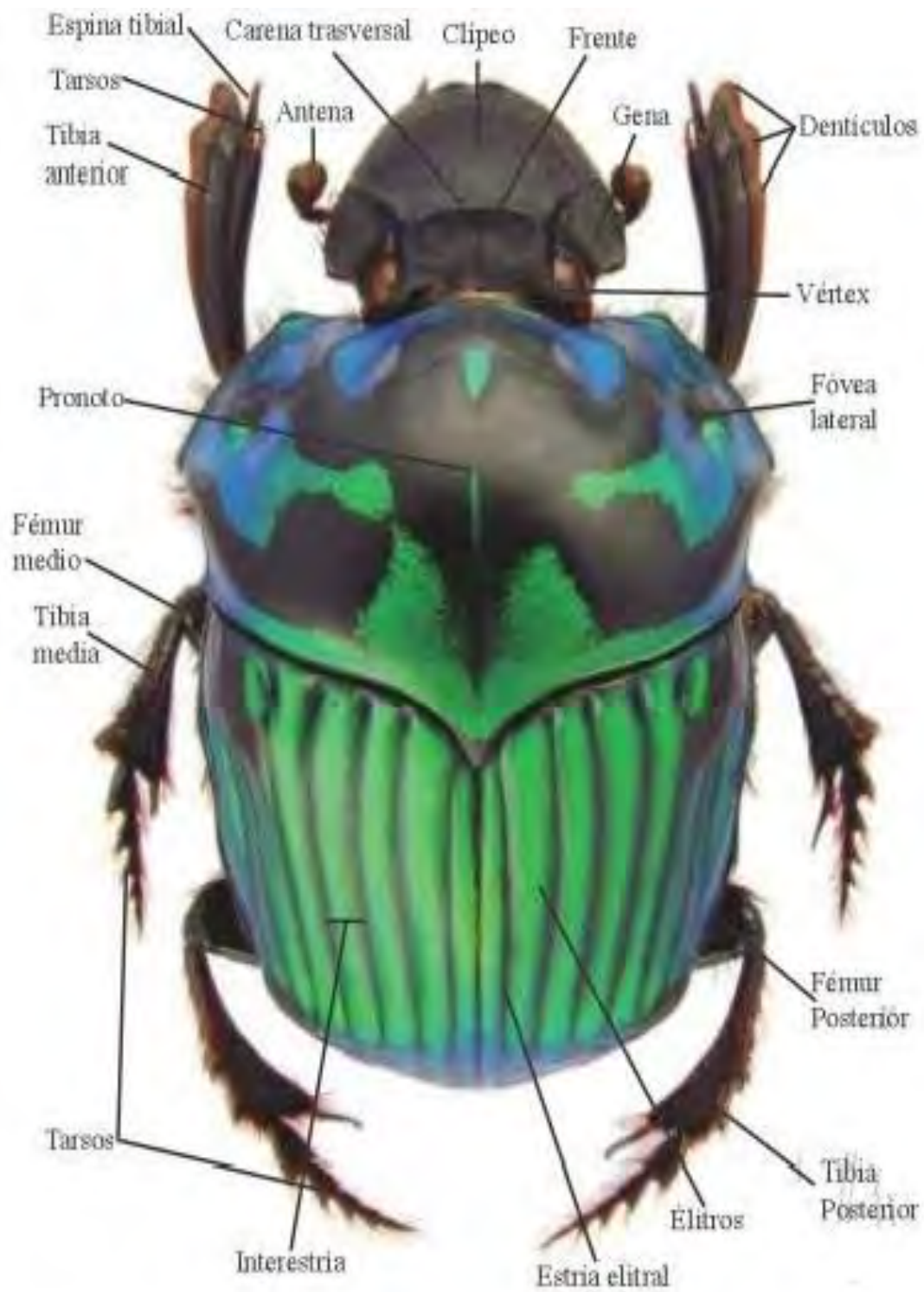


Figura 3 Estructura Dorsal de Scarabaeidae (Cultid et al., 2012).

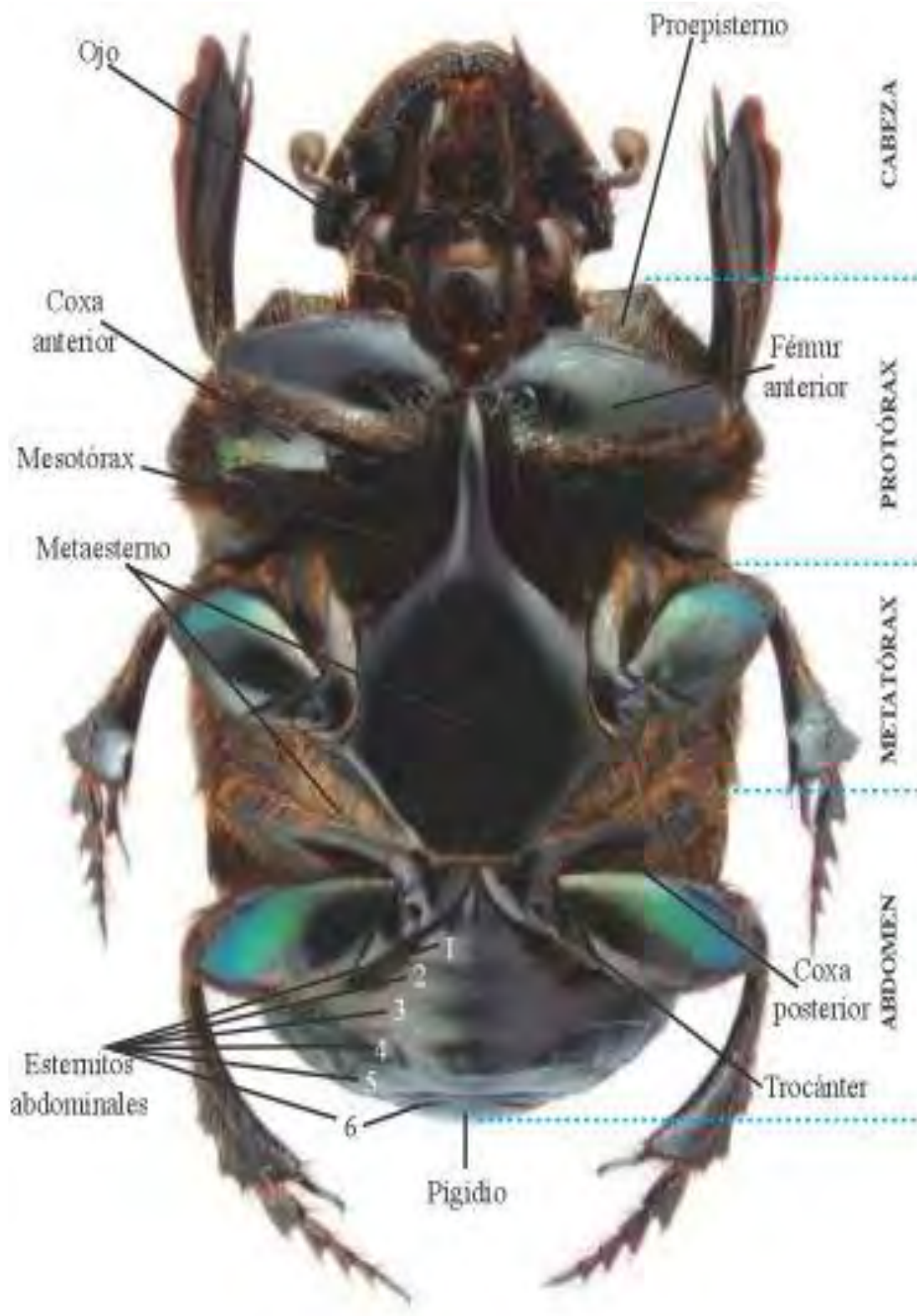


Figura 4 Estructura Ventral de Scarabaeidae, (Cultid et al., 2012).

1.2.1.2.4 Biología y ecología

El ciclo de vida es holometábolo, pueden durar entre 30 a 50 días (Cultid et al., 2012) (Fig. 5). Asociadas a la reproducción de estos organismos se conocen las siguientes características adaptativas: (i) comportamiento subsocial; (ii) cortejo y desarrollo de despliegues pre – cópula; (iii) cooperación de ambos sexos en la construcción del nido; (iv) larva y pupa modificadas para completar su desarrollo en espacios cerrados; (v) reducción de la fecundidad en las hembras (Halffter & Edmonds, 1982; Halffter & Matthews, 1966).

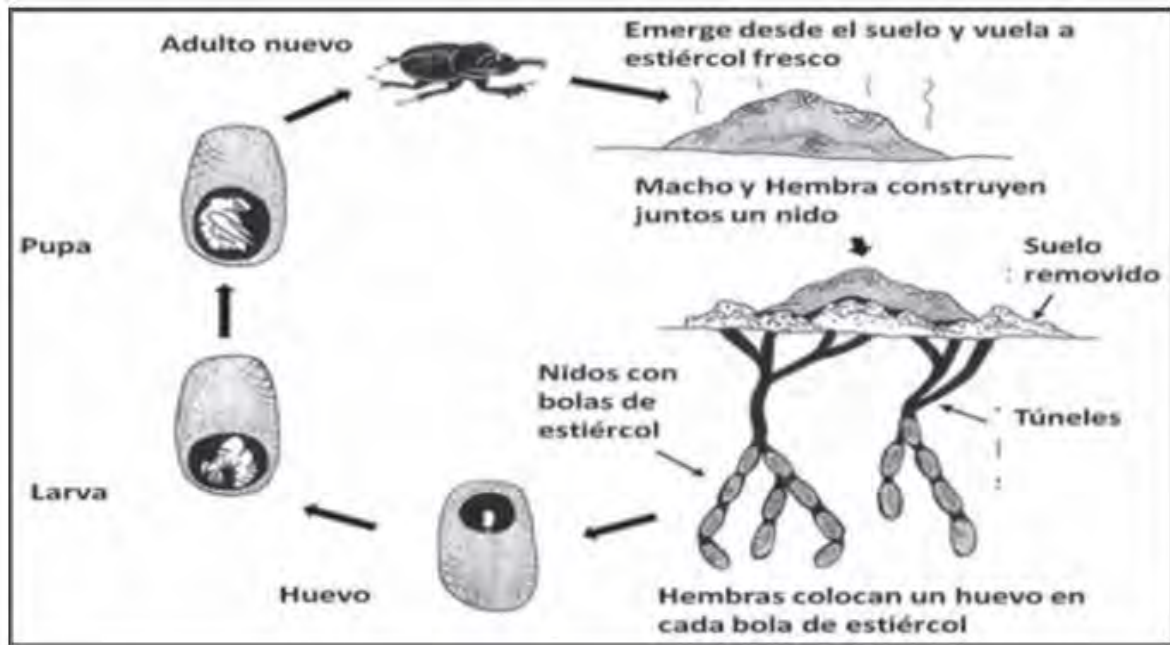


Figura 5 Ciclo Biológico de Scarabaeidae, (De La Vega et al., 2014).

1.2.1.2.5 Taxonomía

Adelante indicamos y presentamos el criterio de clasificación taxonómica correspondiente hasta la subfamilia, que está en estudio en la presente tesis basado en (Ribera, 1999).

Phylum: Arthropoda Latreille, 1829

Subphylum: Hexapoda Latreille, 1825

Clase: Insecta Linnaeus, 1758

Orden: Coleoptera Linnaeus, 1758

Familia: Scarabaeidae Latreille, 1802

1.2.2 Ecología del paisaje

Es el estudio de las interacciones entre los aspectos temporales y espaciales del paisaje así como sus componentes de flora, fauna y culturales (Forman, 1983). La importancia de la ecología del paisaje, reside precisamente en aportar un marco de integración, que hace factible

la visión desde un ángulo o disciplinas diversas de los ecosistemas (Etter, 1991). Desde el punto de vista cualitativo, presenta una perspectiva propia de la ecología, que hace énfasis en la interrelación entre los elementos bióticos y abióticos en una porción determinada del paisaje (Vila & Varga, 2006).

Las unidades morfológicas y estructurales que componen el paisaje, se relacionan desde un punto de vista funcional, al producirse intercambios de energía, materiales, organismos e información, las causas que originan la distinción son: diferencia de estratos, dinámica natural, perturbaciones y la actividad humana (Vila & Varga, 2006).

Por lo tanto, podemos concluir que la ecología del paisaje, focaliza su atención en tres características: la estructura, la funcionalidad y el cambio (Forman & Godron, 1986).

1.2.3 Ecología de paisajes modificados

Generalmente la cobertura vegetal original es clareada primero en espacios donde la productividad primaria es alta; aunque esta tendencia puede ser modificada de alguna manera por aspectos jurisdiccionales y culturales, relacionados al uso tradicional de la tierra.

Por lo general, cuando la modificación de un paisaje incrementa, la mayor parte de la cobertura vegetal original se pierde, la intensidad del uso de suelo en áreas modificadas se incrementa, y los remanentes de la cobertura vegetal original son más sensibles a los procesos relacionados a las áreas modificadas (Fig. 6).

Se puede identificar dos enfoques para entender los efectos de la modificación del paisaje sobre las especies o sus ensambles: enfoque orientado a las especies y el enfoque orientado a los patrones.

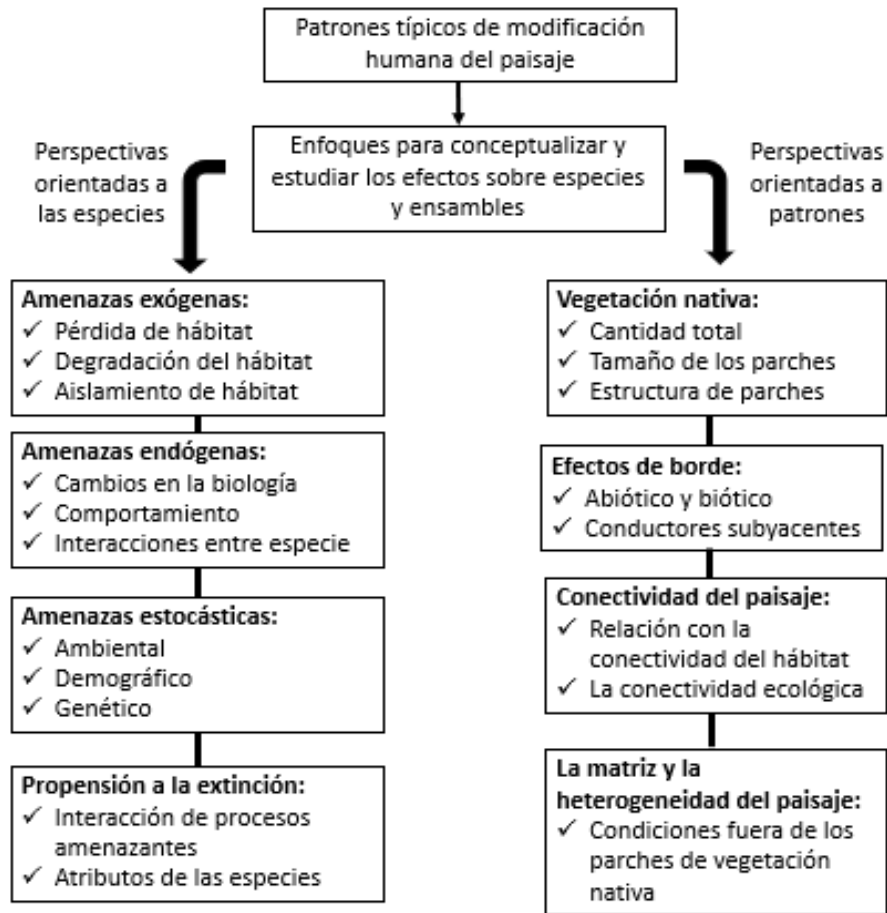


Figura 6 Organizador Visual de la Modificación del Paisaje y Fragmentación del Hábitat, adaptado de “Landscape modification and habitat fragmentation: a synthesis” (p. 266) por Fischer & Lindenmayer, 2007, Global Ecology and Biogeography,(16)

Enfoque orientado a las especies:

Este enfoque reconoce que cada especie responde de manera individual a un rango de procesos relacionados a sus requerimientos de alimentación; refugio; espacio y condiciones climáticas apropiadas para su propio desarrollo; así como procesos interespecíficos tales como competencia, depredación o mutualismos, así tenemos:

Los procesos de amenaza asociados a la modificación del paisaje, pueden ser clasificados de manera general como exógenos, endógenos y estocásticos (Fig. 7). Sin dejar de lado la interacción entre procesos de amenazas y la tendencia natural a la extinción de las especies (Fischer & Lindenmayer, 2007).

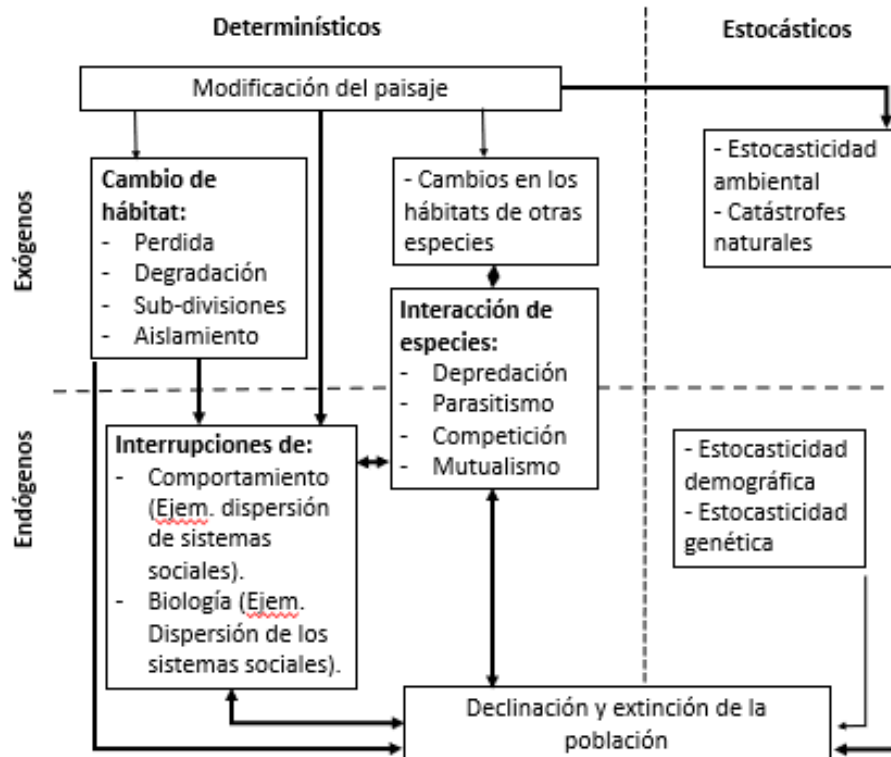


Figura 7 Procesos Amenazantes: Exógenos y Endógenos de los Hábitats, adaptado de “Landscape modification and habitat fragmentation: a synthesis” (p. 268) por Fischer & Lindenmayer, 2007, Global Ecology and Biogeography,(16)

Una limitación clave de este enfoque, es que resulta imposible estudiar cada especie en un determinado paisaje.

Enfoque orientado a los patrones:

Bajo este enfoque, el foco de la atención se centra en los patrones del paisaje, bajo la percepción humana, y su relación con las medidas de la ocurrencia de las especies, incluyendo medidas agregadas como la riqueza de especies. Existen dos modelos ampliamente aceptados en el abordaje de este enfoque:(i) el modelo parche - matriz - corredor y (ii) el modelo de “fragmentación” (Fischer & Lindenmayer, 2007).

Aunque estos y otros modelos bajo este enfoque difieren en su interpretación, todos están basados en lo que el humano puede definir como cobertura de la tierra (usualmente cobertura vegetal original) y buscar establecer correlaciones con especies o sus ensamblajes para inferir potenciales causalidades ecológicas(Fischer & Lindenmayer, 2007).

Los principales atributos estudiados en el enfoque por patrones son:

- Cantidad y condición de la vegetación nativa

- Efecto Borde
- Conectividad
- Matriz y heterogeneidad de paisajes
- Extinciones en cascada

La mayor limitante de este enfoque es que frecuentemente se sobreponen o fusionan entre especies individuales y procesos ecológicos. De este modo en algunos casos esta sobreposición puede dar lugar a una infravaloración de la complejidad de los procesos ecológicos y las diferencias entre especies individuales (Fischer & Lindenmayer, 2007).

1.2.4. Especies indicadoras

Son organismos vivos, fáciles de monitorear en el estado en el que se encuentran, reflejan o predicen diferentes condiciones del ambiente en el que son encontrados (Landres et al., 1988; Bartell, 2006; Burger, 2006 y Cairns & Pratt, 1993).

La estrategia de uso de especies indicadoras, deriva de la hipótesis que el efecto acumulativo de los cambios ambientales refleja el estado actual o las tendencias en la diversidad, abundancia, éxito reproductivo o tasa de crecimiento de una o más especies presentes en el ambiente (Bartell, 2006; Burger, 2006 y Cairns & Pratt, 1993).

Típicamente, la dinámica de una sola población o un grupo de poblaciones de una o más taxas son monitoreadas como especies indicadoras. Porque los patrones demográficos de una sola población (por ejemplo: abundancia, densidad, tasa de crecimiento) son fáciles de medir y tienden a ser sensibles a cambios ambientales (por ejemplo: sequías), de este modo el solo medir la dinámica de una población se considera una manera rentable y confiable de detectar cambios en el ambiente (Burger, 2006).

Es importante señalar que al identificar cambios empleando especies indicadoras, también podría reflejar efectos del estrés de corto plazo o cambios a largo plazo de eventos prolongados, permitiendo a los investigadores reaccionar a variaciones imprevistas y/o predecir condiciones futuras (Landres et al., 1988)

Hilty & Merenlender (2000), indican las propiedades que los organismos utilizados como especies indicadores deberían cumplir, para ser usadas de esa manera, así como los criterios adecuados para su selección.

Para la selección y uso de las especies indicadores Siddig et al. (2016) sugieren seguir un proceso de 5 pasos:

1. Definir claramente el propósito de monitoreo, que pueda ser reflejado por la especie indicadora
2. Identificar la configuración ecológica (bosques, humedales, etc.) y extensión espacial del área de estudio (alcance de la inferencia)
3. Seleccionar los candidatos a especies indicadoras y sus parámetros demográficos basados en los criterios a seguir.
4. Seleccionar predictores (covariables) ecológicas (paisajes, hábitats, niveles altitudinales, factores climáticos, propiedades del suelo, etc.) a los que las especies indicadoras son particularmente sensibles.
5. Simultáneamente muestrear la abundancia de especies y covariables, luego conducir el análisis de especies indicadoras.

1.3 MARCO CONCEPTUAL

1.3.1 Hábitat

Es un concepto específicamente relacionado a lo que conocemos como especies y se define como el rango de ambientes idóneos para una determinada especie (Fischer & Lindenmayer, 2007). Debido a que la cobertura vegetal original es importante para diferentes especies, erróneamente se considera que el término hábitat puede incluir esta definición.

1.3.2 Paisaje

Un área definida por humanos que varía en tamaño desde 3 km² a 300 km² (Fischer & Lindenmayer, 2007).

1.3.3 Heterogeneidad de paisaje

Una perspectiva humana de los gradientes ambientales y los tipos de cobertura vegetal en un paisaje (Fischer & Lindenmayer, 2007).

1.3.4 Conectividad de hábitats

Es la conexión entre parches de hábitats idóneos para una determinada especie (Fischer & Lindenmayer, 2007). Considerando que este concepto enfatiza su naturaleza específica a una especie (Fig. 8).

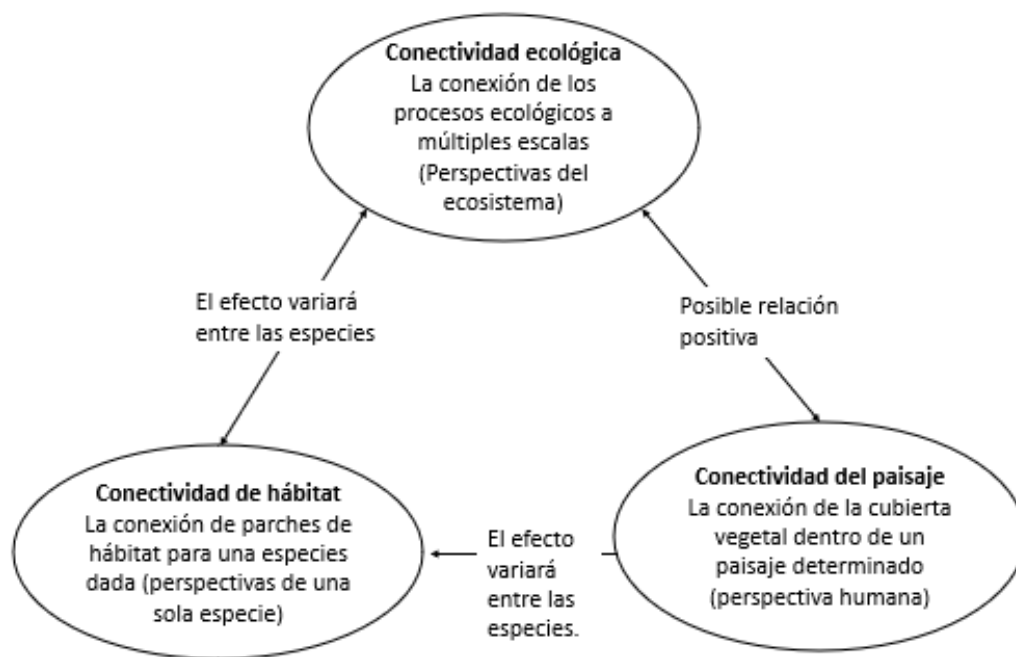


Figura 8 Relación Entre los Tres Conceptos de Conectividad: Ecológica, Paisaje y Hábitat, adaptado de “Landscape modification and habitat fragmentation: a synthesis” (p. 271) por Fischer & Lindenmayer, 2007, *Global Ecology and Biogeography*,(16)

1.3.5 Conectividad Ecológica

Es la conexión de procesos ecológicos en múltiples escalas, incluyendo relaciones tróficas, procesos de perturbación, y flujos hidro-ecológicos (Fig. 8) (Fischer & Lindenmayer, 2007).

1.3.6 Conectividad de Paisaje

Es una percepción humana de la conexión de la cobertura vegetal natural en un paisaje (Fig.8) (Fischer & Lindenmayer, 2007). Esta definición enfatiza su naturaleza antropocéntrica.

1.3.7 Matriz

El tipo de parche de fondo dominante en un paisaje; en paisajes modificados generalmente no hay vegetación nativa (Fischer & Lindenmayer, 2007).

1.3.8 Cambio de uso de suelo

El uso de suelo puede ser tan diverso, como diversas son las actividades humanas, modificando el medio ambiente para convertirlo en terrenos agrícolas, pastizales o asentamientos humanos esto debido básicamente a la amplia diversidad litológica, fisiográfica y climática del país (MINAM, 2016).

CAPÍTULO II

MATERIALES Y METODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDIO

El presente trabajo de investigación se realizó en el interior de un bosque en regeneración ubicado en una de las áreas más biodiversas e importantes para la conservación.

La estación biológica Manu Learning Centre (MLC) (71°23'28" O 12°47'21" S), se encuentra administrada por Crees Foundation, se extiende en un rango altitudinal que varía entre los 450 y 740 metros sobre el nivel del mar y abarca un área de 643 hectáreas interconectados por un sistema de “trochas” de aproximadamente 20 kilómetros. Se encuentra ubicado entre dos áreas naturales protegidas: la Reserva Comunal de Amaraeri y el Parque Nacional del Manu; al margen izquierdo del río alto Madre de Dios, en el distrito y provincia de Manu, departamento de Madre de Dios, al sur este del Perú (Fig. 9).

El área en la que se encuentra la Estación Biológica MLC, aproximadamente hace 60 años, perdió su configuración original de bosque primario, ya que gradualmente tuvo diferentes impactos humanos, como la agricultura y ganadería. Después de un periodo de quedar en abandono a partir del 2003, quedó bajo la administración de Crees Foundation, garantizándose que desde entonces toda su extensión quede libre de cualquier perturbación humana (Whitworth et al., 2016).

Ya que las actividades antrópicas realizadas en el pasado en MLC, fueron desarrolladas en diferente proporción a lo largo de toda el área, la perturbación se manifestó en un gradiente que puede ser establecido en 3 niveles: un bosque selectivamente talado y ahora en regeneración (SLR) con 167 ha, que presentó tala selectiva de especies de importancia maderable (cedro, copaiba y aguano); bosque completamente clareado y ahora en regeneración, (CCR) con 293 ha, que presentó actividades como: agricultura, producción de caña de azúcar, café, cacao, ganadería intensiva, tala excesiva de cedro, copaiba y aguano, caza, y otros cultivos de subsistencia como el plátano; y el bosque parcialmente talado y ahora en regeneración (PCR) con 183 ha, considerada como una perturbación mixta, con pequeñas áreas completamente despejadas utilizadas para la agricultura y con tala selectiva (Whitworth et al., 2016).

2.1.1 Ubicación política

Región : Madre de Dios
Provincia : Manu
Distrito : Manu

2.1.2 Ubicación geográfica

Altitud : 450 - 740 msnm
Latitud Sur : 12°50'10'' S
Latitud Oeste : 71°21'40'' O

2.1.3 Límites

Norte y Este : Provincia de Tambopata
Sur y Oeste : Departamento de Cusco

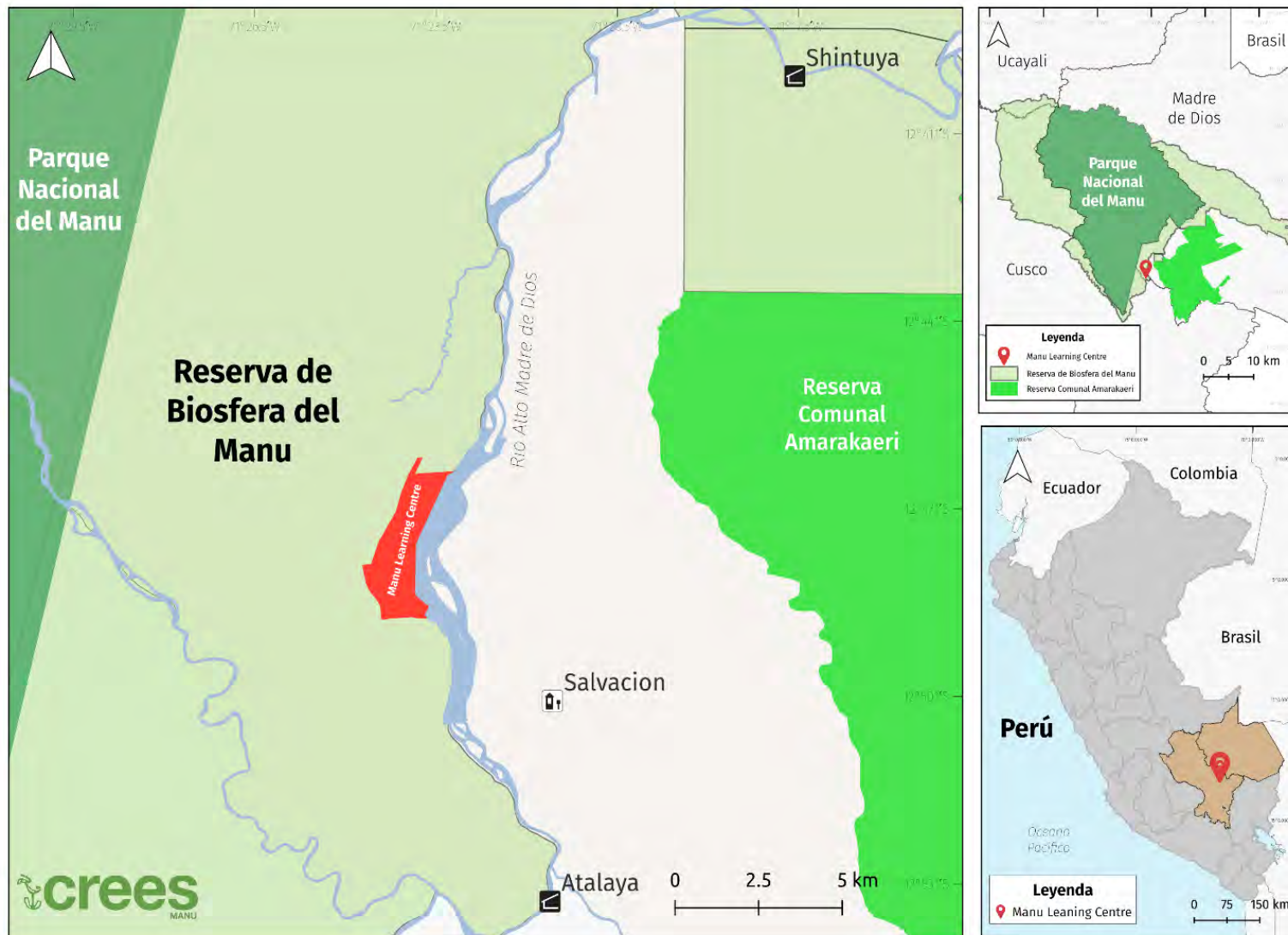


Figura 9 Mapa del Área de Estudio - Manu Learning Centre, elaborado en ArcGis 10.1. fuente: Crees

2.1.4 Clima

De acuerdo a SENAMHI (2021) corresponde al tipo de clima lluvioso, templado y muy húmedo; con temperaturas máximas anuales de 25°C a 29°C y mínimas de 11°C a 17°C; así como sumatorias anuales de precipitación que puede variar desde los 1200 mm hasta los 3000 mm aproximadamente, asimismo la temporada de lluvias va de octubre - abril y la temporada de secas de mayo - setiembre, pero durante todo el año pueden presentar lluvias inesperadas; las temperaturas varían durante el día y la noche.

	BOSQUE SELECTIVAMENTE TALADO Y AHORA EN REGENERACIÓN (SLR)	BOSQUE PARCIALMENTE TALADO Y AHORA EN REGENERACIÓN (PCR)	BOSQUE CLAREADO Y AHORA EN REGENERACIÓN (CCR)
Estratos arbóreos	Varían desde tamaños inferiores a 10 m y de hasta de 40 m de alto	Presentan plantas inferiores de 10 m y hasta de 30 m de alto	Alcanzan hasta los 15 m de alto
Familias más representativas	Icacinaceae, Meliaceae y Moraceae Las lianas y bejucos son comunes y entre las que sobresalen están <i>Abuta</i> sp. y <i>Strychnos</i> sp., se observa bastantes epifitos y el estrato herbáceo es casi inexistente	Lauraceae, Urticaceae y Arecaceae Existe poca presencia de lianas y bejucos. El estrato herbáceo es de cobertura media	Melastomataceae, Lauraceae, Rubiaceae y Fabaceae Presenta la especie de bambu y el género <i>Guadua</i> Casi no se observa la presencia de lianas, pero si gran cantidad de bejucos, el estrato herbáceo es muy tupido y abundante

Tabla 1 Vegetación Existente en Manu Learnig Centre (Whitworth et al., 2016).

2.2 MATERIALES

2.2.1 Material biológico

- Especímenes de Chilopoda (Myriapoda)
- Especímenes de Scarabaeidae (Coleoptera)

2.2.2 Material campo

- Agua
- Alcohol al 70%
- Atrayente - Atún
- Boca de lobo
- Bolsas de polipropileno transparentes medidas de 3 ½ x 8 x 2
- Cámara fotográfica
- Cinta de agua
- Colador
- Detergente
- Etiquetas
- Frascos de plástico 100ml
- GPS
- Libretas de campo
- Marcadores indelebles Artline 0.2
- Palita de mano
- Pinzas
- Tijera
- Vasos de plástico (polietileno)
- Plumón indeleble

2.2.3 Material laboratorio

- Agua
- Alcohol al 70%
- Alfileres entomológicos número 3, 0 y 00
- Bibliografía especializada / Claves taxonómicas
- Cajas entomológicas
- Cámara fotográfica
- Colador
- Corchos de 3.5 cm

- Estereoscópico Novel NSZ-608T
- Microscopio XCAM FULL HD CAMERA (TOUPCAM)
- Estilete
- Frascos con tapa rosca
- Laptop
- Marcadores indelebles Artline 0.2
- Pinceles
- Pinzas
- Pipetas de plástico de 3 ml
- Pissetas de 250 ml
- Placas Petri
- Tecnopor
- Tubos eppendorf de 1.5 ml
- Frascos crioviales de 2ml

2.2.4 Software

- ArcGIS 10.1
- Mendeley
- Microsoft Excel, versión 2016
- Microsoft Word, versión 2016
- Paint para Windows
- RStudio (tidyverse – BiodiversityR)

2.3 METODOLOGÍA

Para el trabajo de campo se utilizaron las siguientes metodologías:

Para Chilopoda:

2.3.1 Monolitos de suelo (Anderson & Ingram, 1993)

El monolito de suelo, es una herramienta muy apropiada para la investigación, relacionado a la agricultura, interacción del medio ambiental, actividad biológica, fauna del suelo, etc. (Martínez et al., 2010).

Es el método más utilizado para el muestreo de macrofauna del suelo, en el presente trabajo adaptamos la metodología para el muestreo de ciempiés. De este modo se delimitaron monolitos de 30 x 30 cm² y 9 cm² de profundidad (Fig. 10A). Para separar el monolito del suelo se utilizó palitas de mano, seguidamente, se colectaron los ciempiés haciendo uso de pinzas y pinceles (Fig. 10B); los ejemplares fueron conservados en frascos con alcohol al 70%, debidamente etiquetados.



Figura 10 Muestreo de Monolitos de Suelo, en la figura 10A se visualiza la búsqueda de ciempiés en el monolito y en la figura 10B se observa un ciempiés vivo del Orden Scolopndromorpha.

Cada punto de muestreo fue conformado por 5 monolitos de suelo, a una distancia de 20 metros entre sí y dispuestos en línea recta. En 3 rutas (A, B y C), se establecieron 3 puntos de muestreo por tipo de bosque (CCR, PCR y SLR) en los que se tomaron las muestras siempre en horario diurno por un periodo de 20 minutos por cada monolito. Cada ruta se visitó en vueltas semanales de 6 días de muestreo, acumulando un total de 1620 horas de muestreo por las tres rutas como esfuerzo total, realizado entre los meses de junio del 2021 a febrero del 2022 (Tabla. 2).

Tipo de Bosque	# Vueltas	Esfuerzo (horas)
CCR	18	540
PCR	17	510
SLR	19	570
Total		1620

Tabla 2 Esfuerzo por punto de muestreo de Chilopoda

Para Scarabaeidae:

2.3.2 Método de trampas de caída (Keith & Heng, 2010)

Las trampas consistían en vasos de plástico (polietileno) de forma circular de 16cm de alto x 12cm de ancho, con 5 ml de agua con jabón biodegradable (para cortar la tensión superficial), que fueron ubicados al ras del suelo (Fig. 11A), con el objetivo de capturar los escarabajos que pasaron sobre ella; estos vasos se colocaron con y sin atrayente; el atrayente fue atún. La finalidad del atrayente fue precisamente la de atraer a individuos de la familia Scarabaeidae, más no medir la efectividad de su funcionamiento.



Figura 11 Muestreo de Trampas Pitfall, 11A se visualiza una de las trampas pitfall con el atrayente y 11B. Se observa la forma como se guardado las muestras colectadas en las trampas pitfall.

Las trampas de caída se colocaron paralelas a los puntos de monolitos de suelo. Cada punto de muestreo fue conformado por un transecto lineal de 10 trampas colocadas a 10 metros entre sí. En 3 rutas (A, B y C), se establecieron 3 puntos de muestreo por tipo de bosque (CCR, PCR y SLR), evaluándose 30 trampas pitfall en cada ruta y cada tipo de bosque. Las muestras fueron tomadas diariamente y se guardaron en bolsas con alcohol con sus respectivas etiquetas (Fig.11B), para su posterior revisión en el laboratorio.

Las muestras se tomaron, cada día por 24 horas de muestreo. Cada ruta se visitó en vueltas semanales de 6 días de muestreo, acumulando un total de 7632 horas de muestreo por las tres rutas como esfuerzo total, realizado entre los meses de junio del 2021 a febrero del 2022 (Tabla 3).

Tipo de Bosque	# Vueltas	Esfuerzo (horas)
CCR	17	2448
PCR	17	2448
SLR	19	2736
Total		7632

Tabla 3. Esfuerzo por punto de muestreo de Scarabaeidae

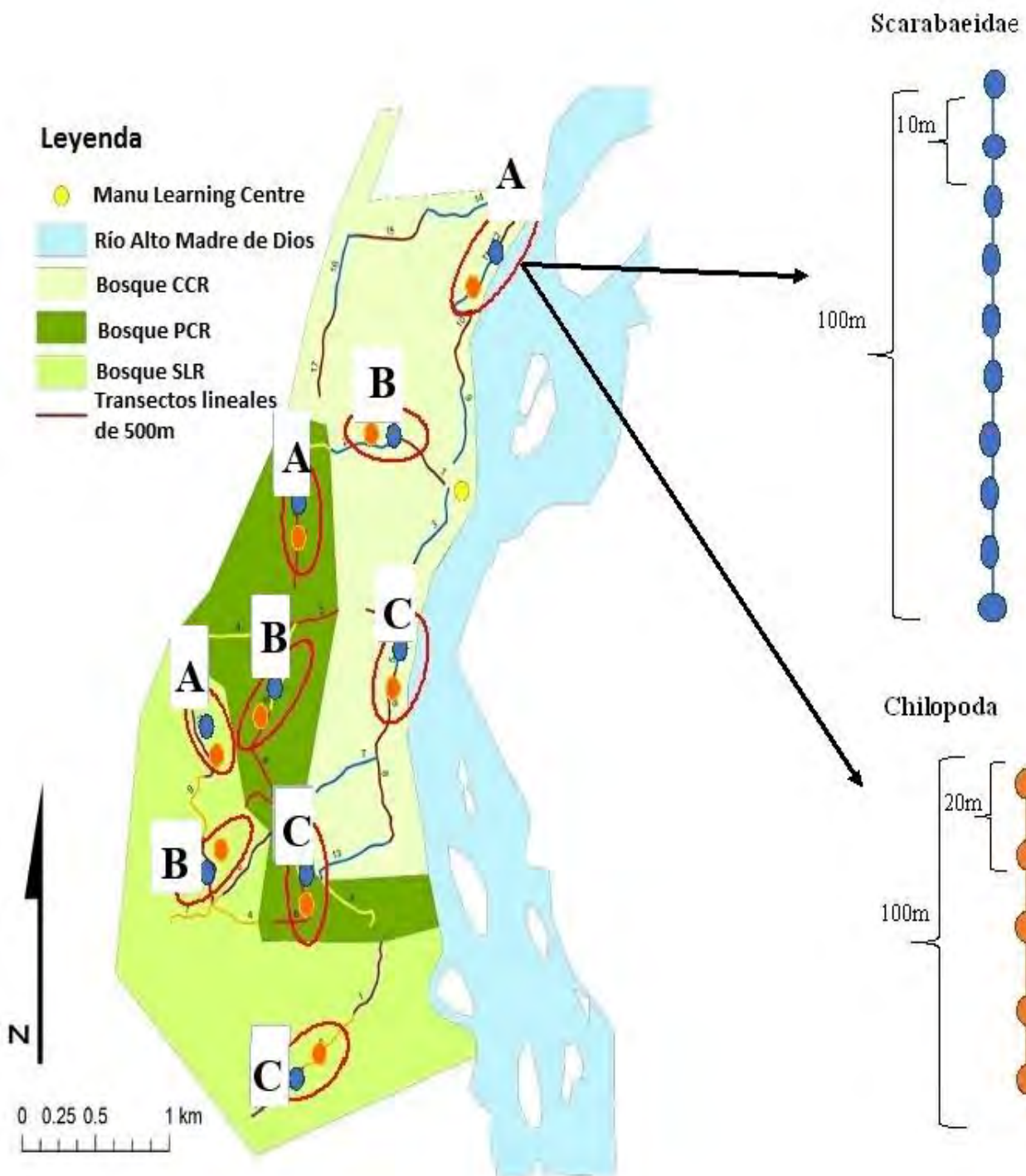


Figura 12 Puntos de muestreo, en cada tipo de bosque, Chilopoda puntos de color naranja (monolitos de suelo) y Scarabaeidae puntos de color azul (trampas pitfall) (Fuente: ArcGis 10.1).

Ruta	ID	Localización	Tipo de Bosque	Coordenadas de ubicación	
R1	A	T2-300	CCR	12°47'10.63" S	71°23'33.18" W
		T2-1700	PCR	12°47'30.06" S	71°24'14.26" W
		T7-1500	SLR	12°47'39.89" S	71°24'30.50" W
R2	B	T2-1000	CCR	12°47'23.12" S	71°23'53.78" W
		T3-400	PCR	12°47'34.16" S	71°24'07.60" W
		T6-800	SLR	12°48'16.08" S	71°24'27.55" W
R3	C	T5-500	CCR	12°48'03.57" S	71°23'43.85" W
		T5-1300	PCR	12°48'14.73" S	71°23'53.00" W
		CH-100	SLR	12°48'26.03" S	71°23'48.20" W

Tabla 4. Coordenadas de los puntos de muestreo

2.3.3 Procesamiento de muestras de Chilopoda

Los ejemplares colectados fueron trasladados al laboratorio de Crees Foundation, sede en Cusco, para su respectiva curación. El procesamiento se inició con la separación por morfotipos, con ayuda de estereoscopio, placas petri, alcohol, pinzas y pinceles. Posteriormente las muestras se conservaron en alcohol al 70 % con sus respectivas etiquetas. (Fig.13A).

2.3.4 Procesamiento de muestras de Scarabaeidae

Para el curado del material de Scarabaeidae, las muestras colectadas se trasladaron al laboratorio de Crees Foundation, sede en Cusco. Las muestras fueron separadas por morfotipos, con ayuda de pinzas, alcohol, agua, cernidor, placas petri. Seguidamente fueron montados con alfileres entomológicos con sus respectivas etiquetas y proceder con la determinación (Fig. 13B).



Figura 13 Separación por Morfotipos de Chilopoda y Scarabaeidae, 13A. Vista de morfotipos Chilopoda y 13B. Montaje por morfotipos de Scarabaeidae.

2.3.5 Determinación de Chilopoda

Para la determinación de Chilopoda se tomaron en cuenta las siguientes características: número de segmentos del cuerpo, presencia o ausencia de ocelos, forma y número de artejos de la antena, forma de las patas anales y entre otros dependiendo del grupo taxonómico (Fig. 14A).

Se siguieron:

Terminología: Bonato et al. (2010)

Claves dicotómicas: Chagas (2003); Júnior (2008); Vega & Ruiz (2014); Shelley & Kiser (2000); Adis (2002); Foddai et al. (2000)

Descripciones: Bollmam (1889); Chagas (2013); Schileyko (2018); Chagas (2012); (Cupul (2014a)

Guías taxonómicas: Cupul (2014b); Cupul (2011); Cupul & Flores (2016); Bonato et al., (2016).

Para la corroboración de la determinación de las especies se consultó con los especialistas: Dr. Fabio Cupul Magaña y Dr. Amazonas Chagas Junior.

Todo los morfotipos fueron contabilizados y determinados en el Laboratorio de Aracnología y Zoología de la Escuela Profesional de Biología – UNSAAC haciendo uso del Estereoscópico Novel NSZ-608T. Las fotografías fueron tomadas en el laboratorio de Crees Foundation con el microscopio XCAM FULL HD CAMERA (TOUPCAM). Finalmente, el material colectado está depositado en el Laboratorio de Crees Foundation.

2.3.6 Determinación de Scarabaeidae

Para determinación de Scarabaeidae (Scarabaeinae) se tomaron en cuenta las siguientes características: presencia y ausencia del escutelo, forma del clípeo, forma del pronoto, forma de los élitros, color y forma de las patas y entre otros dependiendo del grupo taxonómico (Fig.14B).

Terminología: Vaz De Mello et al. (2011a).

Claves dicotómicas : Edmonds (2004); González & Vaz De Mello (2021); Génier (1996) y Edmonds & Zidek (2010), Chamorro et al. (2018); Chamorro et al., (2014); Federal et al. (2015); Vaz De Mello et al. (2011b); Kohlmann & Solís (2006); Canhedo (2006); Chamorro et al.(2018); Cupello (2018); Silva et al. (2015); Génier (2009); González & Vaz De Mello (2014); Kohlmann, Arriaga & Rös (2018); Kohlmann et al.(2018); Kohlmann & Vaz de Mello (2018); Moctezuma (2019); Zunino & Halffter (1997); González (2009); Nunes & Vaz de Mello (2019); Carvalho De Santana (2019) y Nazaré & Silva (2021).

Descripciones: Martinez (1986) y Kohlmann & Solis (2001).

Guías taxonómicas: Cultid et al., (2012).

La determinación fue realizada mediante el uso del estereoscopio trinocular luz incidente y transmitida USAMED SZTI – LED y microscopio XCAM FULL HD CAMERA (TOUPCAM) en el laboratorio de Crees Foundation. Todo el material colectado de Scarabaeidae fue depositado con sus respectivas cajas entomológicas en el laboratorio de Crees Foundation sede Cusco.



Figura 14. 14A. Vista de la determinación de Chilopoda. 14B. Vista de la determinación de Scarabaeidae con ayuda de las claves.

2.4 ANÁLISIS DE DATOS

Abundancia: La abundancia es el número de individuos de una especie en una área determinada; se distinguen entre la abundancia absoluta (número de individuos por área) y abundancia relativa definida como la proporción porcentual con respecto al total de individuos de la comunidad (Legendre & Legendre., 1998).

$$A = \frac{n}{N}$$

Donde:

A: Abundancia

n: Número de individuos en una especie

N: Número total de individuos

Curva de rango-abundancia: Describe la estructura de las comunidades en términos de la abundancia proporcional de cada especie, es decir, la proporción que representan los individuos de una especie en particular respecto al total de individuos de la comunidad, donde el eje X, nos indica la especie más abundante toma el valor de 1 y el eje Y, nos indica la proporción de la abundancia total con respecto a la especies, así mismo el máximo valor X indicar la riqueza

mientras que la pendiente de la curva indica la equitatividad (a más pendiente menos equitatividad) (Moreno , 2001).

2.4.1 Índices para medir la diversidad alfa

Diversidad Alfa: Es la diversidad de especies de una comunidad determinada y que se considera homogénea, por lo tanto, a nivel “local” (Villareal et al., 2004).

Índice de dominancia

Estos índices están basados en la dominancia que son parámetros inversos a la definición de uniformidad o equidad de la comunidad. Toman en cuenta la representatividad de las especies que presenten mayor valor de importancia numérica, sin importar la contribución del resto de las especies (Moreno, 2001).

Índice de Simpson: Muestra la probabilidad de que dos individuos sacados al azar de una muestra correspondan a la misma especie, que está representada por la letra D, que hace referencia a la dominancia. (Moreno , 2001).

$$SI = \sum_{i=1}^n Pi^2$$

Donde:

Pi: Proporción del total de la muestra que corresponde a la especie i

N: Número de especies

Índice inverso de Simpson:

El índice de Simpson varía inversamente con la heterogeneidad. Para mayor claridad, es deseable que los valores (altos y bajos) se correspondan a valores (altos y bajos) de diversidad. Para ello se ha propuesto el índice de Simpson se substraiga de su valor máximo posible de 1, este índice varía de 0 a 1, que mide la diversidad. (Legendre & Legendre, 1998).

$$D = 1 - \sum_{i=1}^n Pi^2$$

Donde:

Pi: Proporción de total de la muestra que corresponde a la especie i

N: Número de especies

Índice de equidad: Tiene en cuenta la abundancia de cada especie y que tan uniformemente se encuentra distribuidos (Legendre & Legendre, 1998), además los índices más reconocidos sobre la diversidad se basan principalmente en el concepto de equidad (Moreno, 2001).

Índice de Shannon y Wiener: Indica que tan uniformes están representadas las especies (en abundancia) teniendo en cuenta todas las especies muestreadas, asumiendo que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representando en la muestra. Adquieren valores entre cero cuando hay una sola especie y logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos. (Villareal et al 2004).

$$H' = - \sum_{i=1}^n P_i \ln P_i$$

Donde:

P_i: Proporción del total de la muestra que corresponde a la especie i

N: Número de especies

Curva de acumulación de especies

Es una herramienta muy útil para el análisis de la riqueza específica, de muestras de diferentes tamaños de especies, cuanto mayor sea el esfuerzo, mayor será el número de especies colectadas (Moreno, 2001).

Permite:

- Dar fiabilidad a los inventarios biológicos y posibilitar su comparación
- Dar una mejor planificación del trabajo de muestreo
- Estimar el esfuerzo requerido para conseguir inventarios fiables
- Extrapolar el número de especies observando, para estimar el total de las especies presentes en la zona.

Donde el eje X, muestra el esfuerzo de muestro efectuado (n, unidad de esfuerzo). Mientras que el eje Y representa el número de especies encontradas para cada nivel de muestreo dado (S_n). Y la asíntota predicha por la función (S_{total} = 91,99 especies)(Jimenes & Hortal, 2003)

2.4.2 Prueba de Shapiro – Wilks

Esta prueba se usa para contrastar la normalidad de un conjunto de datos, asimismo, se aplica cuando las muestras están compuestas por menos de 50 elementos, ósea cuando presentan

muestras pequeñas. Asimismo, nos ayuda a estimar si una variable tiene una distribución normal o no.

El test de Shapiro- Wilks, plantea una hipótesis nula, indicando que la muestra proviene de una distribución normal, el nivel de significancia es 0.05 y la hipótesis alterna que indica que la distribución no es normal (Royston,1982).

H₀: La distribución es normal

H₁: La distribución no es normal

2.4.3 Prueba de Kruskal – Wallis

Considerada con una prueba no paramétrica, que se usa para comparar muestras de dos o más grupos de observaciones independientes. Esta prueba no requiere que los grupos se distribuyan normalmente y es más estable a los valores atípicos.

El nivel de significación de 0.05 indica un riesgo del 5% de concluir que existe una diferencia, cuando no existe una diferencia real.

- Si el valor de p menor o igual que el valor de significancia 0.05, la diferencia entre algunas de las medianas es estadísticamente significativas, entonces no todas las medianas son iguales.
- Si el valor de p es mayor que el valor de significancia, la diferencia entre las medianas, no son estadísticamente significativas, indica que no tiene suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula, que las medianas de una población son todas iguales (Molina & Rodrigo, 2014).

2.4.4 Índices para medir la diversidad beta

Diversidad Beta: Es la medida del grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre las comunidades que se encuentran en un área mayor (Legendre P. & Legendre L., 1998).

Índice con datos cualitativos

Índice de Jaccard: Relaciona el número de especies compartidas con el número total de especies exclusivas, el intervalo de valores va de 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios y 1 cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies. (Moreno, 2001).

$$If = \frac{c}{a + b - c}$$

Donde:

a = Número de especies presentes en el sitio A

b = Número de especies presentes en el sitio B

c = Número de especies presentes en ambos sitios A y B.

Índice con datos cuantitativos

Índice de Morisita - Horn: Relaciona con la riqueza de especies y el tamaño de las muestras y es altamente sensible a la abundancia de las especies más abundantes (Legendre & Legendre, 1998; Moreno, 2001).

$$Imh = \frac{2 \sum(an * bn)}{(da + db)aN * bN}$$

Donde:

an= Número de individuos de la j-iesima especie en el sitio A

bn= Número de individuos de la j-iesima especie en el sitio B

$$da = \frac{\sum an^2}{aN^2}$$

$$db = \frac{\sum bn^2}{bN^2}$$

aN= Número total de individuos en el sitio A

bN= Número total de individuos en el sitio B

CAPITULO III

RESULTADOS

3.1 Clase Chilopoda

Se colectaron 217 individuos de Chilopoda que fueron agrupados en 3 órdenes, 6 familias, 9 géneros y 12 especies (tabla 5). Además, se registra una posible nueva especie.

N°	Orden	Familia	Especie	CCR	PCR	SLR
1	Geophilomorpha	Geophilidae	<i>Geophilus sp</i>	29	21	52
2	Scolopendromorpha	Cryptopidae	<i>Cryptops sp</i>	4	0	14
3	Geophilomorpha	Orydae	<i>Orphnaeus brevilabiatus</i>	12	0	0
4	Scolopendromorpha	Scolopendridae	<i>Rhysida celeris</i>	6	8	10
5	Scolopendromorpha	Scolopocryptopidae	<i>Newportia weyrauchi</i>	2	1	8
6	Scolopendromorpha	Scolopendridae	<i>Otostigmus amazonae</i>	5	7	4
7	Scolopendromorpha	Scolopocryptopidae	<i>Scolopocryptops ferrugineus</i>	5	7	2
8	Lithobiomorpha	Lithobiidae	<i>Lithobius sp</i>	0	3	4
9	Scolopendromorpha	Scolopendridae	<i>Otostigmus scabricauda</i>	1	4	3
10	Scolopendromorpha	Scolopocryptopidae	<i>Newportia sp</i>	0	0	1
11	Scolopendromorpha	Scolopendridae	<i>Otostigmus pococki</i>	0	0	1
12	Scolopendromorpha	Scolopendridae	<i>Scolopendra galapagoensis</i>	1	1	1
Total				65	52	100

Tabla 5 Clase Chilopoda

3.2 Familia Scarabaeidae

La familia Scarabaeidae está representada por 2210 individuos en total, que fueron agrupados en 12 géneros y 29 especies de los cuales uno de ellos posiblemente corresponda a una nueva especie.

Nº	Orden	Familia	Especie	CCR	PCR	SLR
1	Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Onthophagus xanthomerus</i>	38	310	72
2	Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Deltochillum granulatum</i>	153	188	50
3	Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Coprophaneus telamon</i>	132	114	91
4	Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Scybalocanthon aureus</i>	35	49	99
5	Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Deltochillum carinatum</i>	79	83	40
6	Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Deltochillum aff aespericolle</i>	17	23	77
7	Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Deltochillum peruanum</i>	48	62	57
8	Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Deltochillum aff genieri</i>	12	24	60
9	Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Onthophagus sp</i>	0	9	59
10	Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Canthidium sp4.</i>	35	32	24
11	Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Eurysternus cayennensis</i>	1	1	14
12	Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Dichotomius fortestriatus</i>	0	12	5
13	Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Canthidium sp1.</i>	3	6	10
14	Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Canthidium sp2.</i>	2	5	10
15	Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Deltochillum orbiculare</i>	2	10	3
16	Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Dichotomius achamas</i>	0	4	9
17	Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Canthidium sp5.</i>	0	4	7
18	Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Deltochillum amazonicum</i>	0	2	5
19	Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Ateuchus sp1.</i>	0	0	4
20	Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Canthidium sp3.</i>	0	3	3
21	Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Onthophagus haematopus</i>	0	1	3
22	Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Oxysternum silenus</i>	0	0	2
23	Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Scybalocanthon sp</i>	0	0	2
24	Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Anomiopus brevipes</i>	0	1	1
25	Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Ateuchus sp2.</i>	1	1	0
26	Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Dichotomius mamilatus</i>	0	1	0
27	Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Ontherus raptor</i>	0	1	0
28	Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Oxysternum spiniferum</i>	0	0	1
29	Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Sylvicanthon attenboroughi</i>	0	0	1
Total				558	946	709

Tabla 6 Familia Scarabaeidae

3.3 Tratamiento taxonómico

Arthropoda Latreille, 1829

Myriapoda Latreille, 1797

Chilopoda Latreille, 1817

Geophilomorpha Pocock, 1895

3.3.1 *Geophilus* Leach, 1814

Presentan un cuerpo estrecho y alargado, antenas invariablemente con 14 artejos (Fig. 15A), atenuadas o robustas, sin ocelos, con un número elevado de pares de patas de 29 a 191 pares de patas.

3.3.1.1 *Geophilus sp. 1*

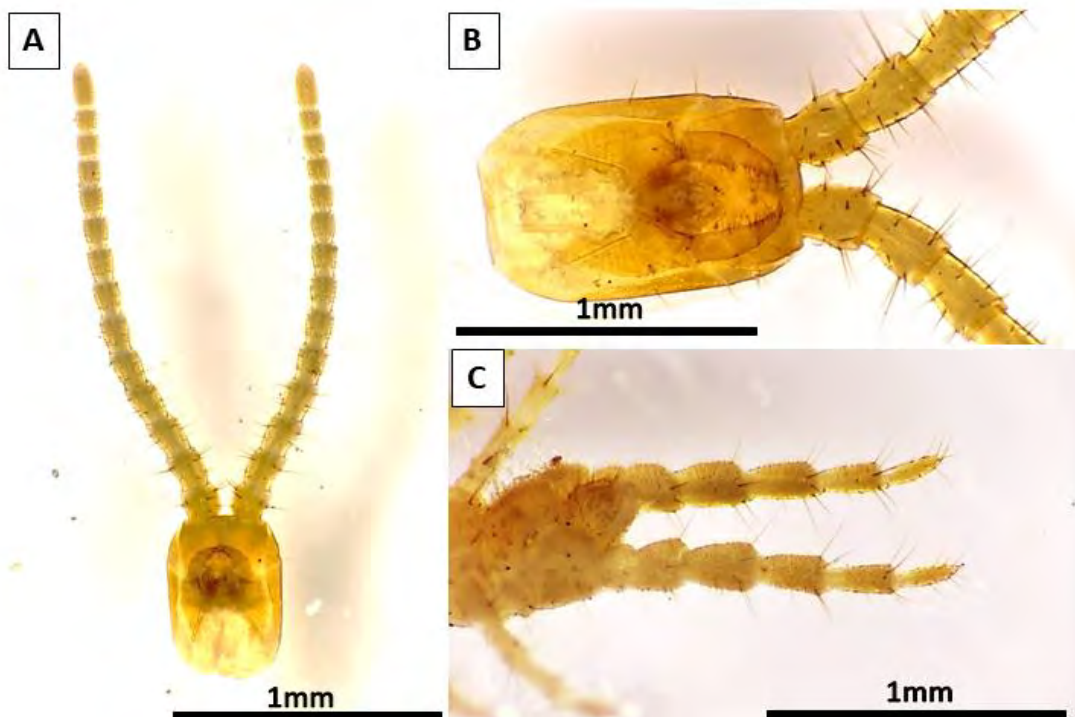


Figura 15 Estructura morfológica de *Geophilus sp.* 15A. Vista ventral de placa cefálica, 2.5X.; 15B. vista del segundo palpo labial, 5X. y 15C. Vista ventral de las patas anales, 2.5X.

Diagnosis: Forcípula con dientes medios, segunda maxila con espina terminal simple (Fig.15B), último par de patas con espina apical, compuesto de seis segmentos que termina con una garra (Fig.15C).

3.3.2 *Orphnaeus* Meinert, 1870

3.3.2.1 *Orphnaeus brevilabiatus* Newport, 1845

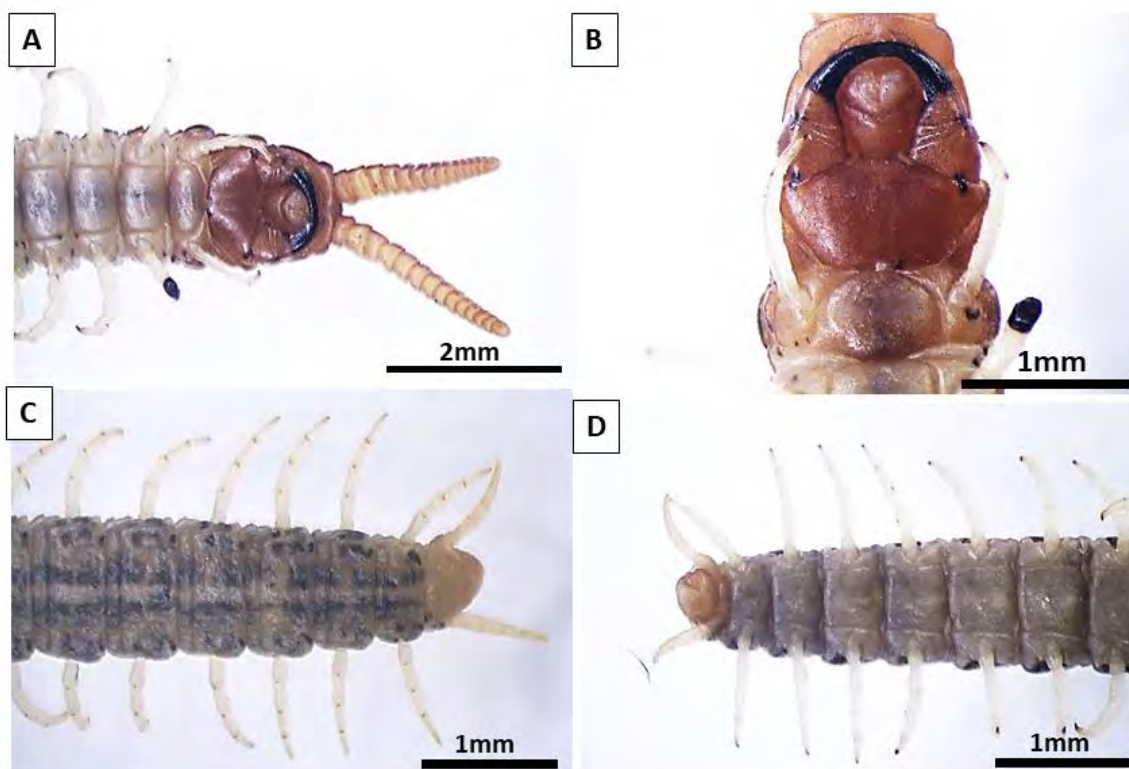


Figura 16 Morfología de la estructura externa de *Orphnaeus brevilabiatus*, 16A. Vista ventral de la placa cefálica con los primeros cuatro esternitos, 1.5X.; 16B. Vista Ventral de las forcípulas, 2.5X.; 16C. Vista dorsal de los siete últimos terguitos y de las patas anales.

Diagnosis: Se caracterizan, por tener “una cápsula cefálica pequeña en relación a la longitud del cuerpo (Fig.16A), con antenas cortas y robustas (Fig.16A), segmento forcipular ancho con un coxoesternito corto y telopoditos sin denticulos (Fig.16B), garras de la segunda maxila con filamentos y coxopleura débilmente alargada, usualmente sin poros (Fig.16B), resaltan la posesión de coxopleuras de las patas terminales sin poros (Fig.16C y 16D).

Scolopendromorpha Pocock, 1895

3.3.1 *Cryptops* Leach, 1814

Con 21 segmentos y sin ocelos (Fig.17A), patas terminales rectas en ejemplares vivos y comúnmente con el tarso flexionado contra la tibia en especímenes preservados; por lo general la tibia y el tarso 1 con espinas, las cuales están acomodadas con hileras y presentan una apariencia de dientes afilados en forma de cierra (Fig.17D).

3.3.1.1 *Cryptops sp.1*

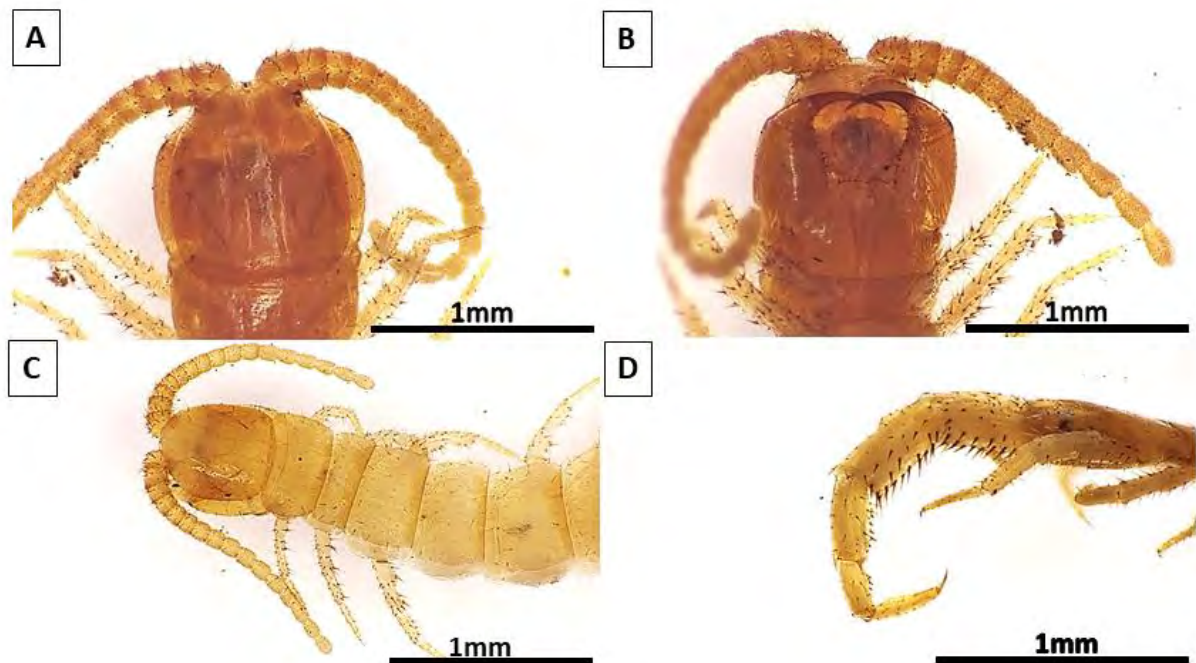


Figura 17 Estructura Morfológica de *Cryptops sp.1*, 17A Vista dorsal de la placa cefálica y de los primeros terguitos, 2X; 17B. Vista dorsal de las suturas de la placa cefálica, 3.5X; 17C. Vista ventral de la placa cefálica y de los esternitos, 2X y Vista lateral de la pata analas, 3.8X.

Diagnosis: Terguito 1 con una sutura transversa (Fig. 17A), estructura de la glándula venenosa, forma y disposición de las setas en la región anterior de la forcípula (Fig. 17B), las suturas en la placa cefálica (Fig. 17B), la forma del esternito 21, la pigmentación subcutánea puede estar invariablemente presente en algunas especies (Fig. 17C).

3.3.1 *Rhysida* Wood, 1862

Cuerpo de color azul claro o verde oliva, presenta 20 artejos en cada lado de la antena (Fig. 18A), primer terguito sobrepuesta en la placa cefálica (Fig. 18A); los dos primeros artículos y la $\frac{3}{4}$ parte de la superficie ventral glabras sin pelos y con placa dental de 4x4–4x5 – 5x5 (Fig. 18B), proceso coxopleural del coxopleurón con dos espinas apicales (Fig. 18B) y espiráculos ovalados en los segmentos 3,5,7,8,10,12,14,16,18 y 20 del cuerpo (Fig. 18D),

3.3.1.1 *Rhysida celeris* Humbert & Saussure, 1870

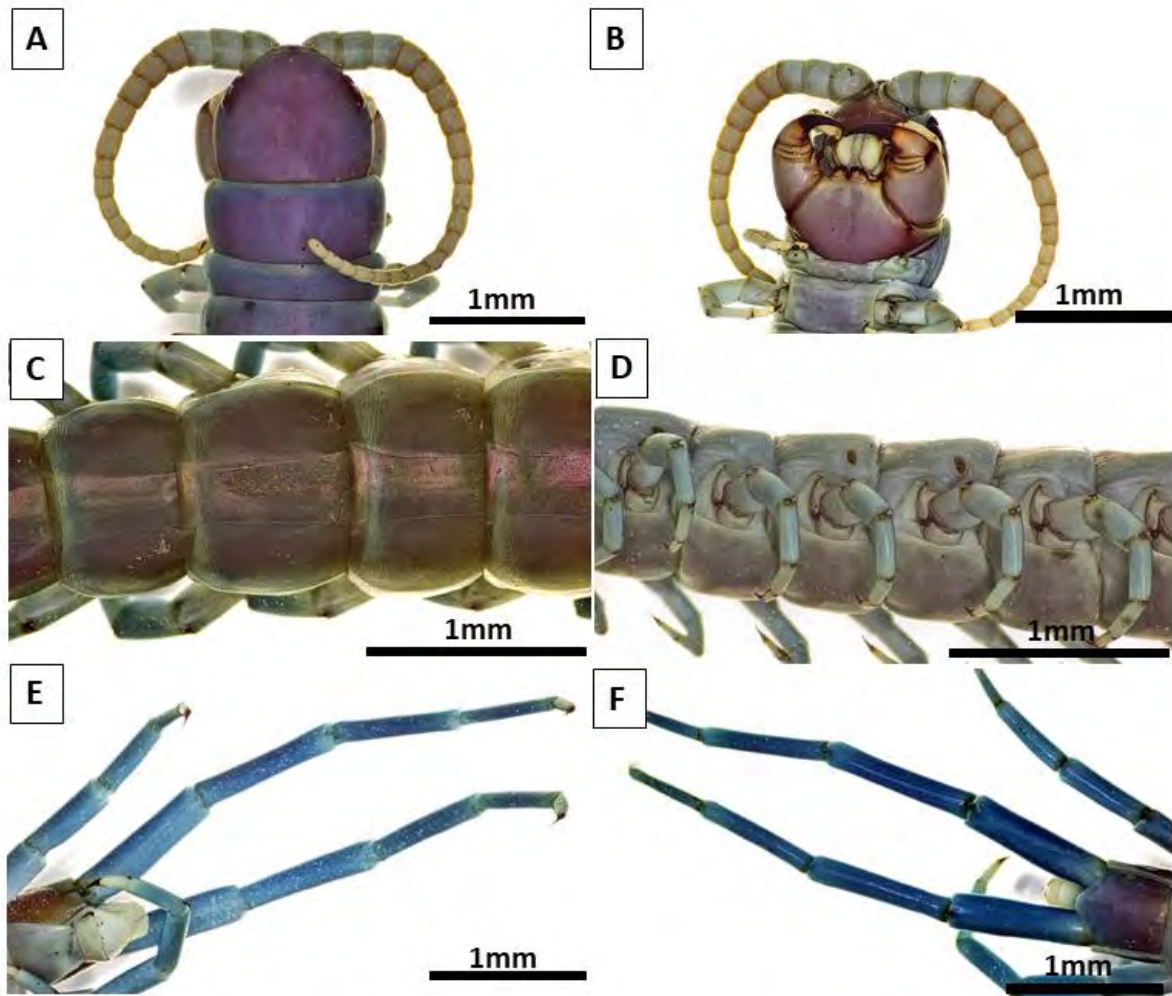


Figura 18 Estructura Morfológica de *Rhysida celeris*, 18A. Vista dorsal de la placa cefálica, 0.7X; 18B. Vista de los dientes, 1X; 18C. Vista lateral de los espiráculos, 0.7X; 18D. Vista de los tergitos, 0.7X y 18E y 18F. Vista dorsal y ventral de las patas anales 0.7X.

Diagnosis: Con márgenes laterales bien marcados a partir del segmento 11 al 21 (Fig.18C), patas anales largas, sin espinas en el pre fémur, sin espuela en el primer tarso y en el segundo tarso con dos garrillas y garra terminal (Fig.18E), borde posterior del terguito 21 cóncavo (Fig.18F).

3.3.2 *Otostigmus* Porat, 1887

Presentan 21 segmentos, con cuatro ocelos en cada lado de la placa cefálica (Fig. 19A), con 17 a 18 artejos en cada una de las antenas (Fig. 19A), suturas paramedianas, vista dorsal (Fig. 19B) y vista ventral (Fig. 19C)

3.3.2.1 *Otostigmus amazonae* Chamberlin, 1914

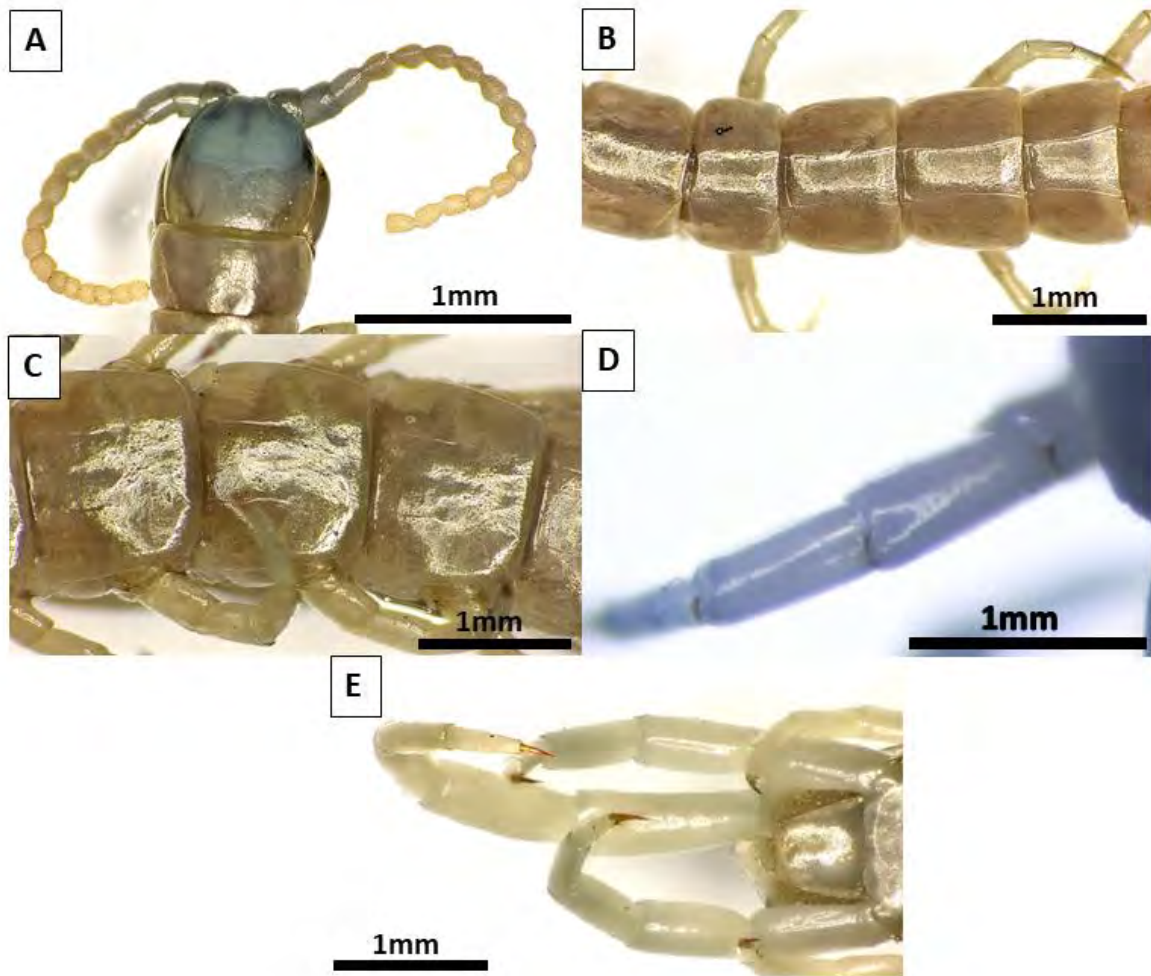


Figura 19 Estructura Morfológica de *Otostigmus amazonae*, 19A. Vista dorsal de la placa cefálica, 0.7X.; 19B. Vista dorsal de los terguitos, 0.7X; 19C. Vista ventral de los esternitos, 0.7X.; 19D. Vista de las patas caminadoras, 1X; 19E. Vista ventral de las patas anales, 1X; 19F. Vista de la quilla, 2X.

Diagnosis: Con dos espuelas en el primer tarso a partir de la primera pata hasta la tercera o cuarta pata (Fig. 19D), presentan una sola espuela en el primer tarso a partir del 5 a la 20ava pata; presencia de quillas en el pre fémur y fémur en vista dorsal (Fig. 19D); patas anales largas, sin espuela en el primer tarso y en el segundo tarso con dos garrillas y garra terminal (Fig. 19E).

3.3.2.2 *Otostigma scabricauda* Humbert & Saussure, 1870

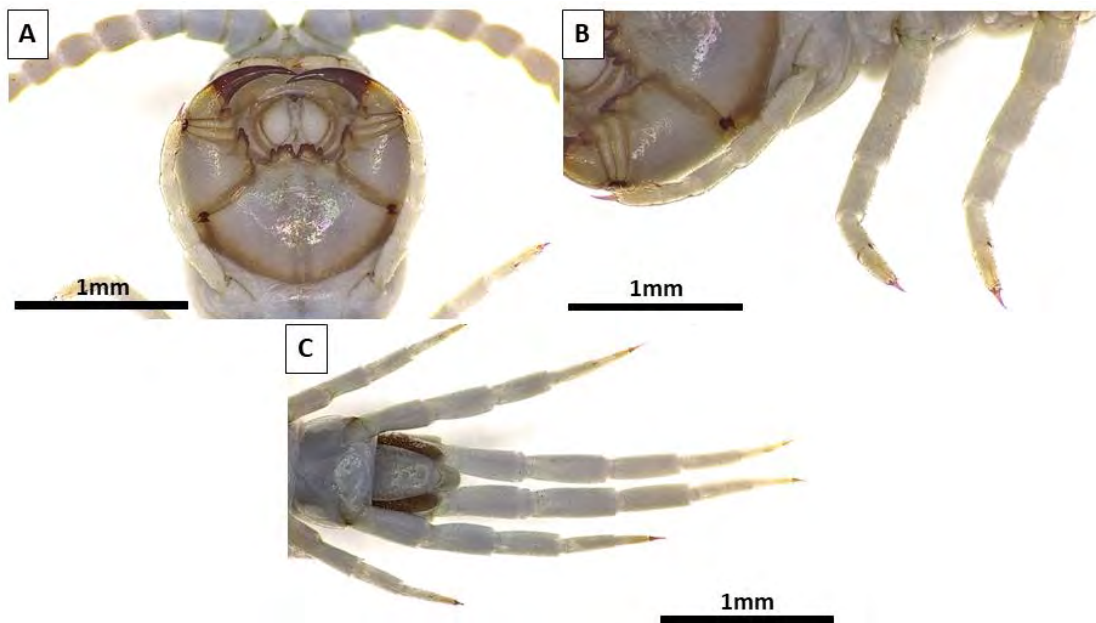


Figura 20 Estructura Morfológica de *Otostigma scabricauda*, 20A. Vista de las tres primeras patas, 1X, 20B. Vista ventral de las patas anales, 1X.

Diagnosis: Placa cefálica con forcípulas en forma de pinzas (Fig. 20A), las primeras dos patas con dos espuelas en el primer tarso (Fig. 20B), patas anales largas con una sutura transversa y sin espinas en el pre fémur, ausencia de espuela en el primer y segundo tarso, con dos garrillas y una garra terminal en cada pata terminal.

3.3.2.3 *Otostigma pococki* Kraepelin, 1903

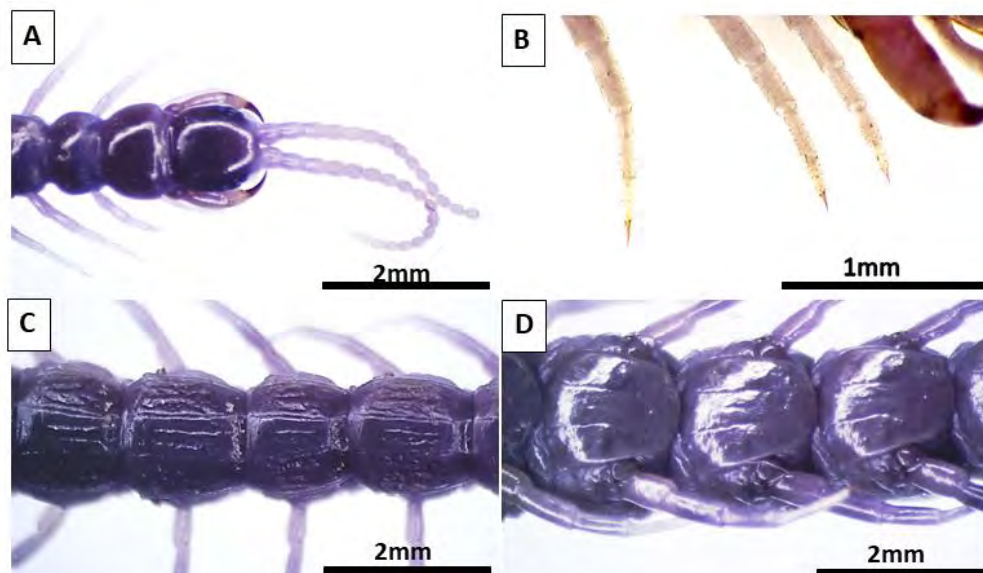


Figura 21 Morfología de *Otostigma pococki*, 21A. Vista dorsal de la placa cefálica y los tres primeros terguitos, 0.7X; 21B. Vista de las tres primeras patas caminadoras, 2X; 21C. Vista de los esternitos, 0.7X y 21D. Vista de los terguitos.

Diagnosis: Primer terguito no sobrepuesto en la placa cefálica (Fig. 21A); primera pata con dos espuelas en el primer tarso (Fig. 21B); terguitos con suturas paramedianas; con quilla en el pre femur a partir del 5 al 20 par de pata (Fig. 21C); esternitos con sutura paramediana (Fig. 21D); patas anales largas, sin espuela en el primer tarso y en el segundo tarso con dos garrillas y una garra terminal.

3.3.3 *Scolopocryptops* Newport, 1845

No presentan ocelos, con 23 segmentos incluidos las patas terminales que son rectas y relativamente esbeltas. (Fig.22E), placa dental formada por dos dientes internos y dos externos los márgenes internos y externos levemente aguda (Fig.22B), pre fémur con un macizo proceso espinoso en posición ventral media (Fig.22D), patas terminales rectas y relativamente esbeltas (Fig. 22E).

3.3.3.1 *Scolopocryptops ferrugineus* Linnaeus, 1767

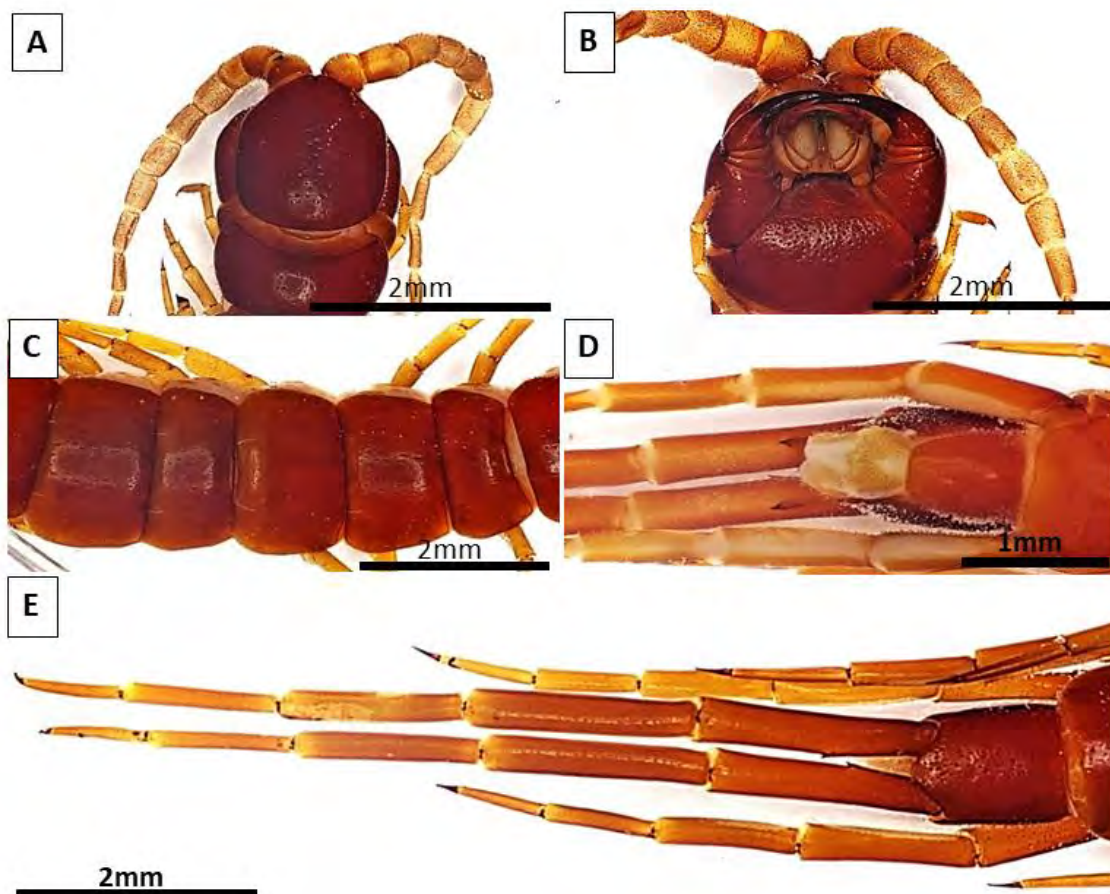


Figura 22 Estructura Morfológica de *Scolopocryptops ferrugineus*, 22A y 22B Vista ventral y dorsal de la placa cefálica, 1X; 22C. Vista de los terguitos, 1X; 22D. Vista ventral del último terguito, 2X y 22E. Vista dorsal de las patas anales, 1X.

Diagnosis: Terguitos lisos, con surco semicircular anterior, no recubierto a la placa cefálica (Fig.22A), surcos paramedianos completos a partir del 5-22 terguito (Fig.22C). Borde posterior de la coxopleura presenta una proyección quitinosa con punta roma (Fig. 22E). Del 1 al 20 con dos espolones tibiales y del 21 al 23 con solo un espolón tibial, prefemur de la última pierna con proceso espinoso ventral grande (Fig. 22D).

3.3.1 *Newportia* Gervais, 1847

Miden entre de 2.2 mm a 5.5 mm. Poseen el cuerpo generalmente de color amarillo, con 23 segmentos, incluido las patas anales, (Fig.23A). Presentan 17 o 18 artejos en las antenas (Fig.23B), patas terminales rectas (Fig.23E), pre fémur con proceso espinoso en la posición ventral media (Fig.23D).

3.3.1.1 *Newportia weyrauchi* Chamberlin, 1955

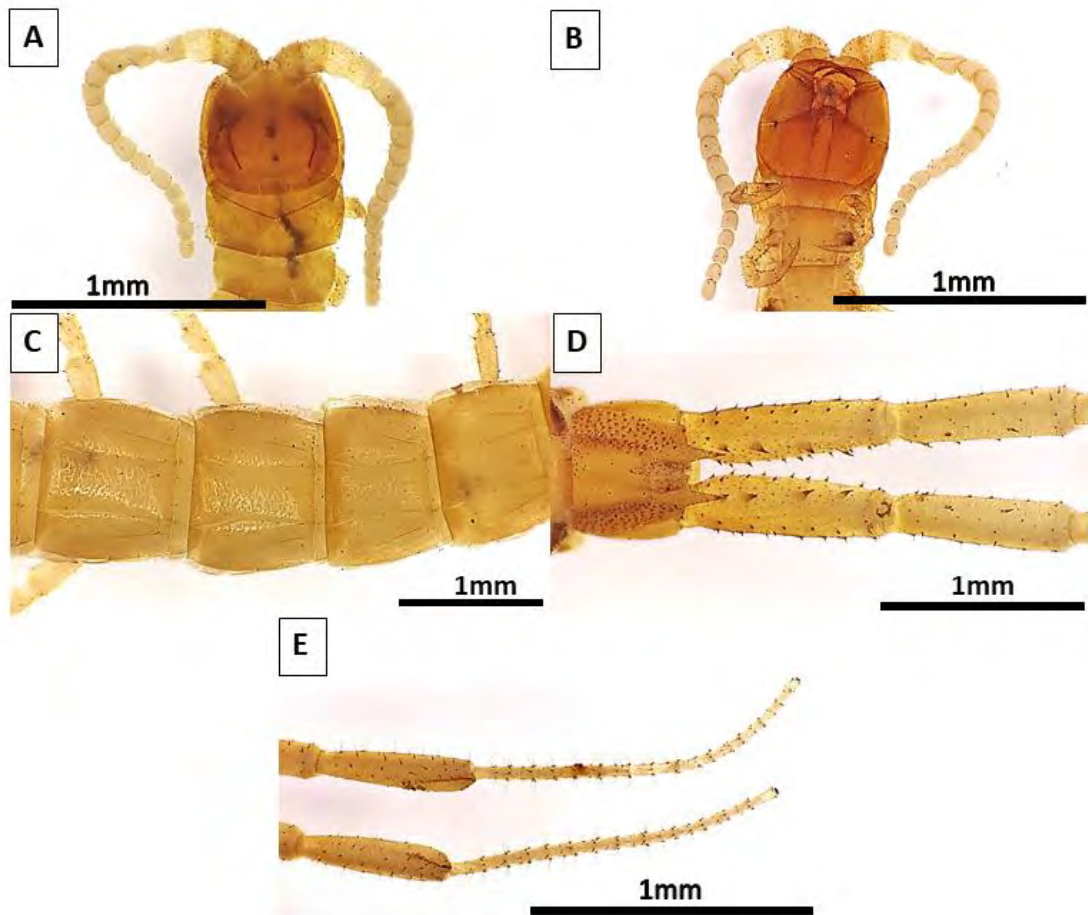


Figura 23 Estructura Morfológica de *Newportia weyrauchi*, 23A y 23B. Vista ventral y dorsal de placa cefálica, 2X; 23C. Vista ventral de la pata anal, 2X; Vista del pre fémur, 3.5X y 23E. Vista de los tarsitos, 4.5 X.

Diagnosis: Terguito 1 con una sutura transversa anterior en forma de ángulo muy obtuso y con suturas paramediana bifurcada anteriormente, formando así una “W” justo detrás de la sutura

transversa anterior (Fig. 23A). Prefémur de piernas definitivas con 4 apófisis espinosas ventrales (Fig.23D), tarso compuesto con 15 artículos (Fig.23E) segundo tarso de las últimas patas con terguitos no distinguibles (Fig.23E), patas sin espolones tarsianos, tibia de las últimas piernas tan larga como el fémur (Fig. 23D).

3.3.1.2 *Newportia sp. 1*

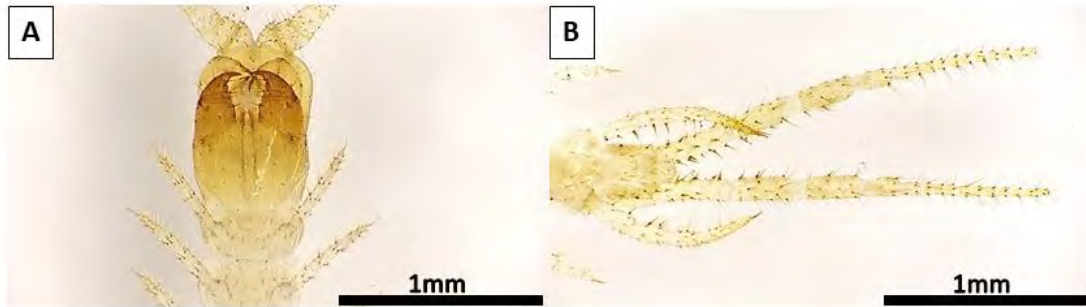


Figura 24 Estructura Morfológica de *Newportia sp.*, 24A. Vista ventral de la placa cefálica, 4X y 24B. Vista ventral de las patas anales, 5X.

Diagnosis: Vista ventral de la placa cefálica, forcípulas en forma de garras (Fig.24A), prefémur con presencia de proceso espinoso en la posición ventral media (Fig.24B), fémur de las últimas patas con apófisis espinosas (Fig.24B), tarso 2 de las últimas patas claramente no divididas (Fig. 24B), tibias de la patas 2-20 con espolones laterales y ventrales (Fig.24A).

3.3.2 *Scolopendra Linneo, 1758*

Los cuatro segmentos basales de la antena son lisos y sin pelos (Fig. 25A), placa cefálica con suturas divergentes longitudinales completas (Fig. 25A) con cuatro dientes en cada placa cefálica, los tres internos unidos en uno solo y el cuarto diente un poco aislado (Fig. 25C); proesternum con un surco longitudinal, formando un triángulo sulcal (Fig. 25C); espiráculos óvalos o circulares en los segmentos 3,5,8,10,12,14,16,18 y 20 en vista dorsal; a partir del segmento 2 al 20, con una sola espuela tarsal; todas las patas con dos garras accesorias en la base de la garra terminal y la pata 20 con espinas (Bautista et al., 2022).

3.3.2.1 *Scolopendra galapagoensis* Bollman, 1889

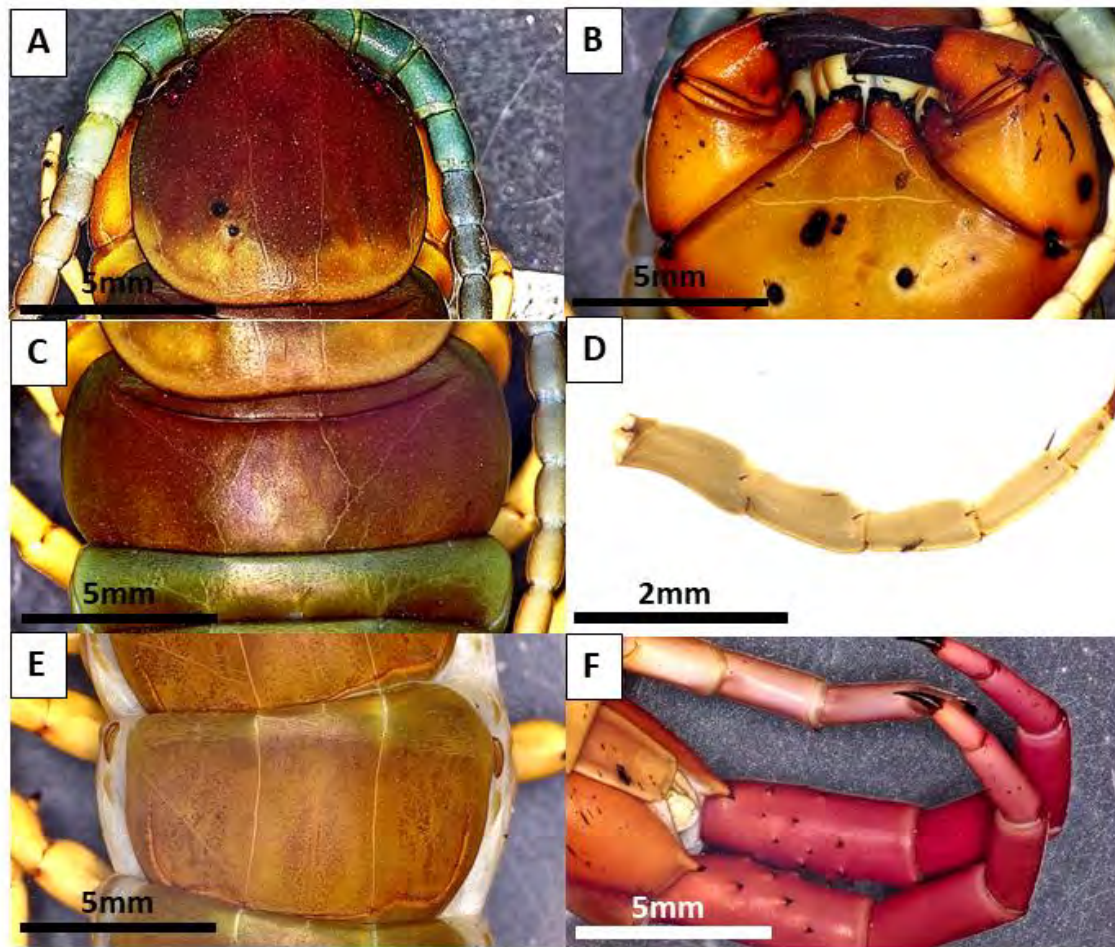


Figura 25 Estructura Morfológica de *Scolopendra galapagoensis*, 25A. Vista dorsal de la placa cefálica, 0.7X; Vista del primer terguito con una sutura transversal, 0.7X; 25C. Vista ventral de la placa cefálica, 0.7X; 25D. Primera pata con dos espuelas en el primer tarso, 3X; 25E. Vista de terguito 11,12 y 13, 0.7X y 25F. Vista ventral de las patas anales, 0.7X (Bautista et al., 2022).

Diagnosis: Presencia de una sutura transversal en forma de fosa en el primer terguito (Fig. 25B), vista de la sutura paramediana (Fig. 25E), primer par de pata con una espuela en el pre fémur, fémur, tibia y dos espuelas en el primer tarso (Fig. 25D), último par de patas más largas, con espinas distribuidas irregularmente y con una garra terminal en cada pata (Fig. 25F) (Bautista et al., 2022).

Lithobiomorpha Pocock, 1895

3.3.3 *Lithobius* Pocock, 1890

Con 15 segmentos desiguales, la mayoría de las patas caminadoras provistas de fuertes espinas (Fig.26A), con grupos de ocelos a cada lado de la placa cefálica (Fig.26B).

3.3.3.1 *Lithobius sp. 1*

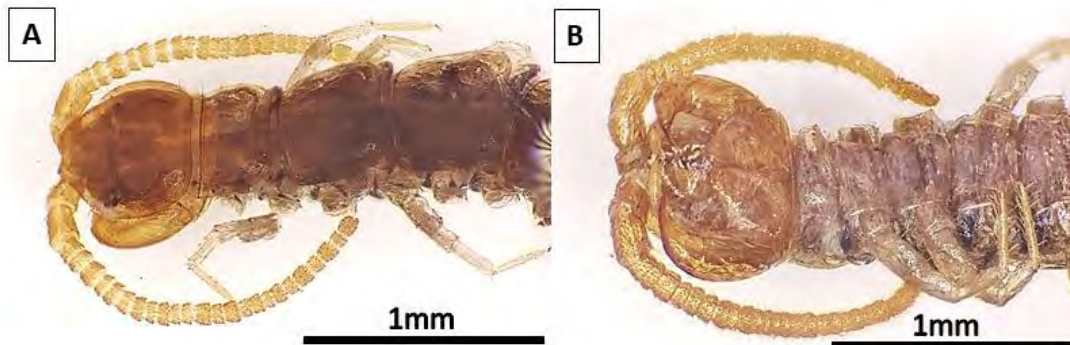


Figura 26 Estructura Morfológica de *Lithobius sp. 1*, 26A. Vista ventral de la placa cefálica y primeros esternitos, 3X y 26B. Vista dorsal de la placa cefálica y de los primeros terguitos, 3X.

Diagnosis: Placa dental con dos dientes, presencia de una sutura por la parte media en forma de V (Fig.26A), con 21 artejos en la antena, los dos basales más largo que anchos (Fig.26B), trocánteres con 4 + 4 con glándulas repugnarias.

Arthropoda Latreille, 1829

Hexapoda Latreille, 1825

Insecta Linnaeus, 1758

Coleoptera Linnaeus, 1758

Scarabaeidae Latreille, 1802

3.3.4 *Eurysternus Dalman, 1824*

Diagnosis: Con escutelo (Fig.27A), con carina pseudoepipleural, coxas de las patas medias de ejes paralelos dejando un espacio entre ellas mucho mayor a su diámetro (Fig.27B)

3.3.4.1 *Eurysternus cayennensis* Castelnau, 1840

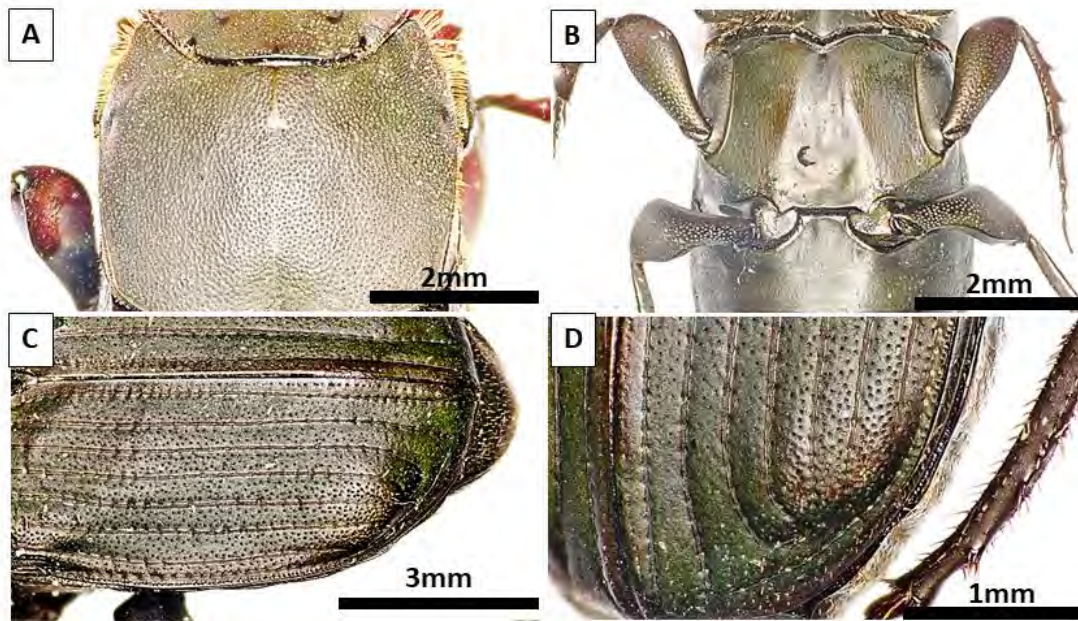


Figura 27 Estructura Morfológica de *Eurysternus cayennensis*, 27A. Vista del pronoto con punteaduras oculares, 1.5X.; 27B. Vista del fémur sin espina, 1.5X. y 27C. vista del élitro con igual tamaño de pelos, 1.5X.

Diagnosis: Con punteaduras oculares en el pronoto (Fig.27A), hembra sin espina en el fémur (Fig.27B), coxa de color marrón (Fig.27B), élitros con pelos de igual tamaño (Fig.27C), pero en el declive elitral con pelos de diferentes tamaños y largos (Fig.27D).

3.3.5 *Onthophagus* Latreille, 1802

Diagnosis: Sin escutelo, el primer tarso más largo que a la unión del segundo al cuarto segmento, y en caso sean subiguales, palpos labiales con tres segmentos

3.3.5.1 *Onthophagus xanthomerus* Bates, 1887

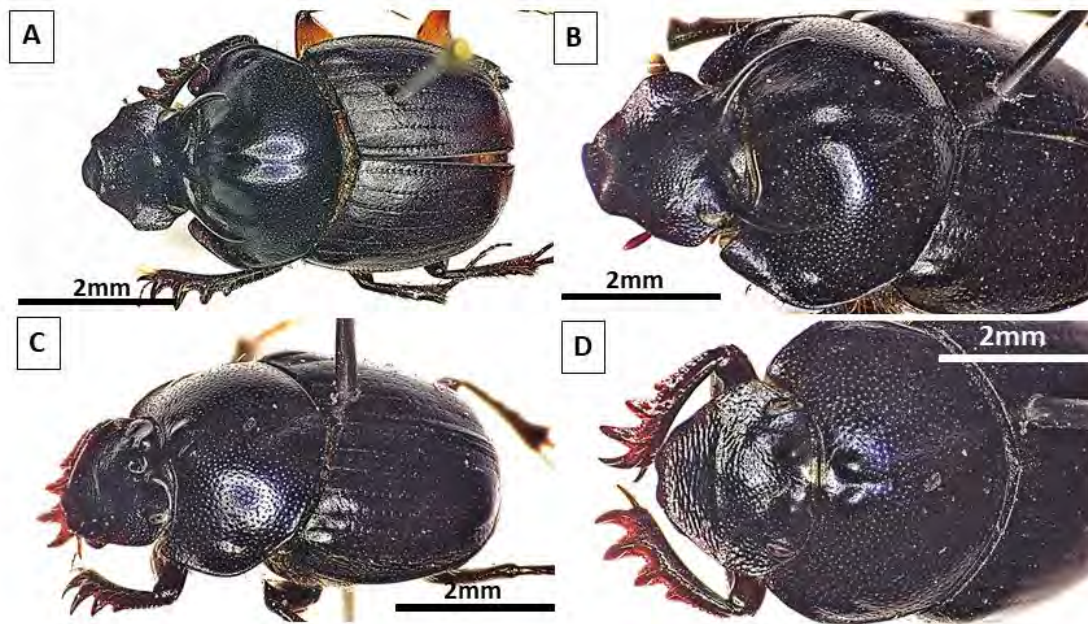


Figura 28 Estructura Morfológica de *Onthophagus xanthomerus*, 28A. Vista lateral del pronoto y clipeo, 2.5X; 28B. Vista dorsal del pronoto y clipeo, 2.5X y 28C. Vista ventral del cuerpo, 2X

Diagnosis: Pertenece al grupo clipeatus, machos con anterior del clipeo de ápice levantado (Fig.28A y 28B), hembra presenta una quilla fronto clipeal (Fig.28C y 28D), cuerpo de coloración negra, patas más claro amarillentas que todo el cuerpo (Fig.28A) Vista a 2.5X

3.3.5.2 *Onthophagus haematopus* Harol, 1875

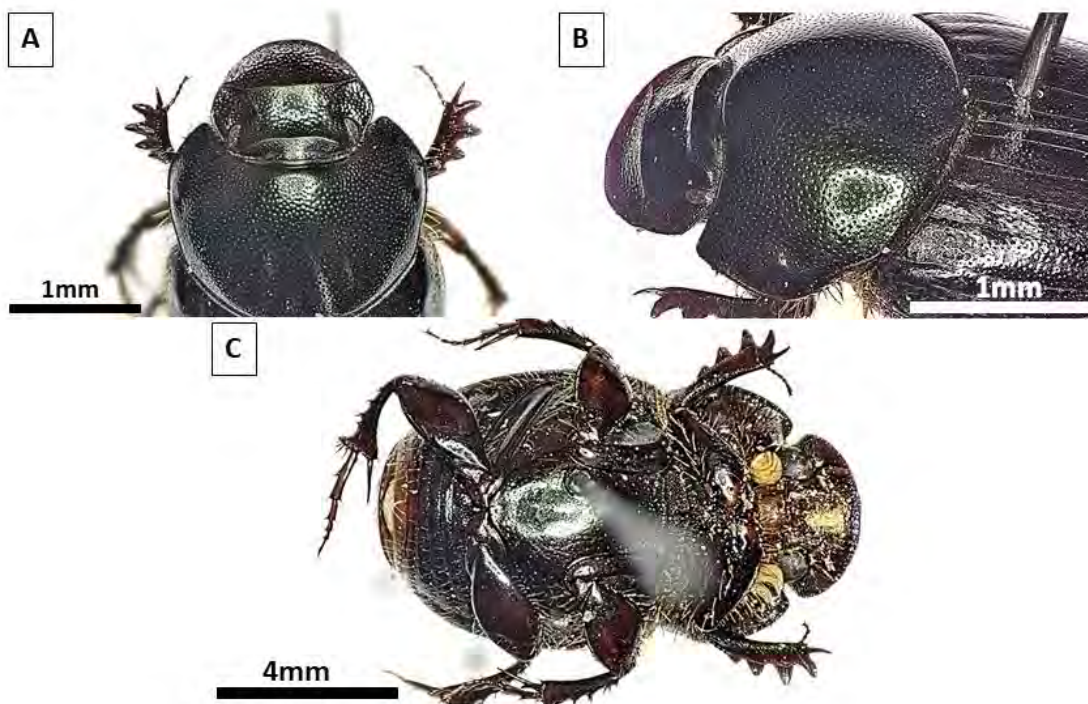


Figura 29 Estructura Morfológica de *Onthophagus haematopus*, 29A. Vista dorsal del pronoto y Clípeo, 2.5X y 29B. Vista ventral del cuerpo, 2X.

Diagnósis: Machos y hembras con clípeo trapezoidal no levantado (Fig.29A y 29B), con 2 quilla fronto clipeal, en los machos la quilla que se encuentra entre los ojos presenta 2 prominencias similares a cuernos, las patas presentan un solo color azul oscuro (Fig.29B) Vista a 2.5X.

3.3.5.3 *Onthophagus sp.*

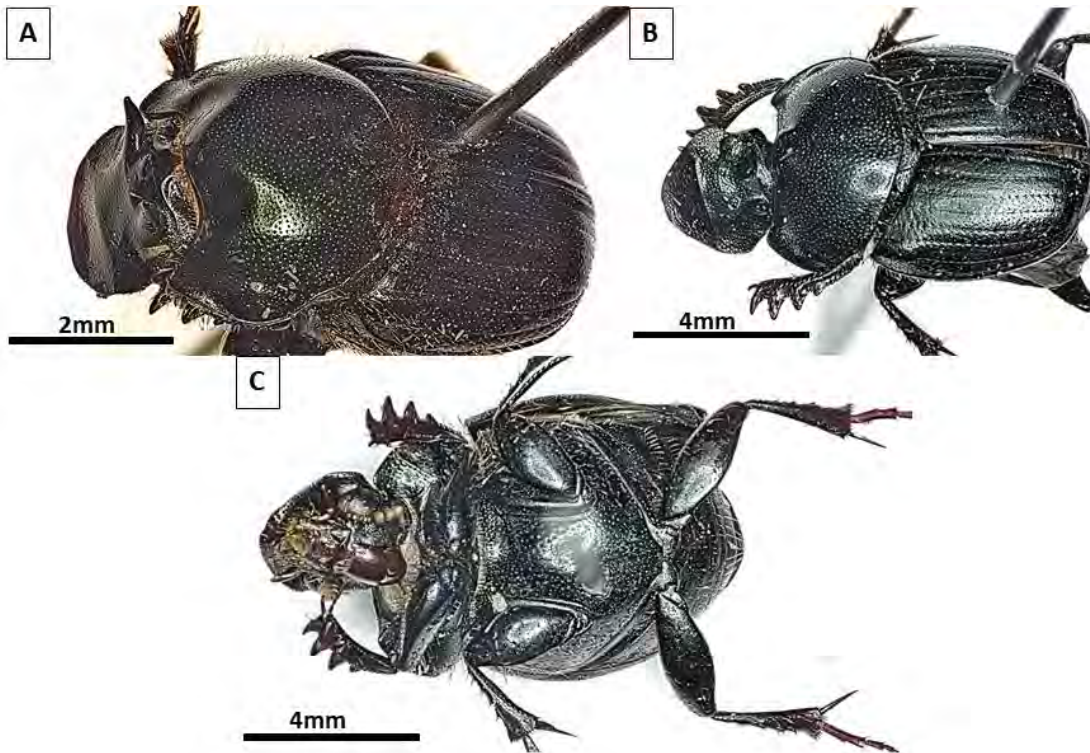


Figura 30 Estructura Morfológica de *Onthophagus sp*, 30A. Vista dorsal del cuerpo entero, 2X; 30B. Vista dorsal del pronoto y clípeo, 2.5X y 30C. Vista ventral del cuerpo, 2X.

Diagnosis: Pertenece al grupo clipeatus, machos con anterior del clípeo levantado (Fig.30A), hembra presenta quilla fronto clipeal (Fig.30A), se diferencia de *Onthophagus xanthomerus* por el color de las patas que son azules y presentar un cuerpo con iridiscencia azulina (Fig.30B y 30C) Vista a 2.5X.

3.3.6 *Coprophanaeus Olsoufieff, 1924*

Diagnósis: Sin escutelo, primer tarsomero más pequeño que a la suma de los otros tarsomeros (Fig.31E), palpos labiales con dos segmentos, ultimo tarsomero sin uñas, con cinco tarsomeros, masa antenal con el primer segmento cóncavo, que contiene a los otros segmentos antenales, clípeo bidentado con bordes emarginados (Fig.31A)

3.3.6.1 *Coprophanaeus telamon* Erichson, 1847

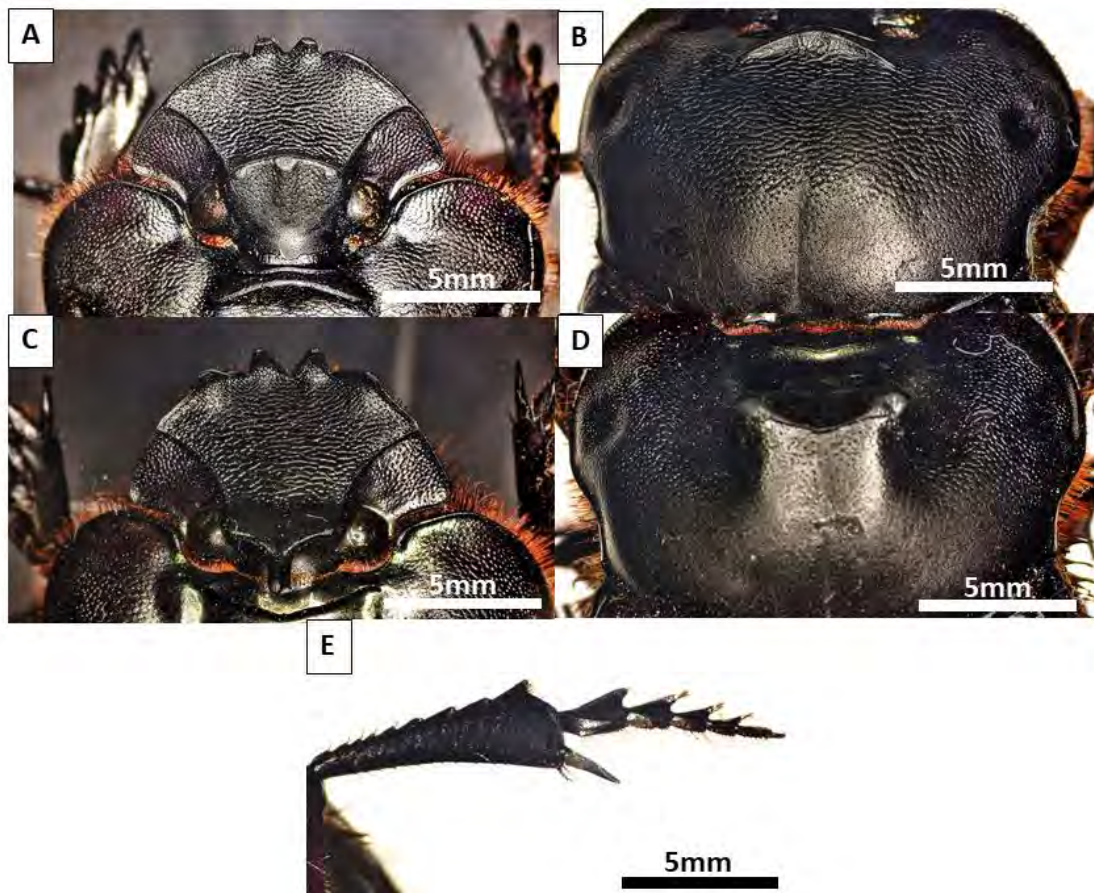


Figura 31 Estructura Morfológica de *Coprophanaeus telamon*, 31A. Vista dorsal de los élitros, 2X; 31B. Vista dorsal del clipeo, 3X; 31C. Vista dorsal del pronoto, 2.5X y 31D. Vista ventral de primera pata, 3X.

Diagnóstico: Pronoto con prominencia media bituverculada (Fig.31B), machos con quilla fronto clipeal levantada (Fig. 31C), con dos tubérculos laterales cortos y un tubérculo alargado dirigido dorsalmente (Fig.31D), hembra con quilla fronto clipeal trituberculado Vista a 0.7X y 3X.

3.3.7 *Oxysternon* Laporte, 1840

Diagnósis: Con escutelo (Fig.32A), primer tarsomero más pequeño que a la suma de los otros tarsomeros (Fig.32B), palpos labiales con dos segmentos, ultimo tarsomero sin uñas, con cinco tarsomeros (Fig.32A), masa antenal con el primer segmento cóncavo, que contiene a los otros segmentos antenales (Fig. 32C), clipeo sin emarginacion lateral, pronoto con una prominencia medial dirigida a los élitros (Fig. 32A)

3.3.7.1 *Oxysternon silenus* Laporte, 1840

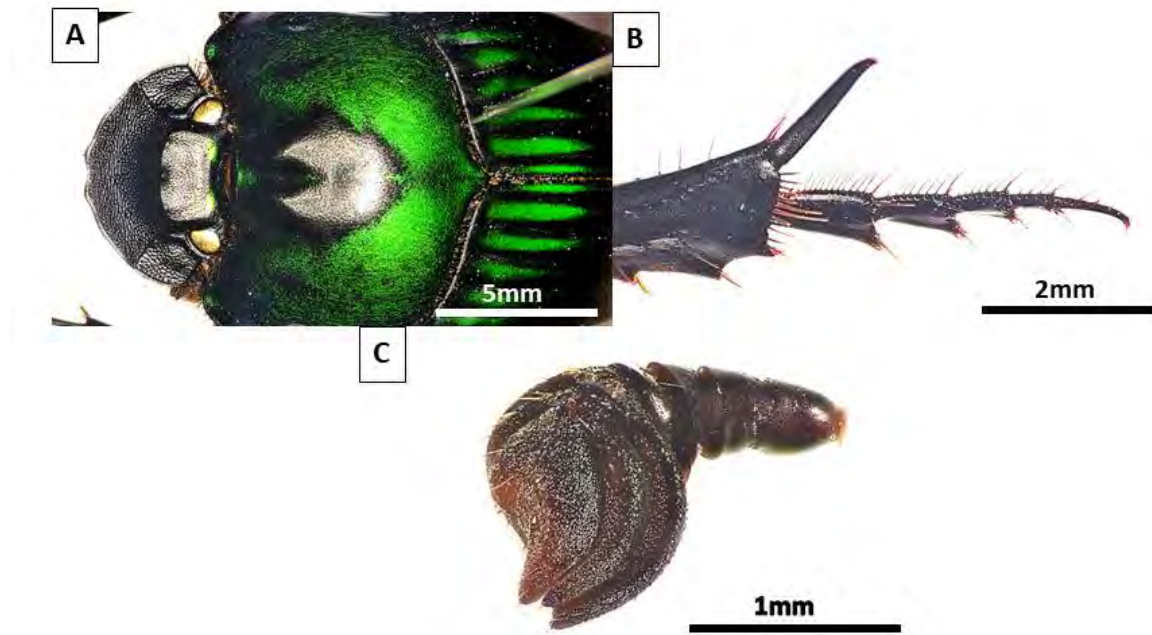


Figura 32 Estructura Morfológica de *Oxysternon silenus*, 32A. Vista dorsal del escutelo, 2X; 32B. Vista del pronoto y clípeo, 2.5X; 32C. Vista de los tarsitos, 3.5X y 32D. Vista ventral del femur, tibia y tarsitos, 3.5X.

Diagnósis: Con carina circumnodal completa (Fig.32A), espolón metatibial punteado agudo (Fig. 32B) y pronoto punteado (Hembra) (Fig.32A) Vista a 0.7X y 2.5X.

3.3.7.2 *Oxysternon spiniferum* Laporte, 1840

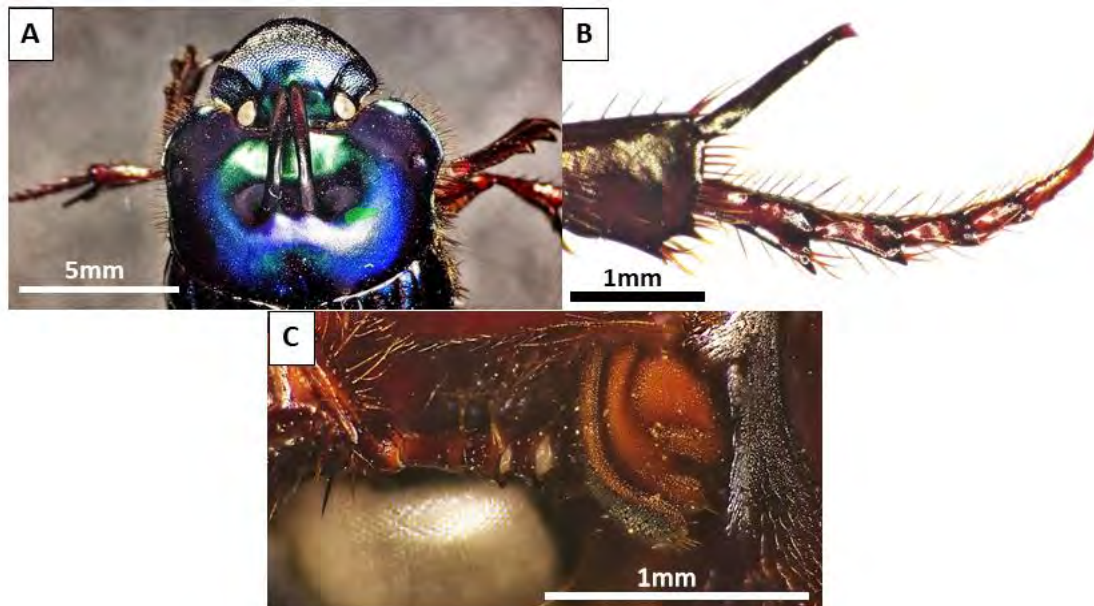


Figura 33 Estructura Morfológica de *Oxysternon spiniferum*, 33A. Vista dorsal del pronoto y clípeo, 2.5X y 33B. Vista lateral de los tarsitos, 3.5X.

Diagnosis: Espolón metatibial truncado (Fig. 33B), pronoto punteado (Fig.33A), sutura fronto-clipeal con dos tuberculos cortos (Fig.33A), pronoto con una expansión medial que forman dos

tubérculos alargados, color azulado o verde oscuro (Fig.33A) y masa antenal con el primer segmento cóncavo, que contiene a los otros segmentos antenales (Fig. 33C) Vista a 0.9X y 2.5X.

3.3.8 *Anomiopus* Westwood, 1842

Diagnósis: Sin escutelo (Fig. 34C.), Con clipeo bidentado (Fig. 34A.), propleura convexa o débilmente convexa, cabeza sin quilla transversal, con espolón metatibial espiniforme

3.3.8.1 *Anomiopus brevipes* Waterhouse, 1891

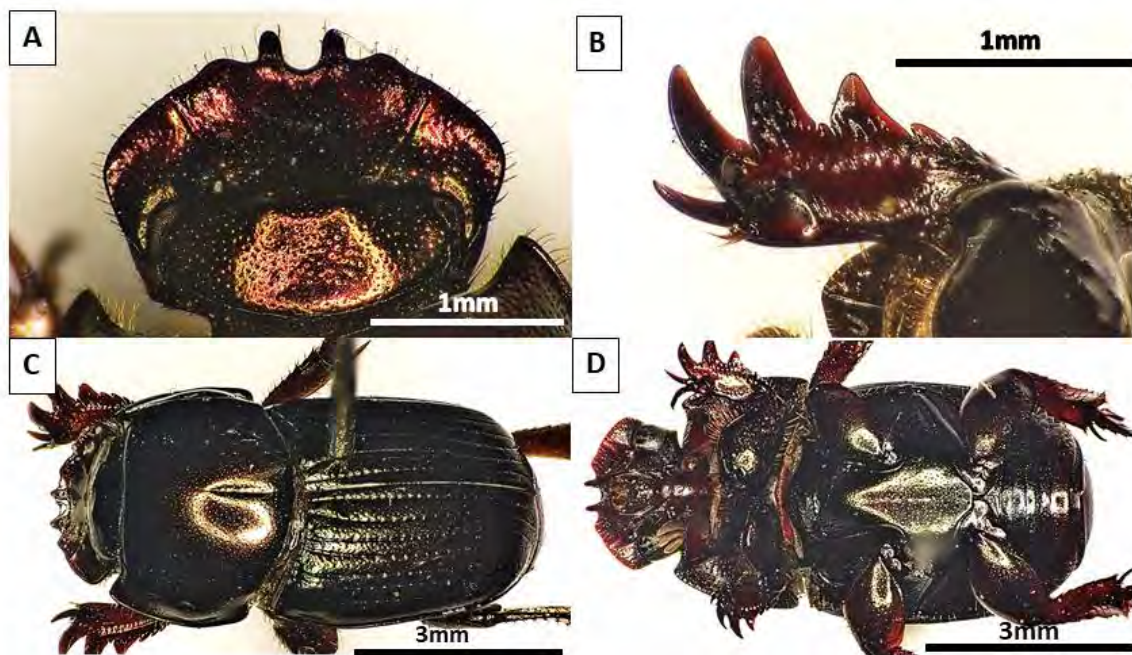


Figura 34 Estructura Morfológica de *Anomiopus brevipes*, 34A. Se observa la parte dorsal del cuerpo y 34B. Vista ventral del cuerpo

Diagnosis: Pro-tibia triangular fuertemente ensanchadas y con dientes grandes y contiguos, por lo menos el segundo diente dirigido lateralmente (Fig. 34B), frente con elevación transversal entre las ramas de la sutura fronto clipeal (Fig. 34A) y cabeza, el pronoto con puntuaciones finas, gruesas solo en los ángulos posteriores del pronoto (Fig. 34 C) y borde anterior de la superficie ventral de los metafemures con un margen estrecho (Fig. 34D).

3.3.9 *Sylvicanthon* Halffter & Martínez, 1977

Diagnosis: Sin escutelo (Fig. 35D), clipeo bidentado (Fig. 35A), la parte dorsal de los ojos es grande, redonda, con el borde interior sin quilla (Fig. 35A), bordes pronotales laterales angulares en el medio (Fig. 35B), dientes de la protibia pequeños, concentrados en el tercer cuarto apical de la tibia. Primer segmento del mesotarsi y metatarsi más corto que el segundo (Fig. 35C).

3.3.9.1 *Sylvicanthon attenboroughi* Cupello & Vas-de-Mello, 2018

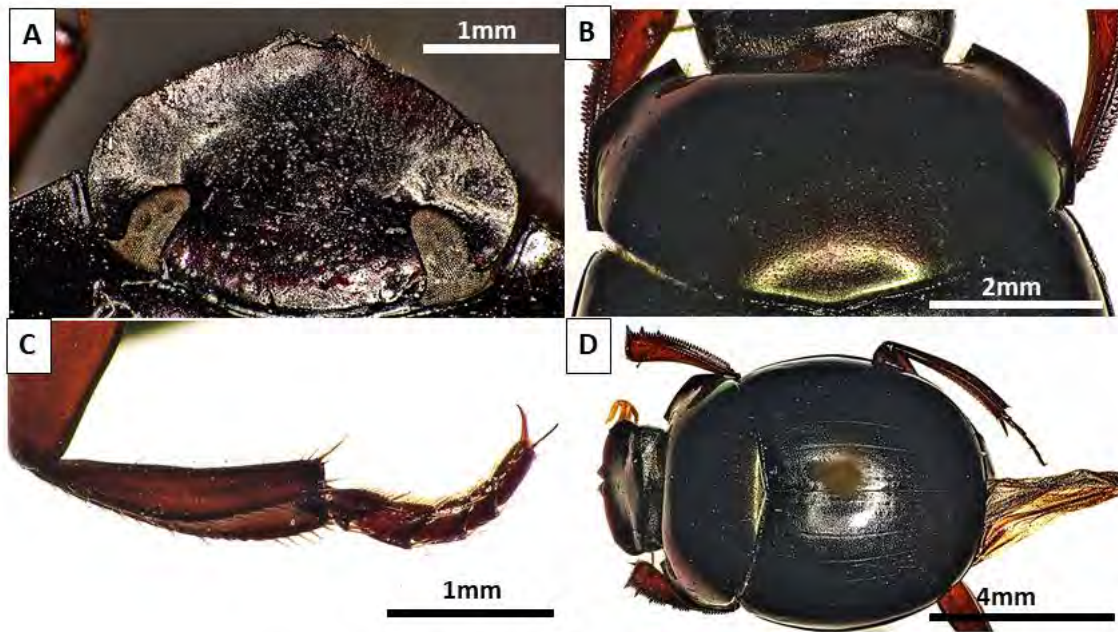


Figura 35 Estructura Morfológica de *Sylvicanthon attenboroughi*, 35A. Vista dorsal del cuerpo, 35B. Vista ventral del cuerpo, 35C. Vista dorsal del pronoto y clipeo.

Diagnosis: Cabeza y pronoto casi negro, sin mancha central verdosa o azulada central en el pronoto (Fig. 35A); élitros de color verde oscuro o azul oscuro; meso (Fig. 35B) y metafemur color naranja o marrón rojizo marrón oscuro (Fig. 35C), superficie dorsal de la cabeza con micropunción es evidente en la región posterior del clipeo y de la frente (Fig. 35D).

3.3.10 *Deltochillum* Eschscholtz, 1822

Diagnosis: Sin escutelo (Fig.36C), primer tarso más que pequeño que el segundo tarso, palpos labiales con dos segmentos, ultimo tarsomero con uñas, con cinco tarsomeros, masa antenal con el primer segmento cóncavo, que contiene a los otros segmentos antenales, clipeo sin emarginacion lateral, con carina circumnodal borrada (Fig.36B), uña tarsal larga sin dientes, propleura profundamente excavadas anteriormente, tibias no ensanchadas, pronoto no expandido

3.3.10.1 *Deltochillum carinatum* Westwood, 1837

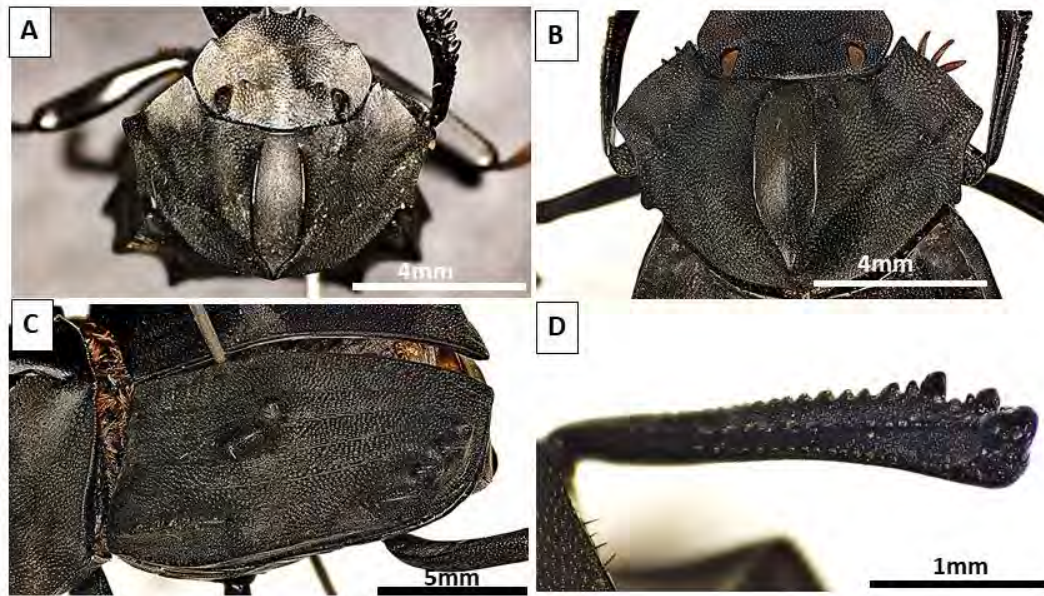


Figura 36 Estructura Morfológica de *Deltochillum carinatum*, 36A. Vista dorsal del élitro y pronoto, 2X y 36B. Vista frontal del clipeo y el pronoto, 3X.

Diagnóstico: Novena interstrial elitral sin quilla en la parte basal (Fig.36C), sin pretarsos (Fig.36D), pronoto con carinas longitudinales (Fig.36B) Vista a 0.9X.

3.3.10.2 *Deltochillum amazonicum* Bates, 1887

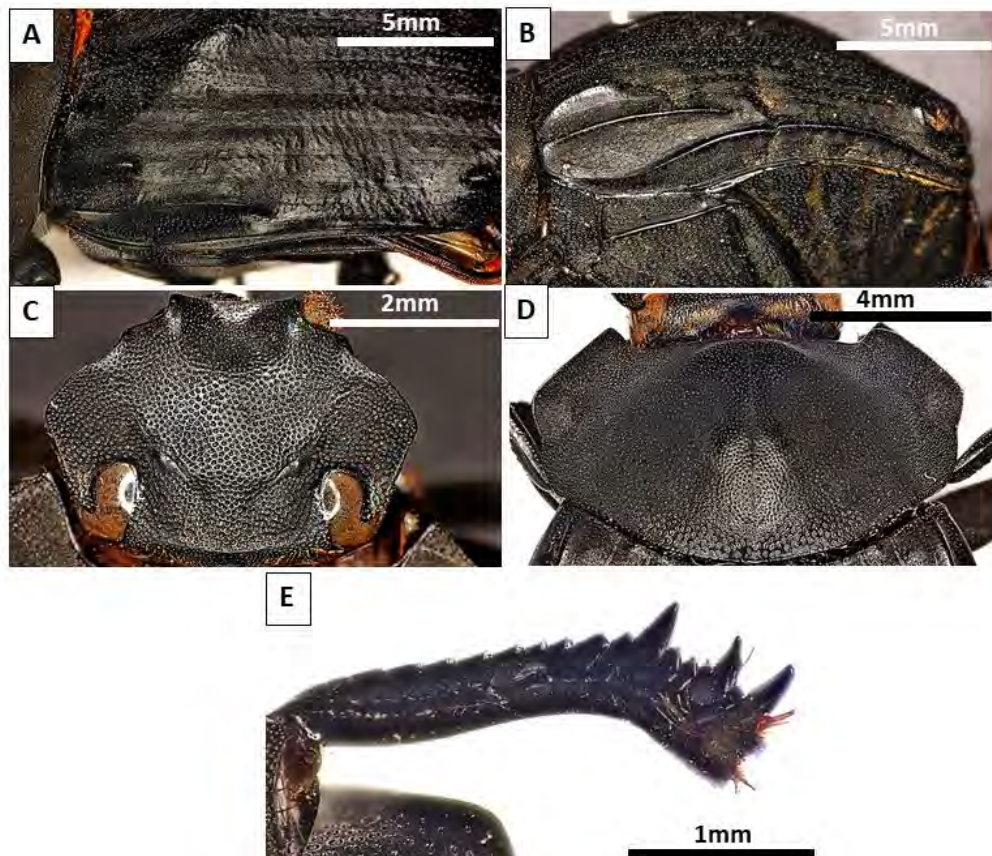


Figura 37 Estructura Morfológica de *Deltochillum amazonium*, 37A. Vista del clípeo, 3X; 37B. Vista dorsal del pronoto, 3X; 37C. Vista dorsal del élitro, 2.5X y Vista ventral del, pero y segunda pata, 3X.

Diagnósis: Novena interestrial elitral con quilla hasta la mitad del cuerpo (Fig.37B), con quilla pseudoepipleural (Fig.37A), sin pretarsos (Fig.37E), pronoto sin carinas longitudinales (Fig.37D), con clípeo cuadridentado (Fig.37C), punteaduras alargadas mayores que las intersticiales y con punteaduras brillantes.

3.3.10.3 *Deltochillum peruanum* Paulian, 1938

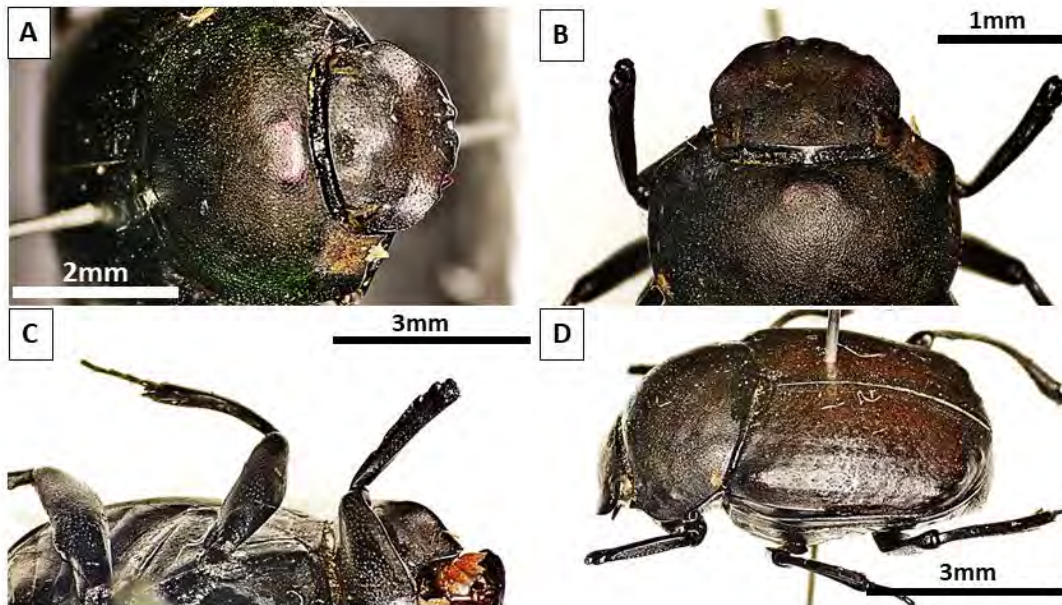


Figura 38 Estructura Morfológica de *Deltochillum peruanum*, 38A. Vista dorsal del cuerpo, 2.5X; 38B. Vista dorsal del pronoto y clípeo, 3X; 38C. Vista del clípeo bidentado, 3X y Vista de las dos primeras patas, 2.7X.

Diagnosis: Novena interestrial elitral con quilla hasta la mitad del cuerpo (Fig.38D), con quilla pseudoepipleural, sin pretarsos (Fig.38C), pronoto con carinas longitudinales (Fig.38B), con clípeo bidentado juntos (Fig.38A)

3.3.10.4 *Deltochillum granulatum* Bates, 1870

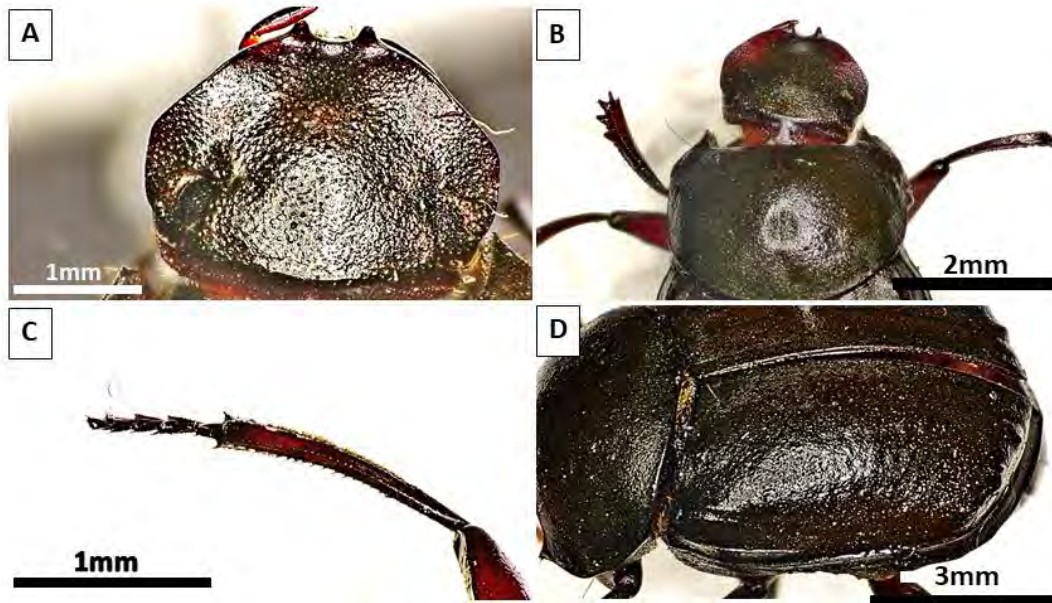


Figura 39 Estructura Morfológica de *Deltochillum granulatum*, 39A. Vista dorsal de los élitros, 2.7X; 39B. Vista del pronoto y clipeo bidentado, 3.4X; 39C. Vista ventral de las patas, 2.7X y 39D. Vista de la tibia y los tarsitos, 4X.

Diagnosis: Novena interstitial elitral con quilla hasta la mitad del cuerpo (Fig.39D), con quilla pseudoepipleural, pronoto con carinas longitudinales, con clipeo bidentado separado (Fig.39A), proyección del clipeo triangular (Fig.39B), tibias con cara posterosuperior con un margen, hembras con una proyección (Fig.39C)

3.3.10.5 *Deltochillum aff. genieri*

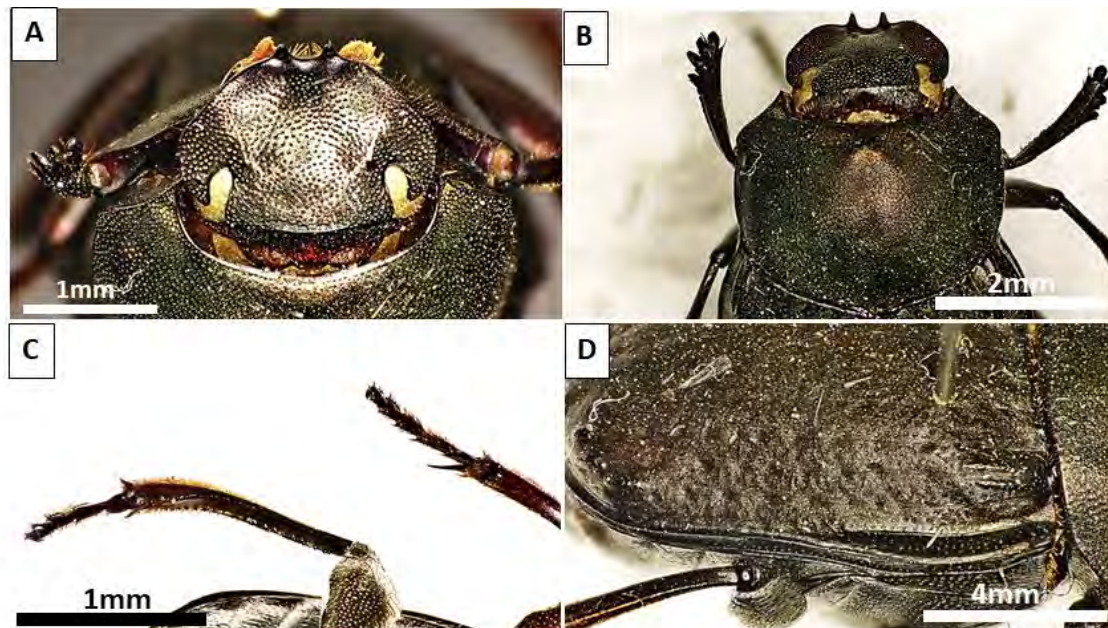


Figura 40 Estructura Morfológica de *Deltochillum genieri*, 40A. Vista dorsal del clipeo bidentado, 3.5X; 40B. Vista dorsal del pronoto y clipeo, 3X; 40C. Vista dorsal del élitro, 3X y Vista del fémur, tibia y tarsitos de las patas, 4X.

Diagnosis: Novena interstitial elitral con quilla hasta la mitad del cuerpo (Fig.40D), con quilla pseudoepipleural, pronoto con carinas longitudinales (Fig.40B), con clipeo bidentado separado (Fig.40A), proyección del clipeo triangular (Fig.40A), tibias con dos márgenes cara posterosuperior (Fig.40C), ojos grandes (Fig. 40A)

3.3.10.6 *Deltochillum aff. aespericolle*

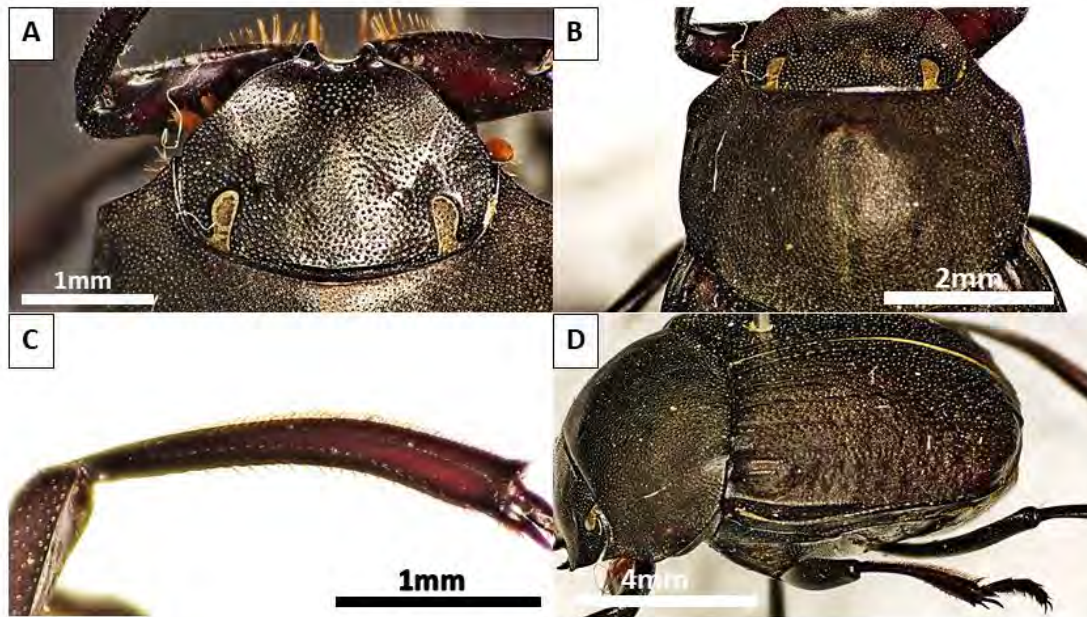


Figura 41 Estructura Morfológica de *Deltochillum aff. aespericolle*, 41A. Vista dorsal del clipeo, 4X; 41B. Vista lateral del pronoto y del élitro derecho, 2.5X; 41C. Vista dorsal del pronoto y parte del clipeo, 3X y 41D. Vista ventral de las dos patas, 2.8X.

Diagnosis: Novena interstitial elitral con quilla hasta la mitad del cuerpo (Fig.41D), con quilla pseudoepipleural, pronoto con carinas longitudinales (Fig.41B), con clipeo bidentado separado (Fig.41A), proyección del clipeo triangular (Fig.41A), tibias con dos márgenes cara posterosuperior (Fig.41C), ojos pequeños (Fig.41A)

3.3.10.7 *Deltochillum orbiculare* Lansberge, 1874

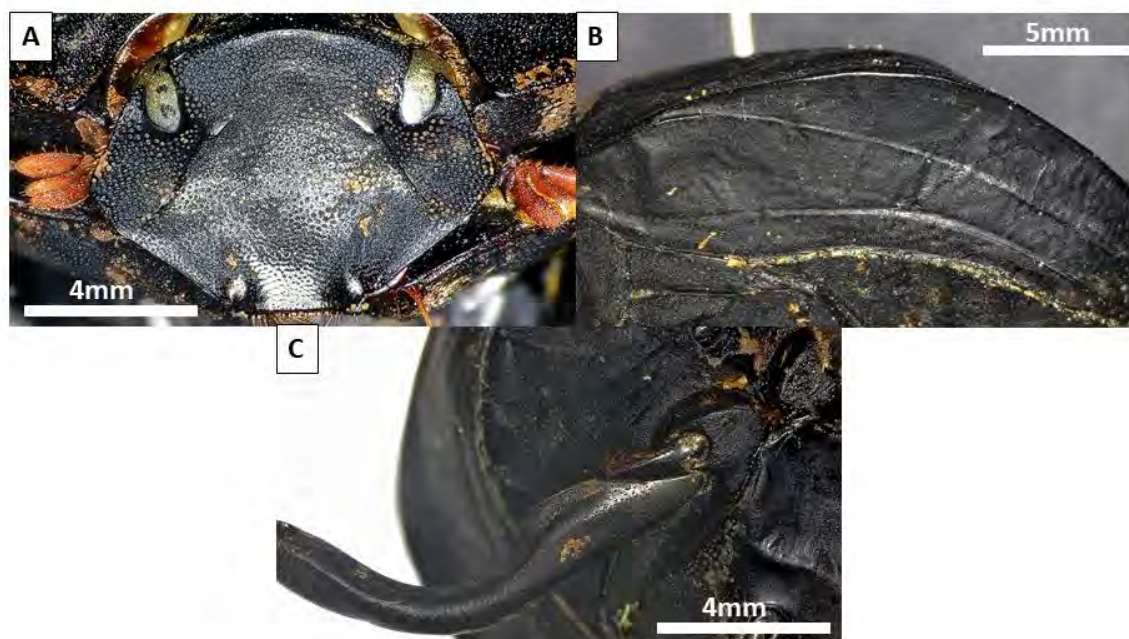


Figura 42 Estructura Morfológica de *Deltochillum orbiculare*, 42A. Vista dorsal del cuerpo, parte de los élitros y el pronoto, 2.8X, 42B. Vista dorsal del clipeo, 3.5X, 42C Vista de la línea oblicua, 3.5X y 42D. Vista ventral del trocánter y femur, 2.5 X.

Diagnosis: Novena interestrial elitral con quilla distintiva que se extiende más allá de tres cuartos del ápice (Fig. 42B), con quilla pseudoepipleural no visible en la parte posterior en vista dorsal (Fig.42A), estrias elitrales con punteduras alargadas y con regiones brillantes en las interestrias, clipeo bidentado (Fig.42A)

3.3.11 *Scybalocanthon* Martínez 1948

Diagnosis: Sin escutelo (Fig.43A), primer tarsomero mucho más pequeño que el segundo, se une esta ala segunda en forma oblicua, palpos labiales con dos segmentos, ultimo tarsomero sin uñas (Fig.43B), con cinco tarsomeros, masa antenal con el primer segmento cóncavo, que contiene a los otros segmentos antenales, clipeo sin emarginacion lateral, pronoto no expandido (Fig. 43C), con carina circumnodal borrada, uña tarsal larga sin dientes (Fig.43B), propleura profundamente excavadas anteriormente, tibias no ensanchadas, pronoto no expandido, primer tarso más pequeño que el segundo tarso, élitros sin quilla, región posterior de la cabeza con margen entre los ojos, tercera tibia con una espina apical.

3.3.11.1 *Scybalocanthum aureus* Schmidt, 1922

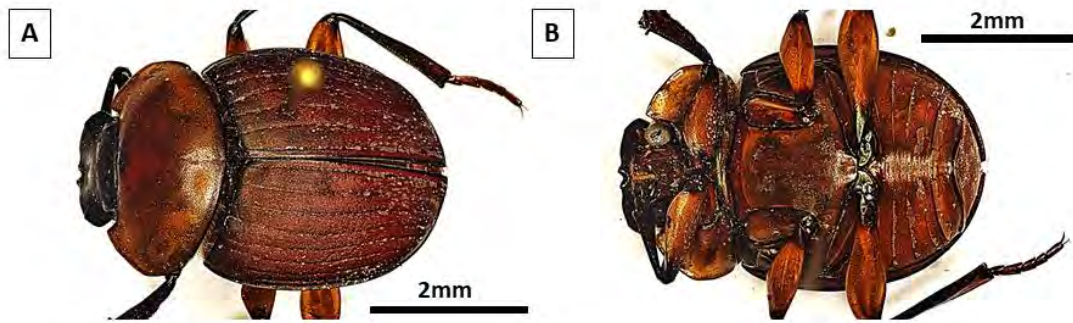


Figura 43 Estructura Morfológica de *Scybalocanthum aureus*, 43A. Vista dorsal de los élitros y parte del pronoto, 2X y 43B. Vista ventral del cuerpo, 2X

Diagnosis: pronoto color testáceo con una mancha oscura que puede o no estar presente, élitros marrones oscuros (Fig.43A), fémures de dos colores mayormente amarillos (Fig.43B), con los ápices marrón oscura ocupando no más de un tercio Vistas a 2.5X y 4X.

3.3.11.2 *Scybalocanthon* sp

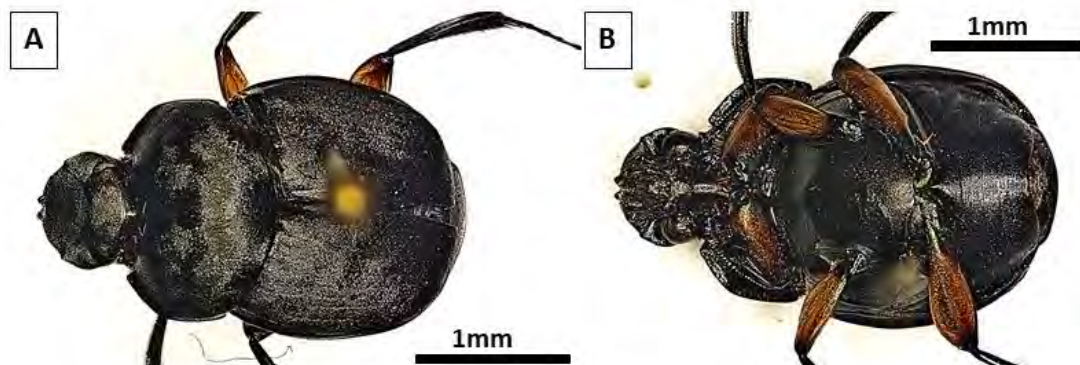


Figura 44 Estructura Morfológica de *Scybalocanthon* sp, 44A. Vista dorsal del cuerpo: élitros, pronoto y clipeo, 2X y 44B. Vista ventral, 2X.

Diagnosis: Color del cuerpo con reflejos verdes (Fig.44A), tibias de color dos colores mayormente amarillos con los ápices marrón oscuro ocupando no más de un tercio (Fig.44B) Vista a 0.9X.

3.3.12 *Dichotomius* Hope, 1838

Diagnosis: Sin escutelo visible dorsalmente, primer tarsomero mucho más pequeño que el segundo, se une a la segunda en forma oblicua, palpos labiales con dos segmentos, ultimo tarsomero con uñas largas y curvadas, con cinco tarsomeros (Fig.45C), porción anterior de la propleura con una excavación anterior débil, tibias medias y posteriores fuertemente

ensanchada en el ápice (Fig.45C), ángulo interno de la protibia mayor a noventa grados, con proceso clipeal conico y espolón tibial bifurcado, antenas con 9 segmentos (Fig.44D)

3.3.12.1 *Dichotomius mamilatus* Felsche, 1901

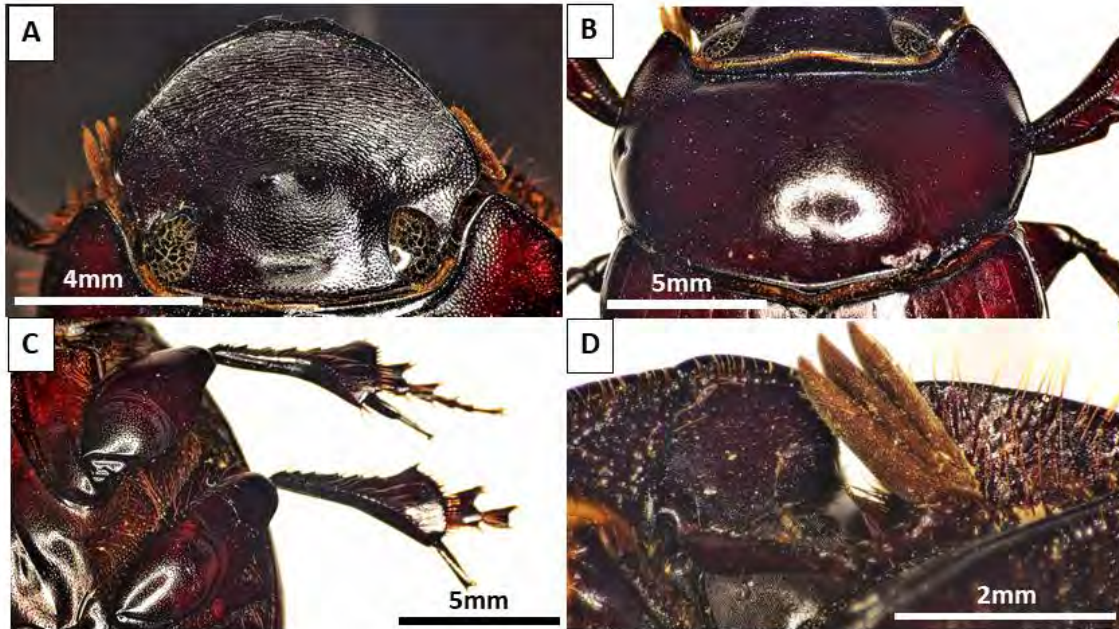


Figura 45 Estructura morfológica de *Dichotomius mamilatus*, 45A. Vista dorsal del clipeo, 3X; 45B. Vista dorsal del pronoto, 3X; 4.2X. Vista dorsal de las tibias y tarsos, 3.5X y 45D. Vista dorsal de la antena, 4X.

Diagnosis: Clipeo ligeramente bidentado no muy evidente (Fig.45A), sutura fronto clipeal con 4 tubérculos cortos (los 2 mediales más grandes), porción medial del pronoto con 2 elevaciones ligeras que dejan un área cóncava (Fig.45A), región anterior con 2 concavidades muy débiles a los lados de la prominencia medial (Fig. 45B) Vista a 2.5X y 4X.

3.3.12.2 *Dichotomius achamas* Harold, 1867



Figura 46 Estructura Morfológica de *Dichotomius achamas*, 46A. Vista dorsal del clipeo de una hembra, 3X y 46B. Vista dorsal del clipeo de un macho, 3X.

Diagnosis: Cabeza con una quilla con una prominencia triangular que varía de posición en machos y hembras, en machos se ubica cerca del clipeo (Fig.46B) y en las hembras muy cerca a los ojos (Fig.46A), pronoto con una elevación medial bifurcada que dejan en el medio un área cóncava más notoria en hembras (Fig.46B) Vista a 2X.

3.3.12.3 *Dichotomius fortetriatus* Luederwaldt, 1923

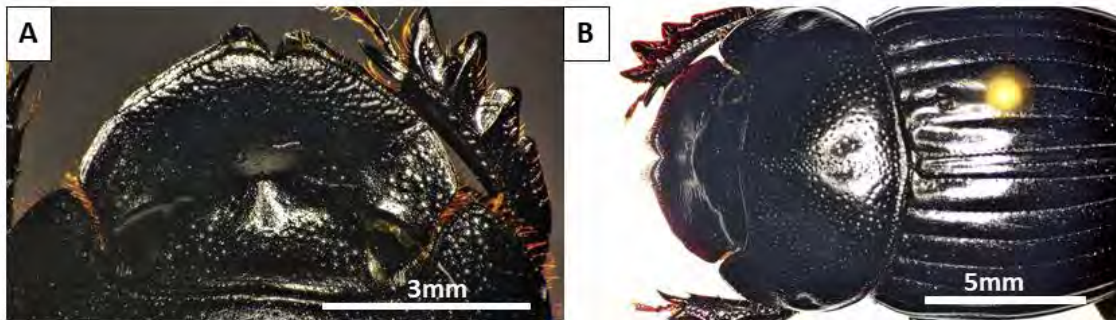


Figura 47 Estructura Morfológica de *Dichotomius fortetriatus*, 47A. Vista del clipeo y parte frontal del pronoto, 3X y 47B. Vista del pronoto y parte dorsal del clipeo, 3.4X.

Diagnosis: Clipeo bidentado más notorio que en los otros dos (Fig.47A), con una prominencia triangular en la sutura fronto-clipeal entre los ojos en machos y hembras, pronoto convexo sin ninguna prominencia (Fig.47B)

3.3.13 *Canthidium* Erichson, 1847

Diagnosis: Sin escutelo visible dorsalmente, primer tarsomero mucho más pequeño que el segundo, se une esta ala segunda en forma oblicua, palpos labiales con dos segmentos, ultimo tarsomero con uñas largas y curvadas, con cinco tarsomeros, Porción anterior de la propleura con una excavación anterior débil, tibias medias y posteriores fuertemente ensanchada en el ápice, Angulo interno de la protibia de noventa grados pero no con margen continuo (Fig. 48D), sin proceso clipeal, mesoesterno corto verticalmente

3.3.13.1 *Canthidium sp. 1*

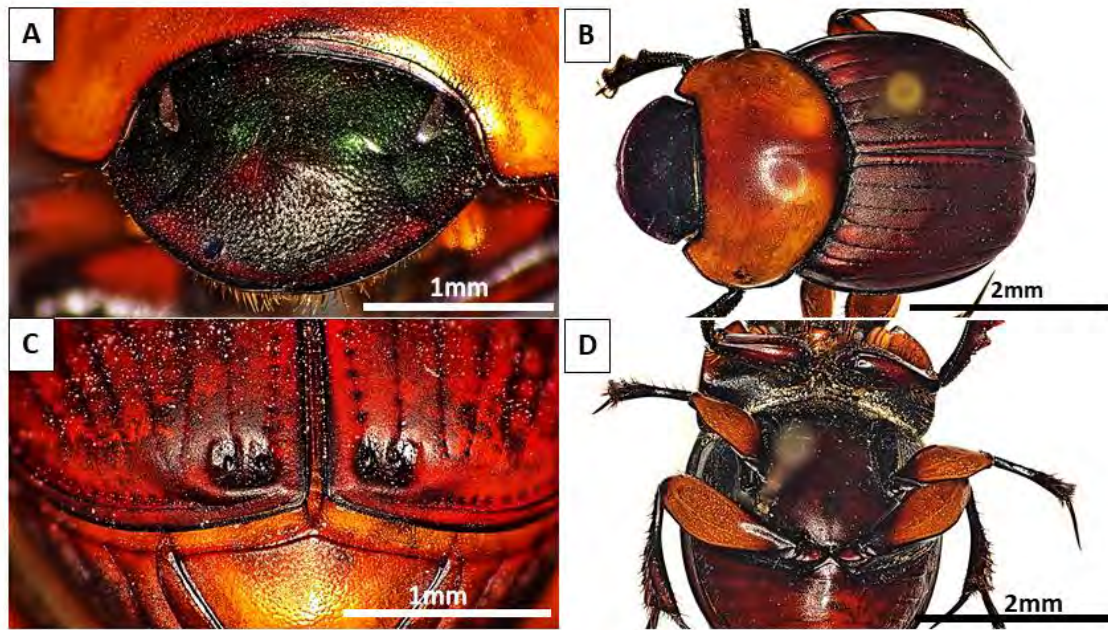


Figura 48 Estructura Morfológica de *Canthidium sp 1*, 48A. Vista del pronoto y clipeo, 3X; 48B. Vista dorsal de los élitros y pronoto, 2.5X, 48C. Vista de las hileras, 3X y 48D. Vista ventral de las patas, 2.5X.

Diagnosis: Margen posterior del pronoto con una hilera de punteaduras (Fig.48C), clipeo bidentado (Fig.48A), cabeza con tonalidades metalizas verdes (Fig. 48A), pronoto de coloración amarillo-marrón (Fig.48B), élitros marrones oscuros, patas de color mayoritariamente amarillentas (Fig.48B)

3.3.13.2 *Canthidium sp. 2*

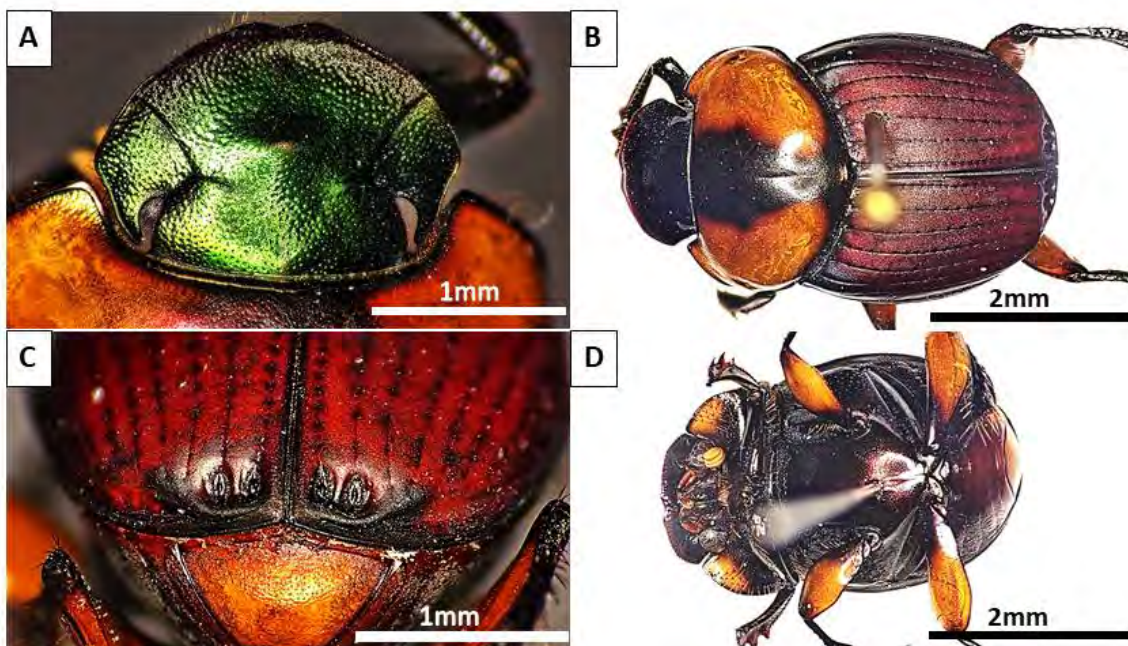


Figura 49 Estructura Morfológica de *Canthidium sp 2*, 49A. Vista ventral del cuerpo, 2.5X; 49B. Vista dorsal de los élitros y pronoto, 2.5X y 49C. Vista del Clípeo, 3X.

Diagnosis: Margen posterior del pronoto con una hilera de punteadura (Fig.49C), clípeo bidentado (Fig.49A), cabeza con tonalidades metálicas verdes (Fig.49A), pronoto amarillo-marrón con una región negra que ocupa menos de la mitad del área del pronoto (Fig.49B), élitros marrones oscuros, patas de color mayoritariamente amarillentas (Fig.49D)

3.3.13.3 *Canthidium sp. 3*

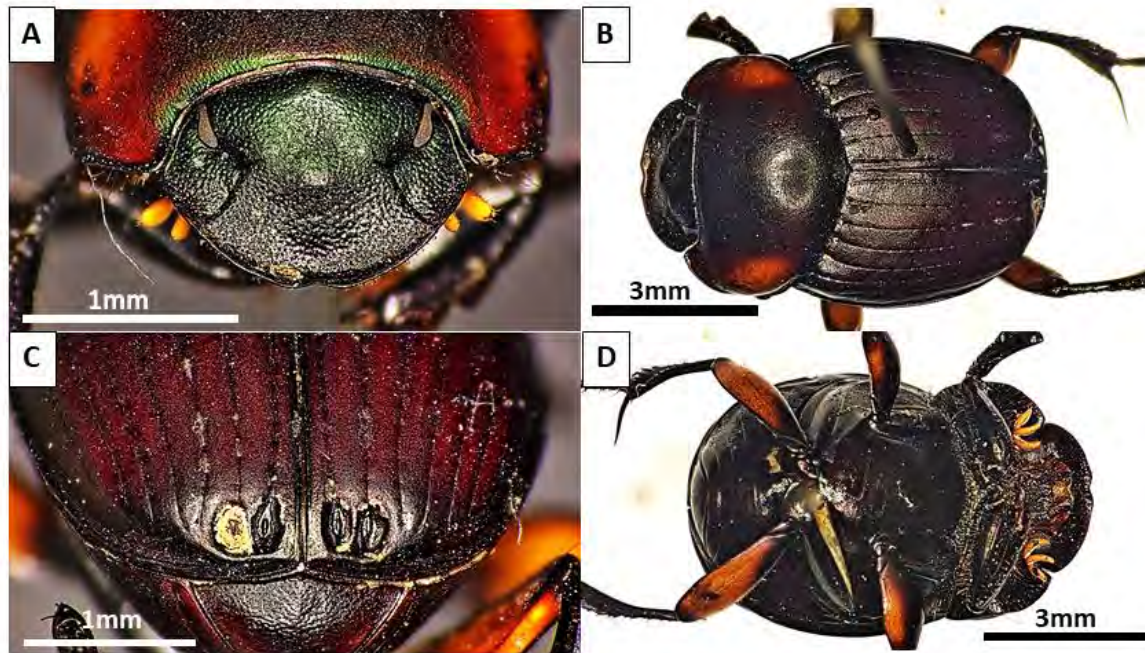


Figura 50 Estructura Morfológica de *Canthidium sp 3*, 50A. Vista dorsal del élitro y pronoto, 2.5X; 50B. Vista ventral del cuerpo, 2.5X y 50C. Vista Del pronoto y clípeo.

Diagnosis: Margen posterior del pronoto con una hilera de punteaduras (Fig. 50C), clípeo bidentado (Fig.50A), cabeza con tonalidades metálicas verdes (Fig.50A), pronoto amarillo-marrón con una región negra que ocupa más de la mitad del área del pronoto (Fig.50B), élitros más oscuros que las otras dos, patas de color mayoritariamente amarillentas (Fig.50D).

3.3.13.4 *Canthidium sp. 4*

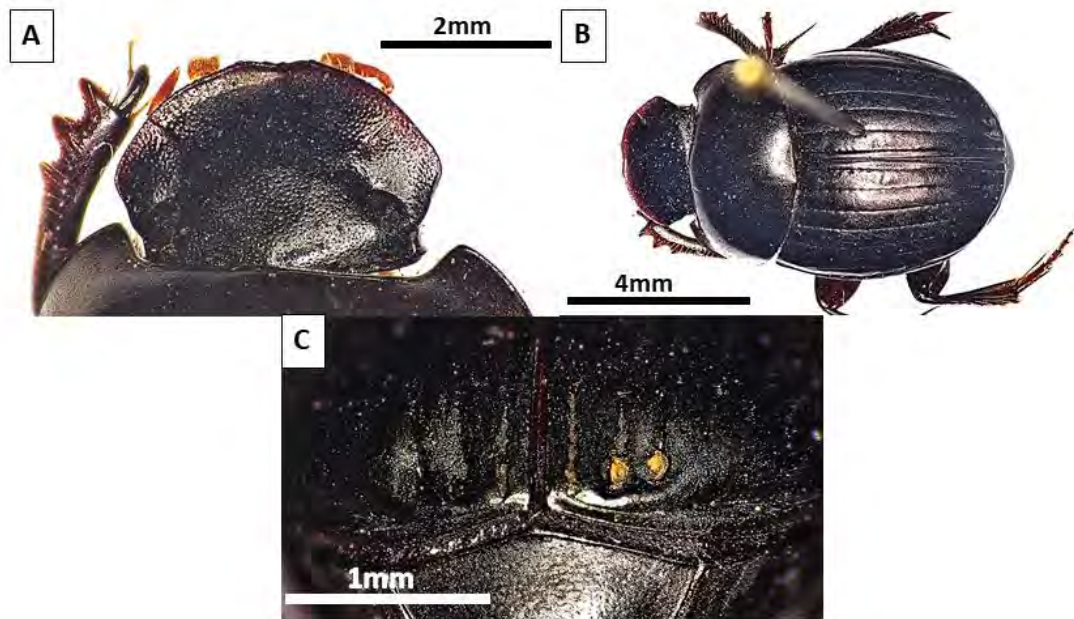


Figura 51 Estructura Morfológica de *Canthidium sp 4*, 51A. Vista dorsal de los élitros y pronoto, 2.5X y 51B. Vista dorsal del pronoto y Clípeo.

Diagnosis: Margen posterior del pronoto con una hilera de punteaduras (Fig.51A), coloración del cuerpo totalmente negra, clípeo bidentado (Fig.51B), pronoto con punteaduras muy finas (Fig.51A).

3.3.13.5 *Canthidium sp. 5*

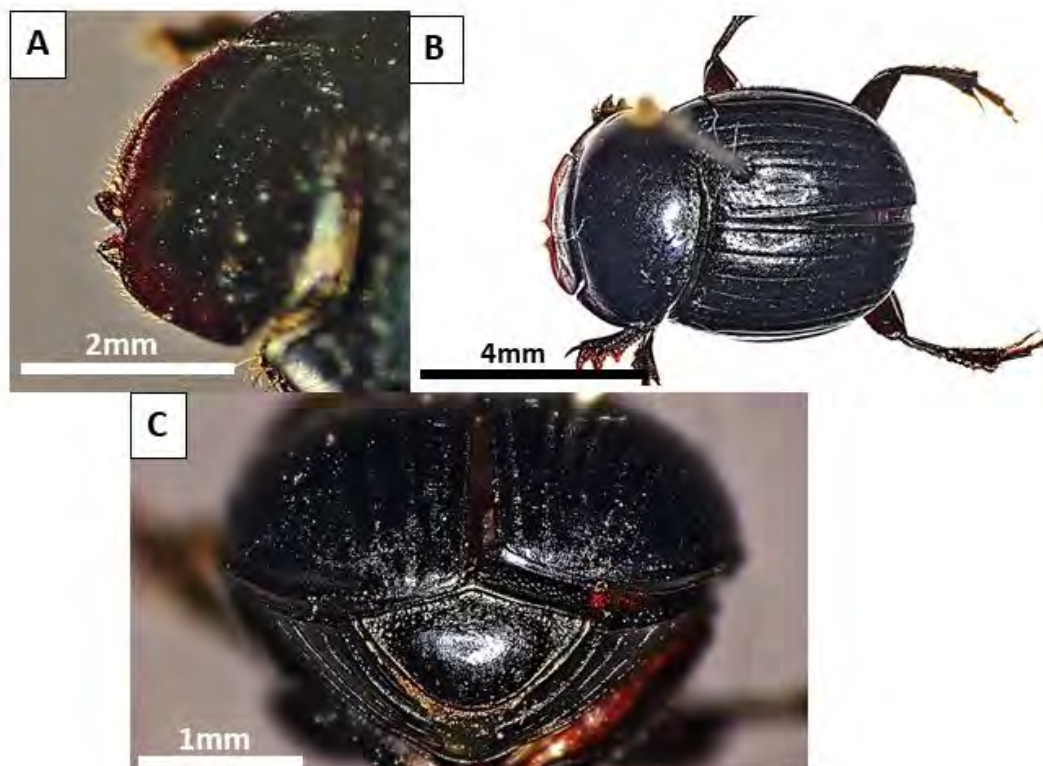


Figura 52 Estructura Morfológica de *Canthidium sp 5*, 52A. Vista dorsal del élitro y pronoto, 2.5X y 52X. Vista del pronoto del clipeo y pronoto, 3X.

Diagnosis: Margen posterior del pronoto con una hilera de punteaduras (Fig.52C), coloración del cuerpo negro con tonalidades metálicas azulinas (Fig. 52B), sutura fronto clipeal notoria y ligeramente levantada (Fig.52A).

3.3.14 *Ontherus* Erichson, 1847

Diagnosis: Sin escutelo visible dorsalmente, primer tarsomero mucho más pequeño que el segundo, se une esta ala segunda en forma oblicua, palpos labiales con dos segmentos, ultimo tarsomero con uñas largas y curvadas, con cinco tarsomeros, Porción anterior de la propleura con una excavación anterior debil, tibias medias y posteriores fuertemente ensanchada en el ápice, Angulo interno de la protibia de noventa grados, proceso clipeal transversal y espolón tibial truncado, tibias con quilla con sedas (Fig. 53B).

3.3.14.1 *Ontherus raptor* Genier 1996

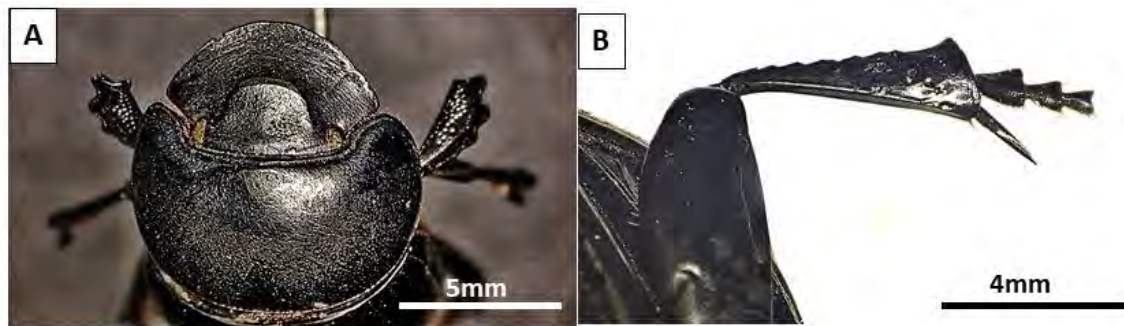


Figura 53 Estructura Morfológica de *Ontherus raptor*, 53A. Vista dorsal de los élitros y pronoto, 2.5X y 53.B. Vista del pronoto y clipeo, 3X.

Diagnosis: Clipeo sin dientes, sutura fronto clipeal en forma de semicírculo (Fig.53A), pronoto sin elevaciones notorias (Fig.53A).

3.3.15 *Ateuchus* Weber, 1801

Diagnosis: Sin escutelo visible dorsalmente (Fig. 54C), primer tarsomero mucho más pequeño que el segundo, se une esta a la segunda en forma oblicua, palpos labiales con dos segmentos, ultimo tarsomero con uñas largas y curvadas, con cinco tarsomeros (Fig.54B y 55B), Porción anterior de la propleura con una excavación anterior muy fuerte delimitada por un área vertical con una quilla transversal, tibia anterior con ángulo interno de noventa grados con borde continuo

3.3.15.1 *Ateuchus sp. 1*

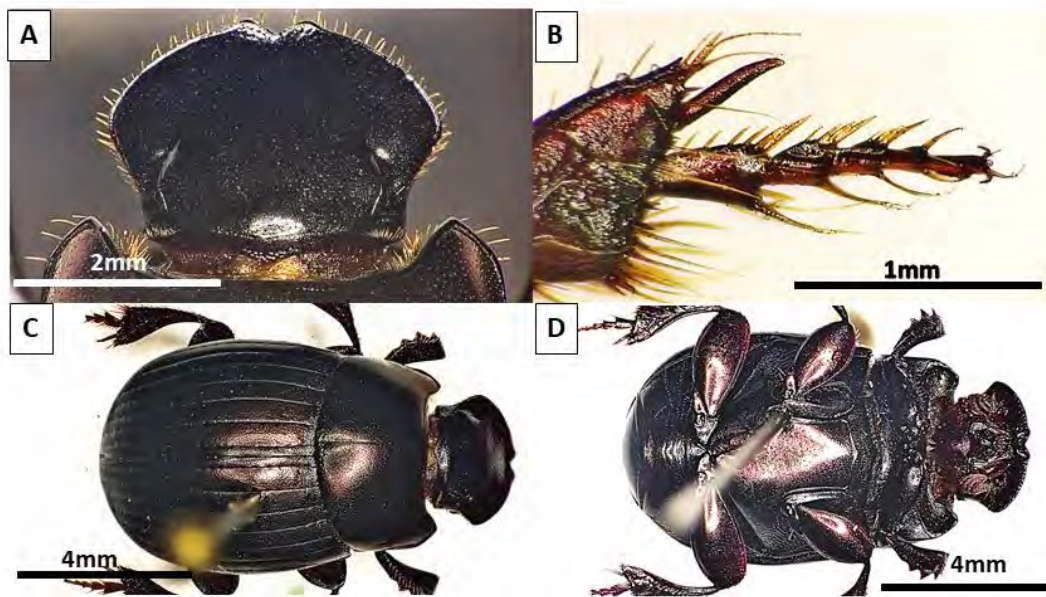


Figura 54 Estructura Morfológica de *Ateuchus sp 1*, 54A. Vista dorsal de los élitros y pronoto, 1.5X, 54B. Vista del pronoto, 2.5X; 54C. Vista del clipeo, 3X y 54D. Vista de la tercera pata lateral, 3.4X.

Diagnosis: Especímen muy pequeño, cabeza marginada en la región posterior (Fig.54A), quilla frontoclipeal notoria (Fig.54C), de coloración completamente negra (Fig.54D)

3.3.15.2 *Ateuchus sp. 2*

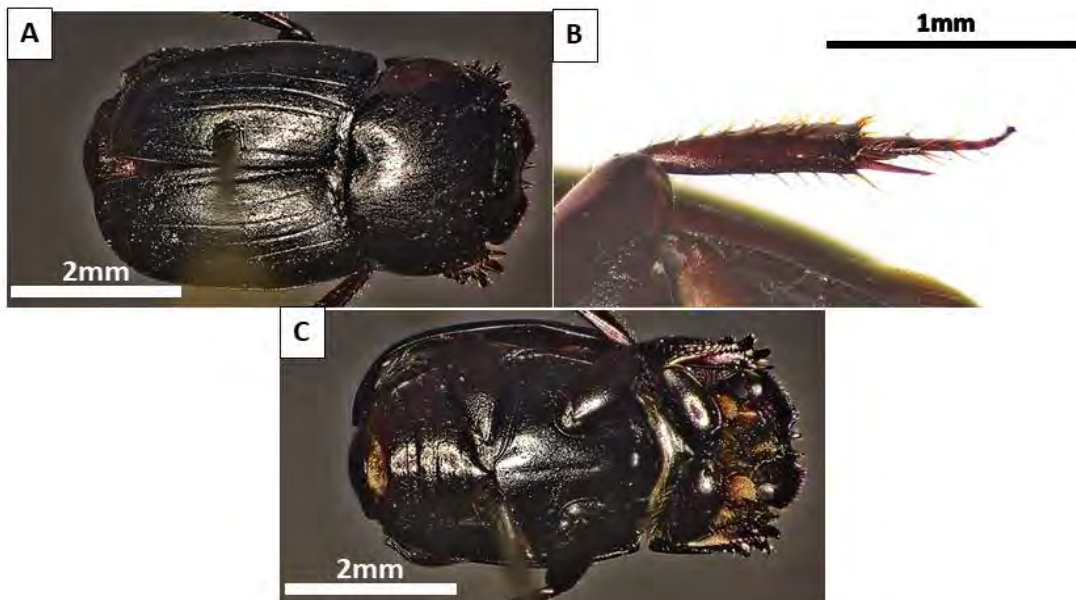


Figura 55 Estructura Morfológica de *Ateuchus sp 2*, 55A. Vista dorsal del cuerpo completo, 1.5X; 55B. Vista del clipeo y pronoto, 2.5X y 55C. Vista del Pronoto y clipeo 2.5X.

Diagnosis: Especímenes de tamaño mediano, con clipeo bidentado (Fig.55A), quilla frontoclipeal notoria (Fig.55A), pronoto sin ninguna prominencia, cuerpo con coloración metálica azulina (Fig.55B).

3.1 Análisis de diversidad

Chilopoda

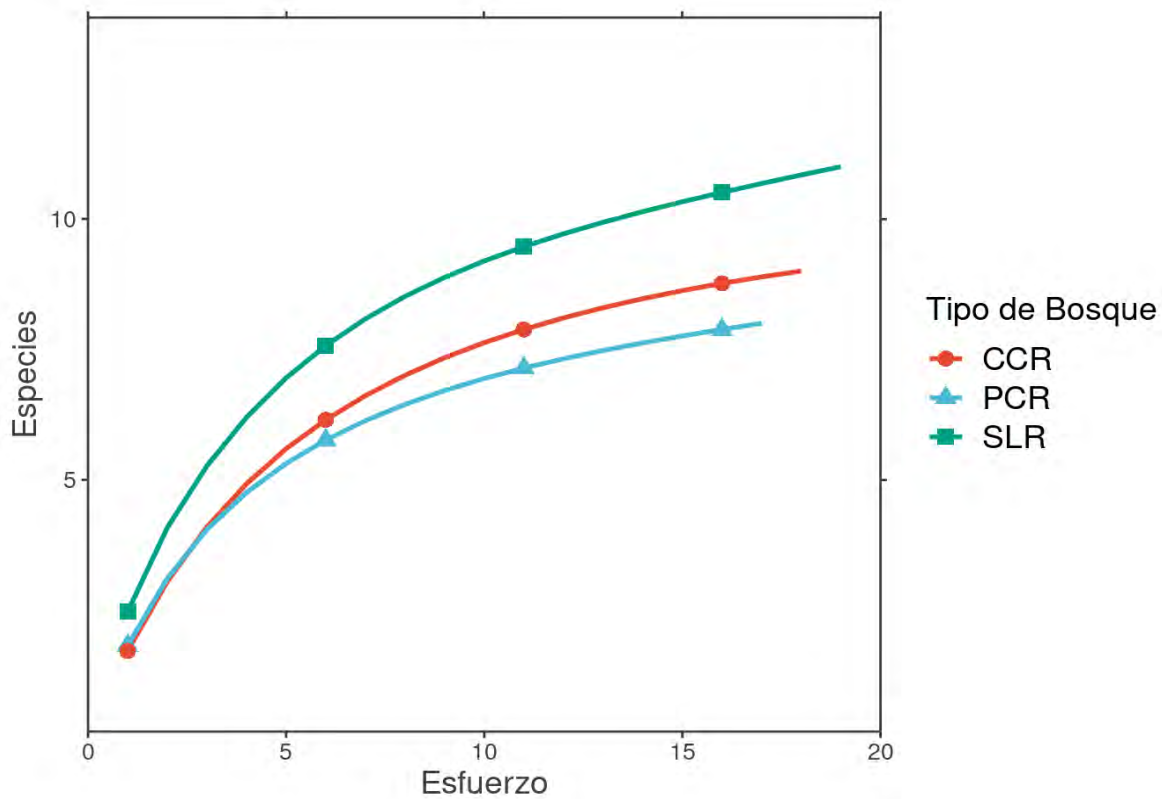


Figura 56 Curva de Acumulación de Especies de Chilopoda de los tres tipos de bosque

La curva de acumulación de especies (Fig. 56) nos muestra como el esfuerzo acumulado influye positivamente en el número de especies tomadas durante el muestreo. De modo que en cada tipo de bosque la comunidad de Chilopoda se comporta de manera independiente y a partir de la quinta unidad de muestreo (vuelta) se puede ver que cada curva (ósea la comunidad de Chilopoda en cada tipo de bosque) se separa marcadamente de las otras, siguiendo un patrón en el que a más muestreos ocurran estas curvas no se van a sobreponer, aunque no llegaron a su límite, que debería estar marcado por una asíntota.

Datos de los índices de Diversidad alfa de Chilopoda

Tipos de bosque	Riqueza	Shannon	Simpson (D)	Inv. Simpson
CCR	9	1.69	0.259	0.741
PCR	8	1.71	0.233	0.767
SLR	11	1.63	0.311	0.689

Tabla 7 Datos de los Índices de la Diversidad Alfa de la Clase Chilopoda

La tabla 7, nos muestra los tipos de bosque, seguidamente los valores calculados para la riqueza de especies, el índice de Shannon-Wiener, el índice de Simpson (Dominancia) y la inversa de Simpson. Se observa que siguiendo la riqueza de especies el bosque SLR, es más diverso que CCR y PCR que siguen en ese orden. En el caso del índice Shannon-Wiener de mayor a menor los bosques más diversos son: PCR, CCR y SLR. Mientras que la mayor dominancia se puede ver en el bosque SLR, que a su vez tiene el menor valor de diversidad tomando en cuenta el valor inverso de Simpson. Opuesto al bosque PCR que tiene el menor valor de dominancia y por lo tanto el mayor valor de diversidad tomando el valor inverso de Simpson.

Análisis no paramétricos por los índices de Shannon, para los tres tipos de bosque

Con base en los datos analizados y las observaciones presentadas se hizo una prueba de normalidad que muestra que estos no tienen una distribución normal, con lo que se procedió a realizar un análisis no paramétrico, prueba de Kruskal Wallis, que nos permitió comparar las medianas de los valores de la diversidad de Shannon entre los tres tipos de bosque en el gradiente de perturbación.

A.- Shapiro Test

$$W = 0.8253$$

$$p = 1.7335 * 10^{-6}$$

Mediante el test de normalidad observamos que el valor de la probabilidad (p) es menor a 0.05, por lo que se confirma que la data no está normalmente distribuida.

B.- Kruskal Wallis test

$$\text{Kruskal Wallis} = 3.9894$$

$$p = 0.1360$$

En base al valor calculado de p (= 0.1360), se decidió rechazar la hipótesis nula, entonces decimos que la diferencia entre las medianas de los valores del índice de Shannon-Wiener por tipo de bosque no son estadísticamente significativos.

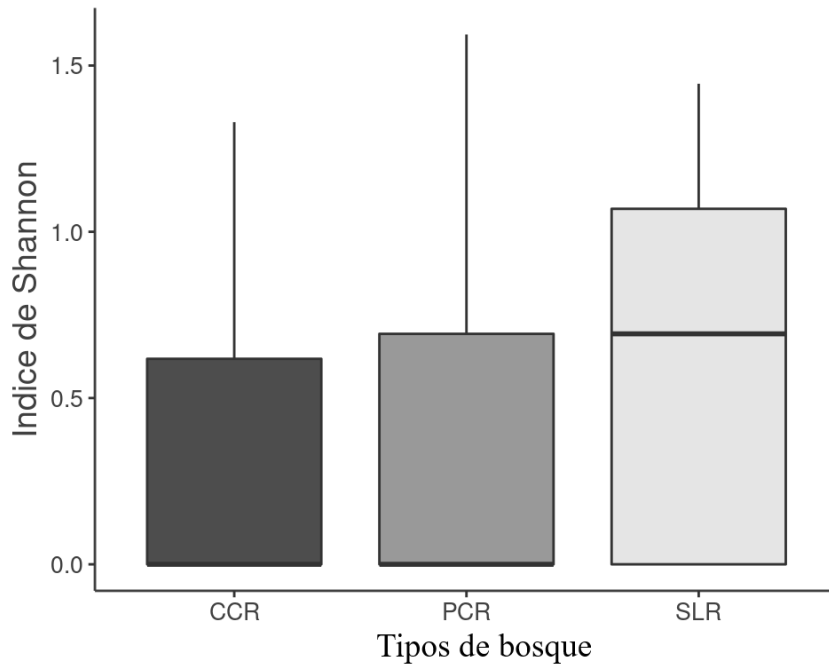


Figura 57 Gráfica del índice de Shannon de Chilopoda, en los tres tipos de bosque

De acuerdo al análisis de Kruskal Wallis para los valores del índice de Shannon-Wiener (Tabla 7, Fig. 57) se puede observar que no hubo diferencias significativas en los tres tipos de bosque.

Abundancia de las especies de la Clase Chilopoda

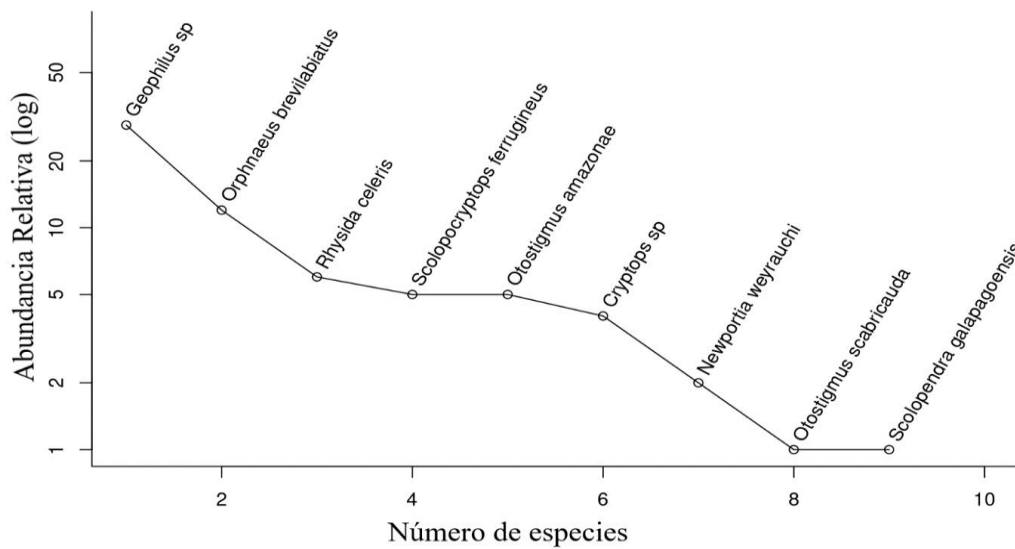


Figura 58 Gráfica de Abundancia de Chilopoda del Bosque de CCR

El bosque CCR (Fig.56), presenta 9 especies, de las que *Geophilus sp* cuenta con mayor abundancia, seguidamente de *Orphnaeus brevilabiatus* y las especie con menor abundancia son: *Scolopendra galapagoensis* y *Otostigmus scabricauda*.

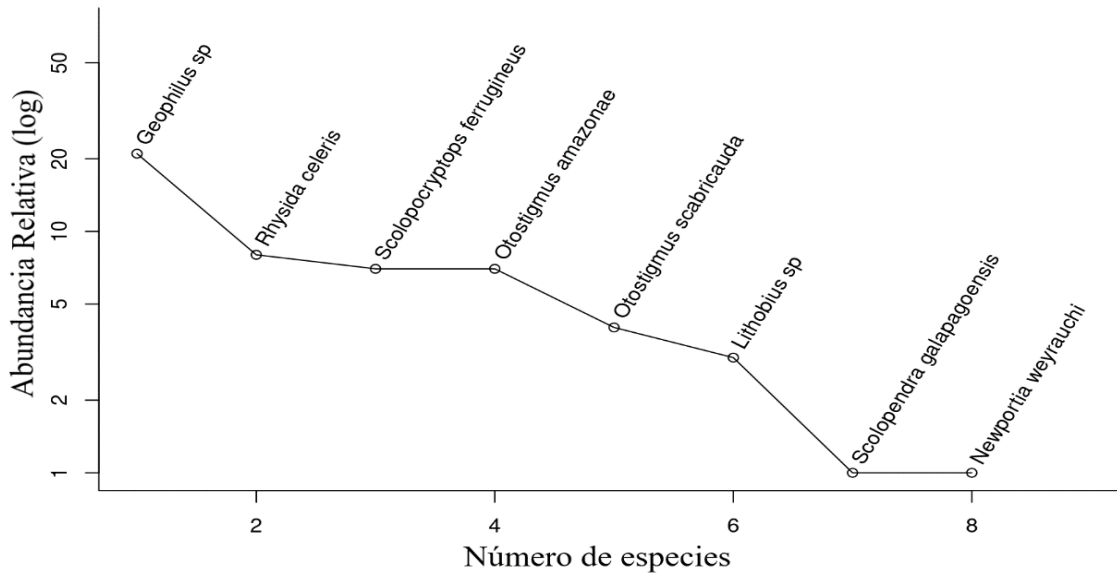


Figura 59 Gráfica de Abundancia de Chilopoda del Bosque PCR

En el bosque PCR (Fig.57), se observan 8 especies y la más abundante es *Geophilus sp.*, seguida de *Rhysida celeris*. Mientras que las especies con menor abundancia son: *Newportia weyrauchi* y *Scolopendra galapagoensis*.

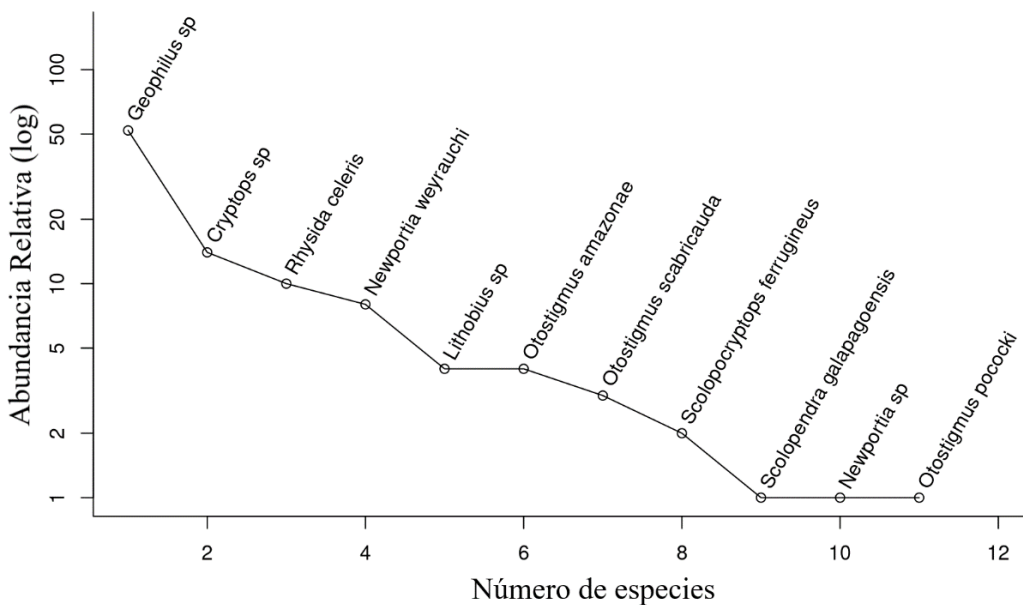


Figura 60 Gráfica de Abundancia de Chilopoda del Bosque de SLR

También observamos que en el bosque SLR (Fig.58), están presentes 11 especies y *Geophilus* sp. es la más abundante seguida de *Cryptops* sp. y las especie con menor abundancia son: *Otostigmus pococki*, *Newportia* sp. y *Scolopendra galapagoensis*.

Scarabaeidae

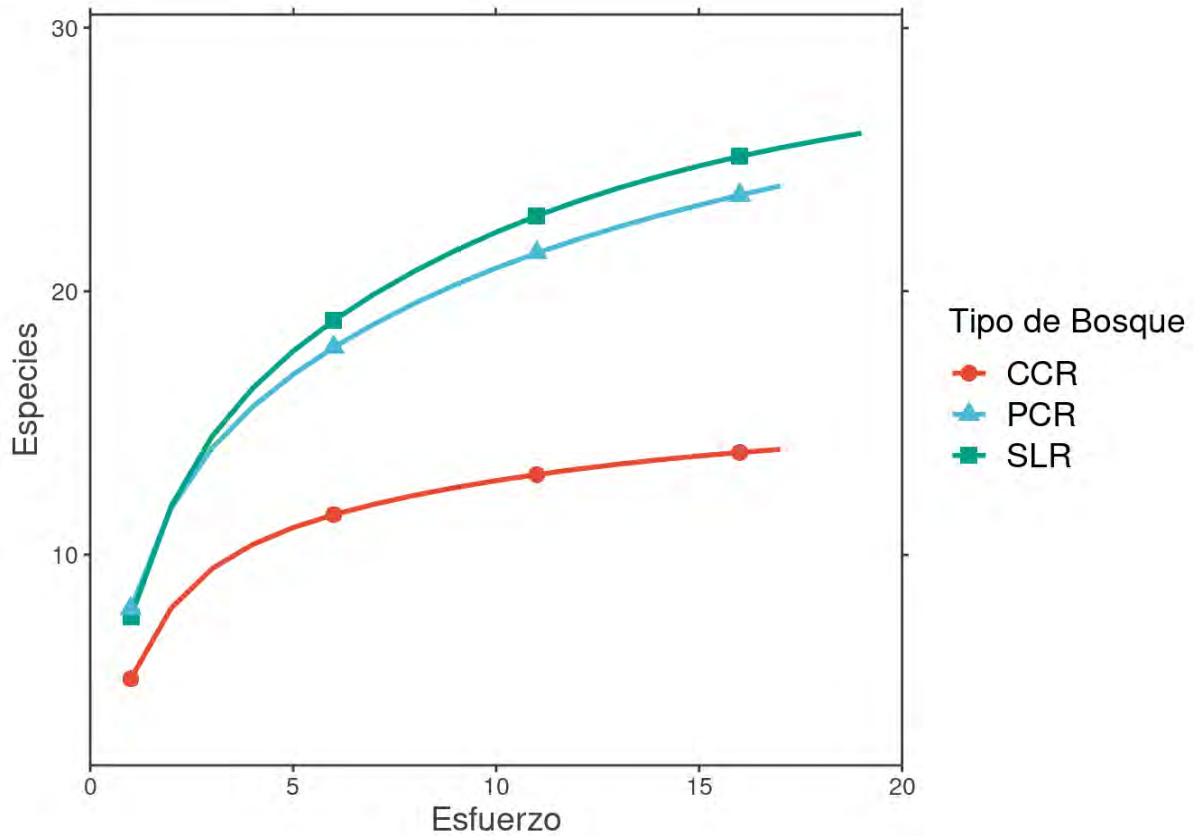


Figura 61 Curva de Acumulación de Especies de Scarabaeidae

De acuerdo a la curva de acumulación de especies (Fig. 61), se observa que el esfuerzo acumulado influye positivamente en el número de especies tomadas durante el muestreo. Comportándose de manera independiente y a partir de la primera o segunda unidad de muestreo (vuelta) la comunidad de Scarabaeidae del bosque CCR se separa drásticamente de las comunidades alojadas en los bosques PCR y SLR mientras que estos ya se separan a partir de la sexta unidad de muestreo, se observa que cada curva (la comunidad de Scarabaeidae en cada tipo de bosque) se separan marcadamente siguiendo un patrón en el que a más muestreos ocurran están curvas no se sobrepondrán, aunque solo el bosque CCR llego a su asíntota, pero los bosque PCR y SLR no llegaron a su límite, que deberían estar marcados por una asíntota.

Datos de los índices de Diversidad alfa

Tipos de Bosque	Riqueza	Shannon	Simpson (D)	Inv. Simpson
CCR	14	1.99	0.173	0.827
PCR	24	2.11	0.179	0.821
SLR	26	2.62	0.089	0.911

Tabla 8 Valores de los Índices de la Diversidad alfa de Scarabaeidae.

La tabla 8, nos muestra los tipos de bosque. Así como los valores calculados para la riqueza de especies, el índice de Shannon-Wiener, el índice de Simpson (Dominancia) y la inversa de Simpson. Tomando en cuenta el índice Shannon-Wiener lo bosques SLR, PCR y CCR varían de más a menos diverso. Mientras que en relación al índice de Simpson se ve que la dominancia es mayor en el bosque PCR, seguido CCR y finalmente SLR. Comprendiendo así por medio del valor inverso de Simpson que el bosque más diverso es SLR, seguido de CCR, para finalizar con PCR que tendría el menor valor.

Análisis no paramétricos por los índices de Shannon, para los tres tipos de bosque

Con base a los datos analizados y las observaciones presentadas se hizo una prueba de normalidad que muestra que estos datos no presentan una distribución normal, con lo que se procedió a realizar un análisis no paramétrico, prueba de Kruskal Wallis, que nos permitió comparar las medianas de los valores de la diversidad de Shannon entre los tres tipos de bosque en el gradiente de perturbación.

A.- Shapiro test

$$W = 0.8947$$

$p = 0.0002$

Mediante este test de normalidad y el valor calculado de $p (=0.0002)$ comprobamos que los valores del índice de Shannon-Wiener no están normalmente distribuidos.

B.- Kruskal Wallis test

Kruskal-Wallis = 5.5234

p = 0.0631

En base al valor calculado de p (= 0.0631), se decidió rechazar la hipótesis nula, entonces decimos que la diferencia entre las medianas de los valores del índice de Shannon-Wiener por tipo de bosque no son estadísticamente significativos.

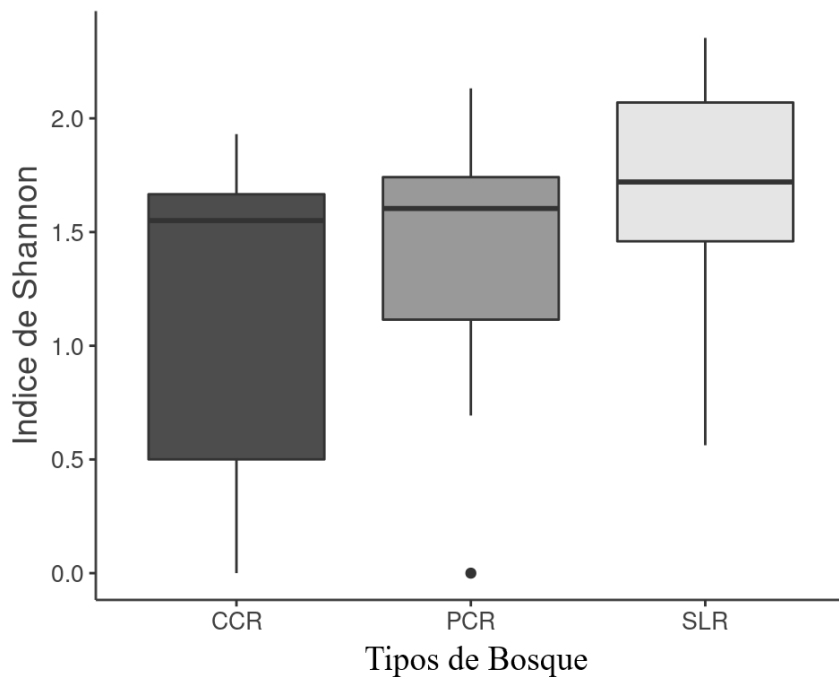


Figura 62 Grafica del índice de Shannon de la familia Scarabaeidae, en los tres tipos de bosque De acuerdo al análisis de Kruskal Wallis para los valores del índice de Shannon-Wiener (Tabla 8, Fig. 62) se puede observar que no hubo diferencias significativas en los tres tipos de bosque.

Comparación de medianas del índice de Shannon, para dos tipos de bosque: CCR y SLR

A.- Shapiro test

W = 0.8814

p = 0.0010

Mediante este test de normalidad y el valor calculado de p (=0.0010) comprobamos que los valores del índice de Shannon-Wiener no están normalmente distribuidos.

B.- Kruskal Wallis test

Kruskal-Wallis = 4.9970

p = 0.0253

En base al valor calculado de p (= 0.0253), se decidió aceptar la hipótesis nula, entonces podemos afirmar que existen diferencias significativas entre las medianas de los valores del índice de Shannon-Wiener por los tipos de bosque CCR y SLR.

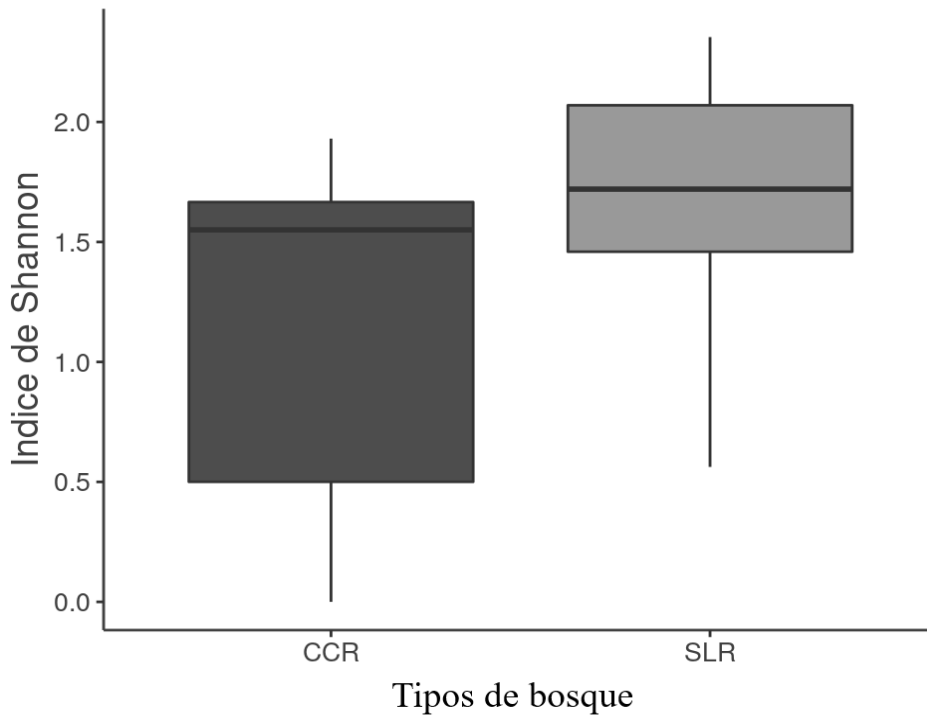


Figura 63 Grafica del índice de Shannon de la familia Scarabaeidae, en los dos tipos de bosque

De acuerdo al análisis de Kruskal Wallis para los valores del índice de Shannon-Wiener (Tabla 8, Fig. 62) en los tipos de bosque CCR y SLR existen diferencias estadísticamente significativas.

Abundancia de las especies de la familia Scarabaeidae

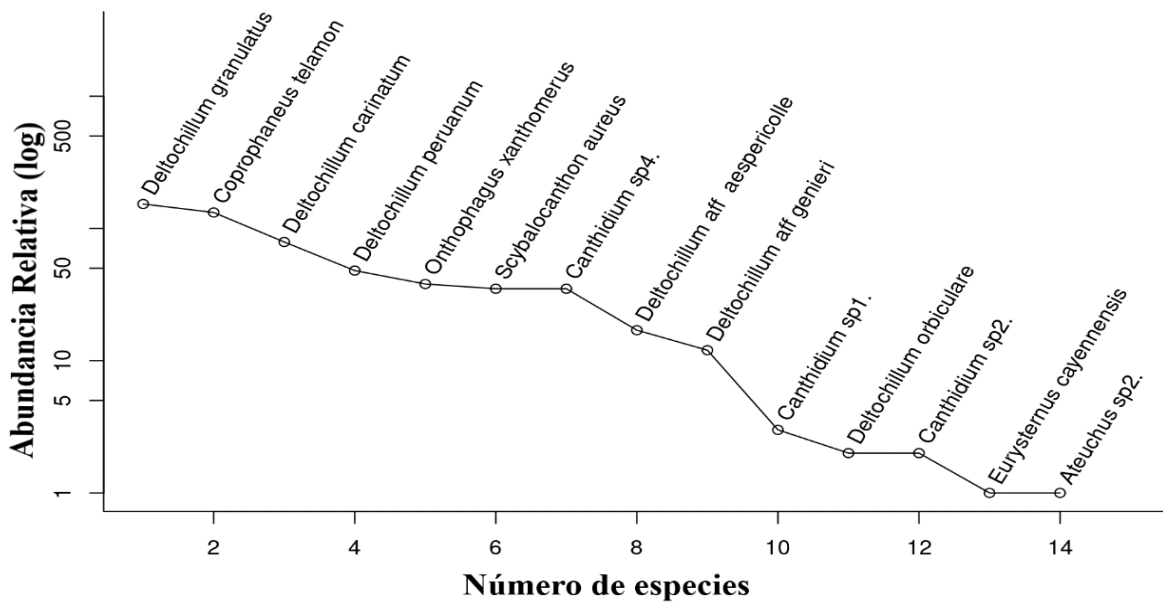


Figura 64 Gráfica de Abundancia de Scarabaeidae del Bosque CCR

Podemos observar que en el bosque CCR, (Fig. 62), la especie con mayor abundancia es *Deltochillum granulatus*, seguidamente de *Coprophaneus telamon* y las especies con menor abundancia son: *Ateuchus sp2.* y *Eurysternus cayennensis*.

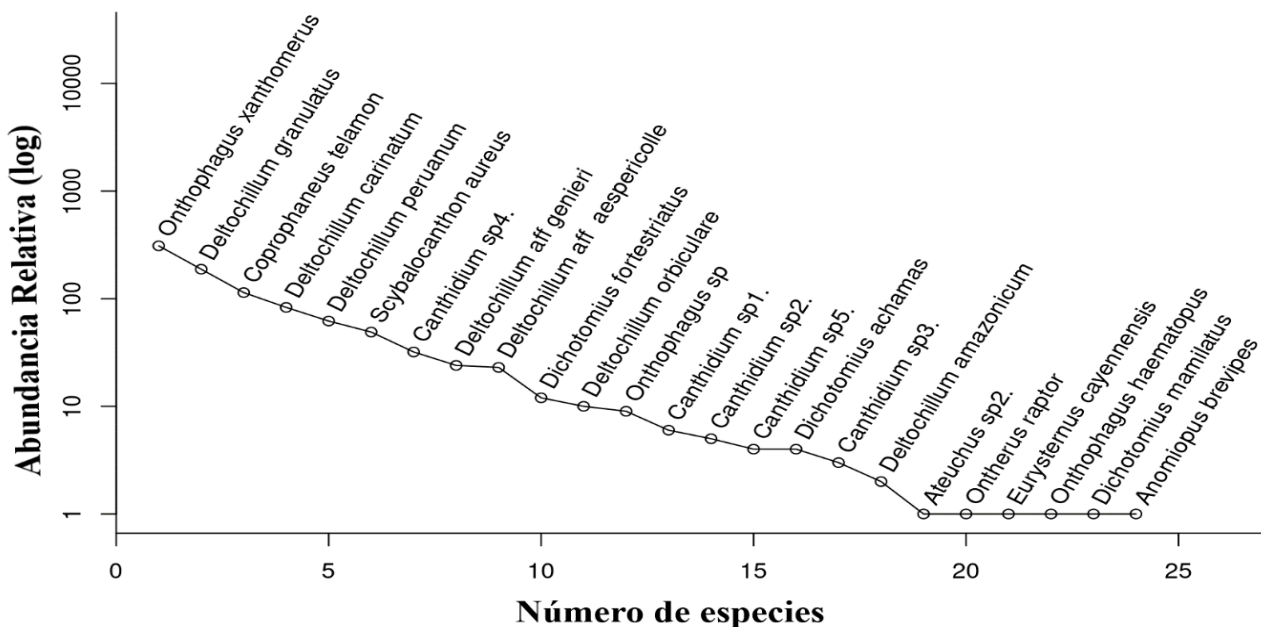


Figura 65 Gráfica de Abundancia de Scarabaeidae del Bosque PCR

En el Bosque PCR (Fig. 63), la especie con mayor abundancia fue *Onthophagus xanthomerus*, seguidamente de *Deltochillum granulatus* y las especies con menor abundancia fueron:

Anomiopus brevipes, *Dichotomius mamillatus*, *Onthophagus haematopus*, *Eurysternus cayennensis*, *Ontherus raptor* y *Ateuchus sp2*.

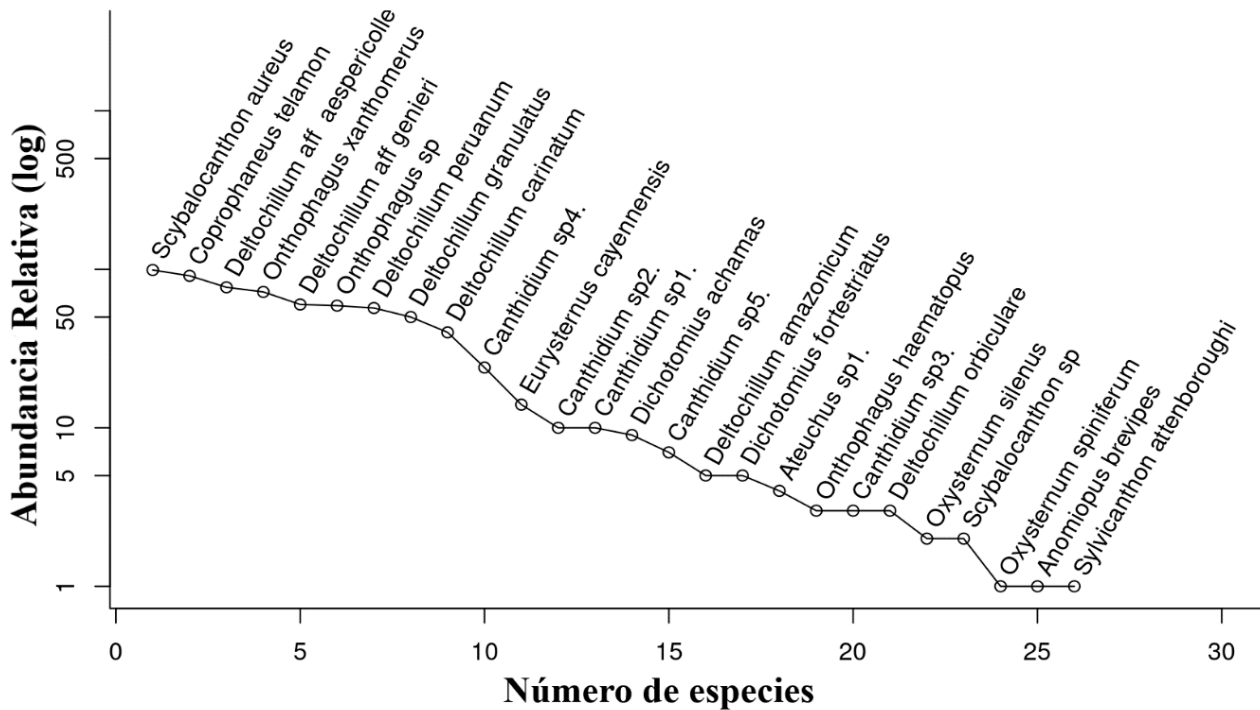


Figura 66 Gráfica de Abundancia de Scarabaeidae del Bosque SLR

En el bosque SLR, (Fig.64), la especie con mayor abundancia fue *Scybalocanthon aureus*, seguidamente de *Coprophaneus telamon* y las especies con menor abundancia fueron: *Sylvicanthon attenboroughi*, *Anomiopus brevipes* y *Oxystemun spiniferum*.

3.2 Análisis de similitud

Índice de Jaccard de Chilopoda

	CCR	PCR	SLR
CCR	1	-	-
PCR	0.7	1	-
SLR	0.66666667	0.72727273	1

Tabla 9 Índice de Jaccard de la Clase Chilopoda

Según el índice Jaccard, (Tabla 9 y Fig. 67), la similitud es mayor entre los bosques SLR y PCR, seguida de CCR y PCR. Mientras que SLR y CCR son los menos similares entre sí.

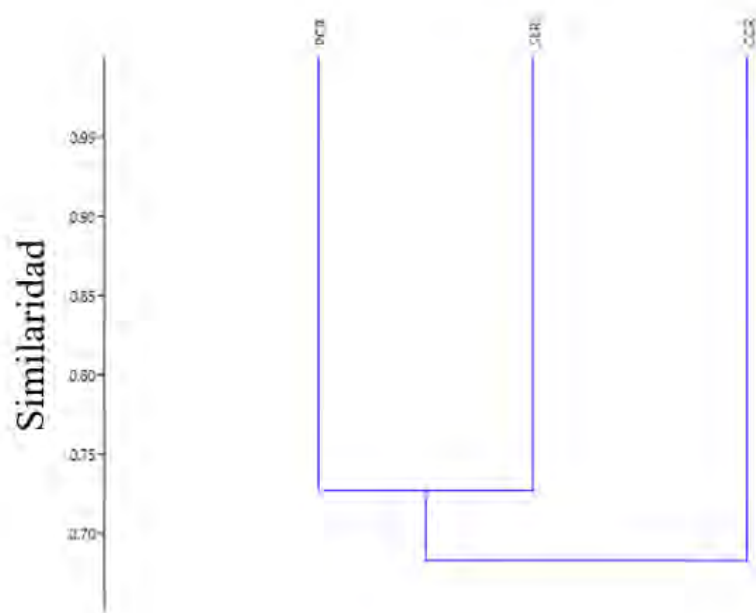


Figura 67 Gráfica de Similitud del Índice de Jaccard de la Clase Chilopoda

Índice de Morisita – Horn de Chilopoda

	CCR	PCR	SLR
CCR	1	-	-
PCR	0.88332631	1	-
SLR	0.9038051	0.88134108	1

Tabla 10 Índice de Morisita – Horn de la Clase Chilopoda

Según el índice de Morisita - Horn, los tipos de bosque SLR y CCR presentan mayor similitud en comparación de ambas con el tipo de bosque de PCR (Tabla 10 y Figura 68).

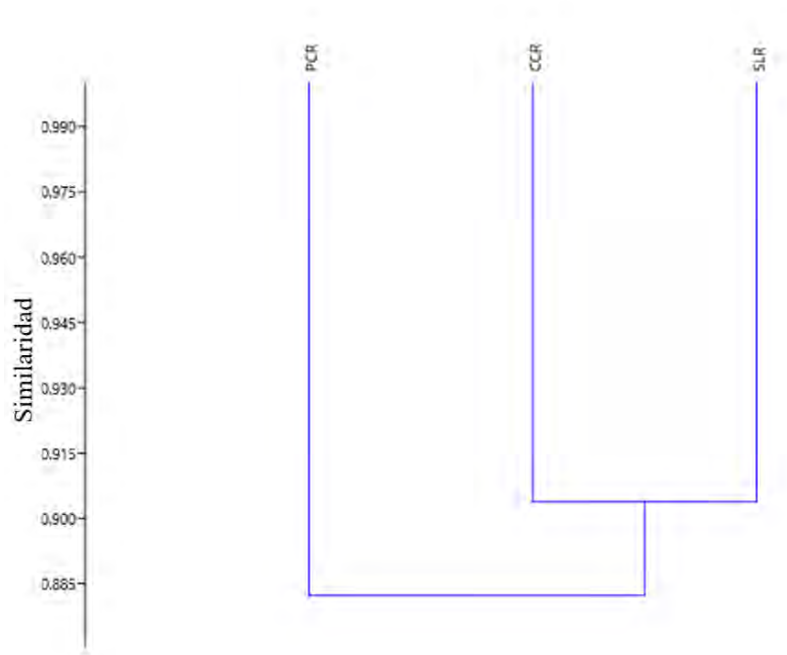


Figura 68 Gráfica del Índice de Morisita - Horm de la Clase Chilopoda
Índice de Jaccard de Scarabaeidae

	CCR	PCR	SLR
CCR	1	-	-
PCR	0.58333333	1	-
SLR	0.48148148	0.72413793	1

Tabla 11 Tabla del Índice de Jaccard de Scarabaeidae

Según el índice Jaccard, (Tabla 11 y Fig. 69) los bosques SLR y PCR son los más similares entre sí, seguidos de SLR con PCR y de otro lado los bosques CCR y SLR son los que presentan menor grado de similitud.

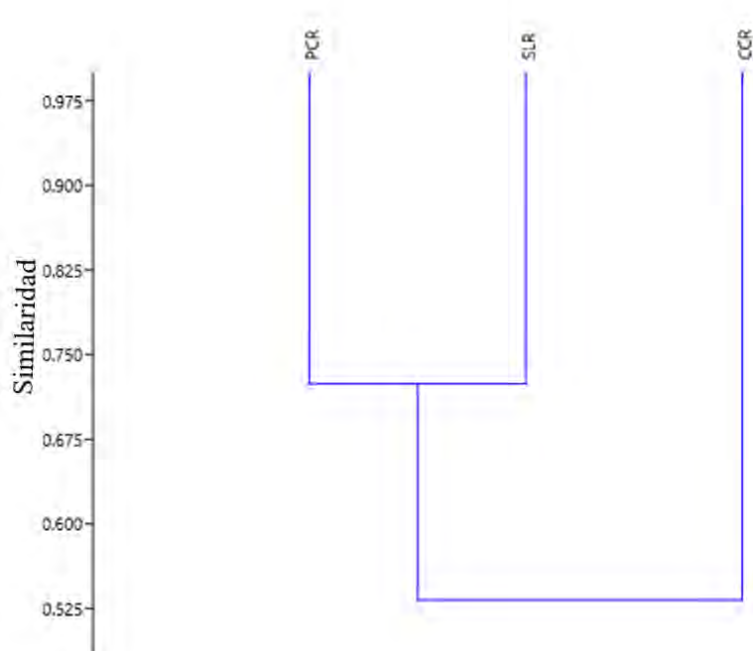


Figura 69 Gráfica de Similitud del Índice de Jaccard de Scarabaeidae

Índice de Morisita-Horn de Scarabaeidae

	CCR	PCR	SLR
CCR	1	-	-
PCR	0.74042505	1	-
SLR	0.6701995	0.65181182	1

Tabla 12 Índice de Morisita – Horn de la Scarabaeidae

Seguidamente el índice de Morisita – Horn (Tabla 12 y Fig. 70), muestra que los bosques de tipo CCR y PCR presentan una mayor similitud de especies con respecto a la comparación de ambos con el tipo SLR.

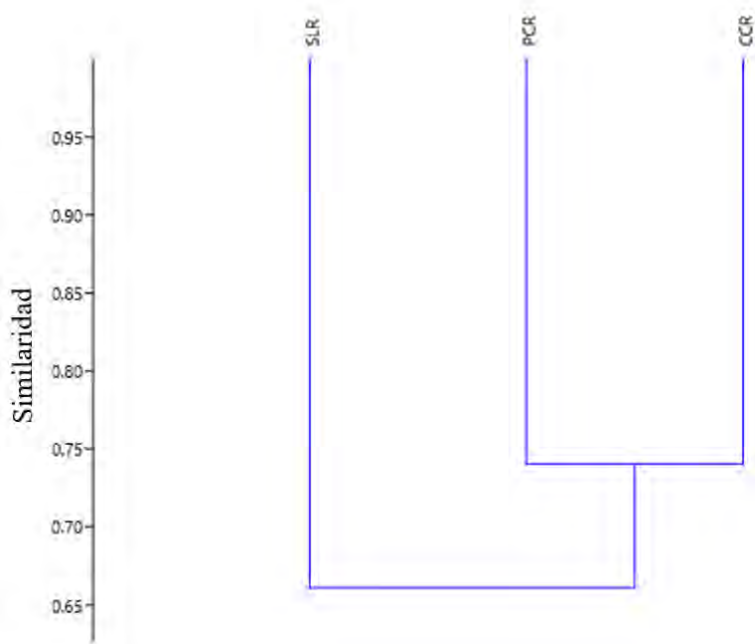


Figura 70 Gráfica del Índices de Morisita – Horn de Scarabaeida.

DISCUSIÓN

Chilopoda

Cupul-Magaña (2014) registró 79 especies de Chilopoda para Perú, indicando que el mayor número de especies nuevas se dio entre los años 1954 a 1957, después de este periodo disminuyó significativamente a solo 5 especies en los siguientes 57 años hasta el 2014, su trabajo, se basó en revisión de la base de datos Chilobase y literatura especializada, no precisa con exactitud el lugar de colecta de las especies mencionadas, así mismo no registró ninguna especie para la región de Madre de Dios. Bautista et al. (2019) registran las primeras dos especies de la clase Chilopoda para esta región. Después de aproximadamente 3 años, en el presente trabajo se reporta 12 especies, agrupadas en 6 familias, incrementando y ahondando en el conocimiento de su diversidad en la región de Madre de Dios, así como para el sur del país.

Scolopendra galapagoensis es considerado como uno de los ciempiés gigantes, dentro del Orden Scolopendromorpha, para el Perú se registraron en los departamentos de Arequipa, Ancash, Cajamarca, Lima y La Libertad, todos estos registros se ubicaron en el oeste de la cordillera de los Andes (Bucherl, 1950, Shelley & Kiser, 2000 y Cupul, 2014). En el presente trabajo se reporta por primera vez para el este de la cordillera de los Andes a una altitud de 514 m.s.n.m. en la Reserva de Biósfera del Manu.

Orphnaeus brevilabiatus es considerada como uno de los ciempiés gigantes dentro del orden Geophilomorpha, Druce (2000) menciona que esta especie, se encuentra en todo el mundo, motivo por el que se le considera como cosmopolita, en el presente trabajo se registra exclusivamente en el bosque completamente clareado y ahora en regeneración. Marcando su ausencia absoluta en los dos niveles con menor perturbación, esta especie se registra por primera vez en la Reserva de Biosfera del Manu y el territorio peruano.

La especie *Newportia* sp. reportada solo para el bosque SLR es considerada como nueva especie para la ciencia, porque sus características no coinciden con ninguna de las especies previamente descritas dentro del género por ejemplo, las tibias de las patas de 2 a la 20 presentan espolones laterales y ventrales, las demás especies no presentan estos espolones, fémur de las últimas patas con apófisis espinosa, y además es de un tamaño considerablemente pequeño a comparación de otras, para su estadio adulto (Schileyko, 2013).

El orden Chilopoda se registra en los tres tipos de bosque (CCR, PCR y SLR), en los cuales, *Geophilus* sp es la especie con mayor abundancia, pero en diferente proporción de acuerdo al gradiente del estudio (Tabla 5, Figuras 58, 59 y 60). Se conoce que la diversidad de Chilopoda varía entre tipos de uso de suelo como los bosques primarios, secundarios, campos agrícolas, plantaciones agroforestales y pasturas (García et al., 2009; Karanja et al., 2009). En el presente trabajo se ha evaluado un gradiente de perturbación que acumula los efectos de la agricultura y la tala en diferentes escalas, de este modo se observó que la respuesta de la comunidad de Chilopoda es de manera similar a lo trabajado por Karanja et al. (2009) y García et al. (2009) de modo que el bosque CCR tuvo un efecto por tala, agricultura y ganadería que exhibe valores bajos de una abundancia, pero en la riqueza no presenta mucha variación con respecto al bosque selectivamente talado (SLR) que también es considerado como uno de lo más cercano a un bosque primario.

El bosque SLR, presenta el mayor nivel de riqueza de especies reportándose 11 especies de 100 individuos colectados. Seguidos del tipo de bosque CCR con 9 especies y 65 individuos colectados. Finalmente, el bosque PCR en el que en base a 52 individuos se han identificado 8 especies (Tablas 5 y 7; Figuras 58, 59 y 60).

Los valores del índice de Shannon en los tipos de bosque se pueden ordenar de mayor a menor siguiendo el orden de PCR (= 1.71), CCR (= 1.69) y SLR (=1.63). Mientras que los valores de Dominancia de Simpson se pueden ordenar por tipo de bosque en el siguiente orden: SLR (=0.311), CCR (=0.259) y PCR (=0.233). Y sus valores complementarios (inversa de Simpson) en el orden contrario, es decir PCR (=0.767), CCR (=0.741) y SLR (=0.689). Viendo los resultados de estos análisis, es evidente que, de manera exclusiva los valores numéricos podríamos tener apreciaciones equivocadas. Por lo que amerita una observación más detenida en cada caso.

De este modo en el caso del índice de Shannon, podemos ver que el valor más alto está en el estrato medio del gradiente (PCR), seguido del estrato con mayor perturbación (CCR) y el menor valor corresponde al tipo de bosque menos perturbado (SLR). Información no congruente con lo observado en base a la riqueza de especies, esta diferencia se podría explicar debido a la sensibilidad que tiene el índice de Shannon a la abundancia, número de especies poco abundantes, raras y riqueza de especies. De esta manera vemos que en la comunidad de Chilopoda del bosque PCR, existen 2 especies poco abundantes (*S. galapagoensis* y *N. weyrauchi*), una especie que marca mayor abundancia (*Geophilus* sp.) y las abundancias de las

otras 5 especies son más o menos uniformes (Tabla 5, Figura 59). En contraste con el otro extremo con menor valor que es el bosque SLR donde existen 3 especies poco abundantes y dos de ellas son raras (*Otostigmus pococki*, *Newportia* sp. y *S. galapagoensis*), una especie que muy marcadamente tiene mayor abundancia (*Geophilus* sp.) y otras 7 especies cuyas abundancias no están distribuidas tan homogéneamente como en el caso anterior (Tabla 5, Figura 60).

Las especies raras que solo están presentes, en un solo tipo de bosque y afectan a los cálculos del índice de Shannon por tipo de bosque son: *Orphnaeus brevilabiatus* presente solo en el bosque (CCR), que aunque es considerada una especie generalista se ha visto en otros trabajos que su presencia puede variar en términos de abundancia y densidad de acuerdo a diferentes tipos de uso de suelo o gradientes similares a este estudio (Druce, 2000). Mientras que *Otostigmus pococki* y *Newportia* sp. se registraron solo en el bosque selectivamente talado y ahora en regeneración (SLR).

Por otro lado, la especie *Geophilus* sp. está presente en los tres tipos de bosque como la más abundante, aunque variando en proporciones por tipo de bosque (Figuras 58, 59 y 60). Este género es de distribución cosmopolita estando solamente ausente en las zonas más frías del planeta.

En cuanto al índice de Simpson (Dominancia) el valor más alto se encuentra en el estrato mejor conservado del gradiente, el bosque SLR, seguido del estrato menos conservado CCR y finalmente el estrato medio PCR. Complementariamente el valor calculado para la Inversa de Simpson se ordena en el sentido inverso. Lo que en mayor detalle se puede entender así: La comunidad de Chilopoda en el bosque SLR, exhibe una marcada diferencia en la abundancia de *Geophilus* sp (52 individuos) que representa más del 50% del valor total de las abundancias de las otras diez especies que co-ocurren en este tipo de bosque (Tablas 5, 7 y Figura 60). Lo que marca que tenga el valor más alto de dominancia (Simpson) y se considere como menos diverso (Inversa de Simpson). Y por otro lado la comunidad de Chilopoda en el bosque PCR, aunque la misma especie, *Geophilus* sp (21 individuos), es la más dominante, su abundancia no es tan alta como en el bosque SLR, ni proporcionalmente tiene tanta diferencia con las otras 7 especies que co-ocurren en el bosque PCR (Tablas 5, 7 y Figura 59). Lo que explica que este sea el bosque con menor valor de dominancia (Simpson) y mayor diversidad (Inversa de Simpson).

Tras los que encontramos que no existen diferencias significativas en la diversidad de Chilopoda (Shannon) entre los tres tipos de bosque evaluados. Observación que se diferencia a las realizadas por García et al. (2009) y Karanja et al.(2009) quienes si encontraron diferencias estadísticamente significativas en favor de los niveles con menos perturbación y los valores de diversidad que emplearon.

Según el índice de Jaccard, (Tabla 9 y Figura 67), los tipos de bosque de PCR y SLR son los más similares entre sí, estimándose su similaridad en 72.72% en base exclusivamente a las especies que comparten entre sí, presentando 8 especies en común (*Geophilus sp.*, *Rhysida celeris*, *Newportia weyrauchi*, *Otostigmus amazonae*, *Scolopocryptops ferrugineus*, *Lithobius sp.*, *Otostigmus scabricauda* y *Scolopendra galapagoensis*), pero las especies *Cryptops sp.*, *Newportia sp.*, y *Otostigmus pococki* solo están presentes en el bosque SLR. Mientras que la similitud de los bosques CCR y SLR son el menor valor entre los bosques calculándose en 66.66%. De acuerdo al índice de Jaccard Se puede observar que la comunidad de Chilopoda es más similar, cuando se basa exclusivamente en las especies presentes entre sí de los bosques PCR y SLR, que de ambos en comparación con el bosque CCR (Figura 67). Tomando en cuenta el índice de Morisita la similaridad, que es influida por el número de especies y sus abundancias, es mayor entre los tipos de bosque CCR y SLR alcanzando un valor de 90.38%. Y el menor valor de similaridad es entre los tipos de bosque PCR y SLR que alcanza un valor de 88.13%. De esta manera en base a este índice, ósea el número de especies y sus abundancias, la comunidad de Chilopoda es más similar entre los tipos de Bosque CCR y SLR, entre sí, que ambas comparadas con PCR (Figura 68).

La estructura de la comunidad de Chilopoda a lo largo del gradiente es afectada por la perturbación, efecto que se puede ver expresado en los valores de riqueza de especies y los índices de diversidad, pero se explica mejor precisamente viendo como la comunidad es afectada componente por componente.

Anteriormente no se realizaron trabajos de Chilopoda en un gradiente de perturbación; debido a la falta de interés en el estudio de este grupo, sin embargo, en el presente trabajo se da a conocer la diversidad de la clase Chilopoda en tres tipos de bosque con perturbación, ampliando los estudios ecológicos de la clase Chilopoda.

Scarabaeidae

En la Reserva de Biosfera del Manu, se conocen más de 80 especies de escarabajos correspondientes a la familia Scarabaeidae (Astete, 2018; Larsen & Génier, 2008). En el

presente trabajo logramos identificar 29 especies agrupadas en 12 generos, en la estación biológica Manu Learning Centre al interior de la Reserva de Biosfera del Manu.

La familia Scarabaeidae se registra en los tres tipos de bosque (CCR, PCR y SLR) en los cuales el bosque PCR presenta mayor abundancia con las especies: *Onthophagus xanthomerus*, *Deltochillum granulatum* y *Coprophaneus telamon* (Tabla.6 y 8, Figura 64,65 y 66). Se muestra que la diversidad de Scarabaeidae varia en los tres tipos de uso de suelo, el bosque con mayor riqueza de especies fue SLR con 26 especies de 709 individuos, seguidamente de PCR con 24 especies de 946 individuos y CCR con 14 especies de 558 individuos. Mientras tanto, en el trabajo de Astete (2018) el bosque secundario presento mayor riqueza y mayor abundancia, en relación al pastizal.

Silva & Valois (2019) en su revisión del género de *Scybalocanthon*, menciona 21 especies que presentan el pronoto mayoritariamente amarillo marronescos (testaceus), variando solamente en el color de las patas, de los élitros y manchas negras en el pronoto. En el presente trabajo *Scybalocanthon sp* se diferencia de todas las otras especies descritas por presentar diferencias en la coloración de las estructuras, pudiéndose considerar como una especie nueva.

El género *Cantidium* comprende dos subgéneros: *Cantidium* y *Eucantidium*, Kohlmann & Solís (2006) el subgénero *Cantidium* fue revisado por Moctezuma, Sánchez & Gonzalo (2019) quedando no tan clara la taxonomía del otro subgénero, lo que imposibilita la determinación a nivel de especies, de los individuos aquí reportados.

Los valores del índice de Shannon en los tipos de bosque se pueden ordenar de mayor a menor siguiendo el orden de SLR (= 2.62), PCR (= 2.11) y CCR (= 1.99). Mientras que los valores de Dominancia de Simpson se pueden ordenar por tipos de bosque en el siguiente orden: PCR (= 0.179), CCR (= 0.173) y SLR (=0.089). Y sus valores complementarios (Inversa de Simpson) en el orden contrario, es decir SLR (= 0.911), CCR (= 0.827) y PCR (0.821). Viendo los resultados de estos análisis, también es evidente que, viendo de manera exclusiva los valores numéricos podríamos tener apreciaciones equivocadas. Por lo que amerita una observación más detenida en cada caso.

De este modo en el caso del índice de Shannon, podemos ver que el valor más alto se encuentra en el estrato menos perturbado (SLR), seguido del estrato medio (PCR) y el menor valor corresponde al tipo de bosque con mayor perturbación (CCR). Información congruente con lo observado en la riqueza de especies. Este resultado se puede explicar ya que el bosque menos perturbado presenta tres especies raras (*Oxystermun spiniferum*, *Anomiopus brevipes* y

Sylvicanthon attenboroughi) y las demás especies están distribuidas de manera uniforme (Tabla 6, Figura 66). En comparación con el bosque CCR donde no existen especies raras y se registran dos especies con menor abundancia (*Ateuchus sp2* y *Eurysternus cayennensis*), y una especie con mayor abundancia (*Deltochillum granulatum*) y otras 11 especies cuyas abundancias no están distribuidas tan homogéneamente como en el caso anterior (Tabla 6, figura 65).

Las especies que se encuentran en un solo tipo de bosque son: *Dichotomius mamilatus* y *Ontherus raptor*, en el bosque PCR. *Oxysternum silenus*, *Scybalocanthon sp*, *Ateuchus sp1.*, *Oxysternum spiniferum* y *Sylvicanthon attenboroughi* en el bosque SLR. Mientras que en el bosque CCR no presenta ninguna especie rara (especies calificadas rara, por su presencia en un solo tipo de bosque)

Los tres tipos de bosque comparten 13 especies de Scarabaeidae: *Onthophagus xanthomerus*, *Deltochillum granulatum*, *Coprophaneus telamon*, *Scybalocanthon aureus*, *Deltochillum carinatum*, *Deltochillum aff. aespericolle*, *Deltochillum peruanum*, *Deltochillum aff. genieri*, *Canthidium sp. 4*, *Eurysternus cayennensis*, *Canthidium sp. 1*, *Canthidium sp. 2* y *Deltochillum orbiculare*, indicando que la ocurrencia de estas especies no está afectada por el nivel de perturbación en el gradiente.

En el análisis de Simpson (Dominancia) el valor más alto se encuentra en el estrato medio, el bosque PCR, seguido del estrato menos conservado CCR y finalmente el estrato mejor conservado SLR, complementariamente el valor calculado para la Inversa de Simpson se ordena en el sentido inverso, lo que en el mayor detalle se puede entender así: La comunidad de Scarabaeidae en el bosque PCR presenta una marcada diferencia de la abundancia de *Onthophagus xanthomerus* (310 individuos), *Deltochillum granulatum* (188 individuos) y *Coprophaneus telamon* (114 individuos) que representan más del 60% del valor total de la abundancia de las otras 21 especies que co-ocurren en este tipo de bosque (Tabla 6,8 y Figura 65). Lo que marca que tenga el valor más alto de dominancia (Simpson) y se considere como menos diverso (Inverso de Simpson) y por otro lado la comunidad de Scarabaeidae en el bosque SLR las especies más dominante fueron *Scybalocanthon aureus* (99 individuos) y *Coprophaneus telamon* (91 individuos) sus abundancias no son tan altas como las abundancias de las especies dominantes en el bosque PCR, ni proporcionalmente tienen tanta diferencia con las otras especies ya que apenas suman el 25% (Tabla 6, 8 y Figura 66). Lo que explica que este sea el bosque con menor valor de dominancia (Simpson) y mayor diversidad (Inversa de Simpson).

Se encontró que no existe diferencias significativas en la diversidad de Scarabaeidae (Shannon) entre los tres tipos de bosque evaluados, pero se volvió a evaluar entre el bosque mejor conservado SLR y el bosque menos conservado CCR donde se encontró que si hay diferencia estadísticamente significativa. Observamos que en los trabajos realizados por Escobar & Chacón (2000), Maldonado (2016) y Braga et al. (2013) también se muestran diferencias estadísticamente significativas en favor de los niveles con menos perturbación y las comunidades de la familia Scarabaeidae.

Este hallazgo es similar al encontrado por Whitworth et al. (2016), quienes, en el mismo ámbito de estudio, pero en un estrato arbóreo diferente (dosel) encontraron diferencias estadísticamente significativas en el valor de diversidad (Shannon) en la comunidad de Mariposas. Comentando que el proceso de regeneración del bosque se puede ver en base a estas diferencias en el estrato más alto del bosque. Aunque este trabajo marca que la diferencia también aun es notoria en el sotobosque y que los efectos de la perturbación histórica aún son notorios en las comunidades biológicas que se hospedan en este gradiente, al menos estadísticamente comprobado por la familia Scarabaeidae a diferencia de la clase Chilopoda, donde no se pudo apreciar esta diferencia estadística.

Según el índice de Jaccard, (Tabla 11 y Figura 69), los tipos de bosque PCR y SLR son más similares entre sí, compartiendo 21 especies estimándose su valor en 72,41% en base exclusivamente a las especies que comparten entre sí por ejemplo *Onthophagus xanthomerus*, *Deltochillum granulatum*, *Coprophaneus telamón*, *Scybalocanthon aureus*, *Deltochillum carinatum*, *Deltochillum aff aespericolle*, *Deltochillum peruanum*, *Deltochillum aff genieri* y etc, pero son 5 especies que solo están en el bosque SLR (*Ateuchus sp1.*, *Oxysternum silenus*, *Scybalocanthon sp*, *Oxysternum spiniferum* y *Sylvicanthon attenborough*) y 3 especies estan solo en el bosque PCR (*Ateuchus sp2.*, *Dichotomius mamilatus* y *Ontherus raptor*) Mientras que la similitud de los bosques CCR y SLR son el menor valor entre los bosques calculándose en 48.14%. De acuerdo al índice de Jaccard se puede observar que la comunidad de Scarabaeidae es más similar, cuando se basa exclusivamente en las especies presentes entre sí de los bosques PCR y SLR, que de ambos en comparación con el bosque CCR (Figura 69). Tomando en cuenta el índice de Morisita la similaridad, que es influenciado por el número de especies y sus abundancias, es mayor entre los tipos de bosque CCR y PCR alcanzando un valor de 74.04%. Y el menor valor de similaridad es entre los tipos de bosque PCR y SLR que alcanzaron un valor de 65.18%. De esta manera en base a este índice, la comunidad de

Scarabaeidae es más similar entre los tipos de bosque CCR y PCR, entre sí, que ambas comparadas con SLR (Tabla 12 y Figura 70)

Los diferentes parches de la unidad de bosque, en pequeñas subunidades tienen impacto directo sobre las especies que poseen rangos de tolerancia microclimática estrecha, en el trabajo de Bautista et al. (2019) Manu, Madre Dios reporto casos teratológicos y menciona que esto podría haber causado las acciones antrópicas como la utilización de agroquímicos, herbicidas o también podrían haber sido cambios ontogénicos. En el presente trabajo no se registraron especies con casos teratológicos, en Scarabaeidae como en Chilopoda, solo hubo presencia de quemaduras de sus patas caminadoras en el bosque PCR y CCR.

CONCLUSION

1. En Chilopoda se colectó un total de 217 individuos agrupados en 9 géneros y 12 especies y una posible nueva especie (Tabla 5). De las 12 especies colectadas la más abundante fue la morfoespecie *Geophilus* sp. en los tres tipos de bosque, seguidamente de *Rhysida celeris* y *Scolopocryptops ferrugineus*, De los cuales los géneros *Cryptops*, *Lithobius*, *Otostigmus*, *Scolopendra*, *Orphnaeus*, *Newportia*, *Scolopocryptops* y *Geophylus* se reportan por primera vez, para el área de estudio, ampliando su distribución para el departamento de Madre de Dios.

En Scarabaeidae se colectó un total de 2210 individuos, agrupados en 12 géneros y 29 especies y dentro de ellas una posible nueva especie (Tabla 6). De las 29 especies colectadas la más abundante fue: *Onthophagus xanthomerus* seguidamente *Deltochillum granulatus*. Los géneros con mayor número de especies fueron: *Deltochillum* con 7 especies, seguidamente de *Canthidium* con 5 especies. Con el presente trabajo se amplía su distribución para el departamento de Madre de Dios y para Perú, pero el conocimiento de Chilopoda y Scarabaeidae aún son incipientes en Perú.

2. La curva de acumulación de especies en la clase Chilopoda nos indican que el esfuerzo realizado fue suficiente para demostrar la representatividad en los tres tipos de bosque, siendo el bosque SLR (11) que presenta mayor riqueza. De acuerdo al índice de Shannon, en Chilopoda (Tabla 7), se muestra que el bosque PCR presenta mayor índice (1.71), esto debido a que el bosque PCR presenta mayor abundancia y el índice de Shannon es sensible a la abundancia. Seguidamente el índice de Simpson (D) (Tabla 7) el bosque SLR (0.311) presenta una alta dominancia y en el inverso de Simpson nos indica que el bosque PCR presenta mayor índice de Simpson, Según el análisis de la prueba Kruskal Wallis, en los tres bosques, no presentan diferencias significativas en la mediana.

La curva de acumulación de especies en la familia Scarabaeidae nos indica que el esfuerzo realizado fue apropiado para encontrar representatividad en los tres tipos de bosque, siendo el bosque SLR (26) que presenta mayor riqueza. En el análisis del índice de Shannon de Scarabaeidae (Tabla 8), se muestra que el bosque SLR (2.62) presenta mayor índice. Seguidamente el índice de Simpson (Dominancia) (Tabla 8) el bosque PCR (0.179) presenta mayor índice de Simpson, esto debido a que el bosque

PCR presenta una especie muy abundante, por lo tanto, presenta menor equitatividad, en el Inverso de Simpson el bosque con mayor riqueza es SLR (0.911) debido a que el bosque SLR presenta mayor número de especies raras. Según el análisis no paramétrico de Kruskal Wallis, en los tres bosques no se encontraron diferencias significativas, pero entre el bosque mejor conservado SLR y menos CCR si presenta diferencias significativas en la mediana.

3. Según el índice cualitativo de Jaccard en Chilopoda, los tipos de bosques SLR y PCR presentaron mayor similitud en la composición de sus especies compartidas y los bosques CCR y PCR son menos similares en la composición de sus especies compartidas (Tabla 9 y Figura 67), Según el índice cuantitativo de Morisita – Horn los tipos de bosque CCR y SLR presentan mayor semejanza en la composición de las especies abundantes, y los bosques SLR y PCR presentan menor semejanza. (Tabla 10 y Figura 68).

Según el índice cualitativo de Jaccard en Scarabaeidae, los tipos de bosques PCR y SLR presentan mayor similitud en la composición de sus especies compartidas, y los bosques CCR y PCR son menos similares en la composición de sus especies compartidas (Tabla 11 y Figura 69). Según el índice cuantitativo de Morisita – Horn los tipos de bosque CCR y PCR presentan mayor semejanza en la composición de las especies abundantes, y los bosques PCR y SLR presentan menor semejanza. (Tabla 12 y Figura 70).

RECOMENDACIONES

- Realizar muestreos diurnos y nocturnos de Chilópodos, para ver la diversidad completa de Chilopoda
- Seguir realizando trabajos de investigación con la clase Chilopoda, para el mejor conocimiento de su diversidad, ecología, taxonomía, motivo por el que aún permanecen pobremente dilucidados para el Perú.
- Se recomienda seguir realizando trabajos relacionados con perturbación para el conocimiento de la diversidad de especies presentes.
- Realizar estudios filogenéticos para poder ver las posibles relaciones entre las especies, en diferentes tipos de paisaje con perturbación.

BIBLIOGRAFÍA

- Adis, J. (2002). Amazonian arachnida and myriapoda: Identification keys to all classes, orders, families, some genera, and lists of known terrestrial species. *Scientific Readers to the Editor: R. Desmond Kime & Sergei I. Golovatch*, 24, 475–478. <http://130.132.27.195/ISA/adverts/flier-front.pdf>
- Alonso-Zarazaga, M. Á. (2015). Orden Coleoptera. *Ide@-Sea*, 55, 1–18. http://www.sea-entomologia.org/IDE@/revista_55.pdf
- Amat G., Lopera A., & Amezcuita J. (1997). Patrones de distribución de escarabajos coprofagos (Coleoptera:Scarabaeidae) en relicto del bosque altoandino, Cordillera Oriental de Colombia. *Caldasia*, 19(1–2), 191–204. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/cal/article/view/17414>
- Anderson M. & Ingram J. (1993). Tropical Soil Biology and Fertility: A Handbook of Methods. *The Journal of Ecology*, 78(2), 547. <https://doi.org/10.2307/2261129>
- Andersson, P., Koffman, A., Sjödin, E., & Johansson, V. (2017). Roads may act as barriers to flying insects: Species composition of bees and wasps differs on two sides of a large highway. *Nature Conservation*, 18, 41–59. <https://doi.org/10.3897/natureconservation.18.12314>
- APECO. (2012). *Vulnerabilidad de la Reserva de Biósfera del Manu frente al cambio climático*. <https://www.nature.com/articles/nature14324>
- Astete, J. (2018). Coleoptero coprofagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) en 02 unidades de vegetación en la localidad de Tono Parque Nacional del Manu. *Repositoriounsaac*, 1–180.
- Bartell, M. (2006). Biomarkers, Bioindicators, and Ecological Risk Assessment - A Brief Review and Evaluation. *Environmental Bioindicators*, 1(1), 60–73. <https://doi.org/10.1080/15555270591004920>
- Bautista, B., Aroni, A., Amaru, J., Guevara, J., Meza, J., Herrera, C., Quispe, C., & Marquina, E. (2022). Nuevo registro de Scolopendra galapagoensis Bollman, 1889 (Scolopendromorpha: Scolopendridae) en la Reserva de la Biosfera del Manu, Perú. *Revista Chilena de Entomología*, 48(3)(0718–8994), 545–548. <https://www.biotaxa.org/rce/article/view/76377/72792>
- Bautista, B., Del Castillo, M., Aroni, P., & Román, V. (2019). Teratologías en tres géneros de

- Scolopendridae (Chilopoda: Scolopendromorpha) del Perú. *Revista Chilena De Entomología*, 45(2), 293–297. <https://doi.org/10.35249/rche.45.2.19.17>
- Bolaños J. (2002). Uso del suelo y capacidad de carga territorial: El caso de la caldera del Rey (Tenerife, Islas Canarias). *Papeles de Geografía*, 36, 5–25. <https://revistas.um.es/geografia/article/view/46451>
- Bollmam, H. (1889). Myriapoda in the Scientific Results of exploration By the U.S. Commission Steamer' Albatross'. *Biodiversity Heritage Library*, 211–216. <https://www.biodiversitylibrary.org/item/53609>
- Bonato, L., Chagas, A., Edgecombe, G., Lewis, E., Minelli, A., Pereira, A., Shelley, M, Stoev, P. & Zapparoli, M. (2016). *ChiloBase 2.0. A world Catalogue of Centipedes (Chilopoda)*. <https://chilobase.biologia.unipd.it>
- Bonato, L., Edgecombe, G., Lewis, J., Minelli, A., Pereira, L., Shelley, R. & Zapparoli, M. (2010). A common terminology for the external anatomy of centipedes (Chilopoda). *ZooKeys*, 69, 17–51. <https://doi.org/10.3897/zookeys.69.737>
- Braga, R., Korasaki, V., Andresen, E. & Louzada, J. (2013). *Dung Beetle Community and Functions along a Habitat- Disturbance Gradient in the Amazon : A Rapid Assessment of Ecological Functions Associated to Biodiversity*. 8(2), 1–12. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0057786>
- Bucherl W. (1950). Quilopodos do Peru II. In *Memórias do Instituto Butantan* (Vol. 22, pp. 173–186). São Paulo O Instituto 1918-2006. <https://www.biodiversitylibrary.org/item/218202> Permalink:
- Bucherl W. (1971). Sistemática e ecología dos escolopendromorphos do Perú. *Revista Peruana de Entomología*, 14(1), 160–169. <https://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/entomologia/v14/pdf/a21v14n1.pdf>
- Burger, J. (2006). Bioindicators: A review of their use in the environmental literature 1970–2005. *Environmental Bioindicators*, 1(2), 136–144. <https://doi.org/10.1080/15555270600701540>
- Cabanillas D. (2018). Introducción al conocimiento de los Quilópodos. In *Revista de Entomología y Aracnología Ibérica* (Vol. 3, Issue 3). <http://dx.doi.org/10.1016/j.tws.2012.02.007>

- Cairns, J., & Pratt, J. (1993). *Una historia de monitoreo biológico utilizando macroinvertebrados béticos*. (C. Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates (ed.); Rosenberg.).
- Canhedo, V. (2006). Revisão taxonômica do gênero *Anomiopus* Westwood, 1842 (Coleoptera, Scarabaeidae, Scarabaeinae). *Arquivos de Zoologia Museu de Zoologia Da Universidade de Sao Paulo*, 37(4), 349–502. <https://doi.org/10.11606/issn.2176-7793.v37i4p349-502>
- Carvalho De Santana, C., Pacheco, L. & Vaz De Mello, Z. (2019). Taxonomic revision of the canthidium Erichson, 1847 species of the gigas group (Coleoptera, scarabaeidae, scarabaeinae). *European Journal of Taxonomy*, 2019(530), 1–24. <https://doi.org/10.5852/ejt.2019.530>
- Cazorla D. & Morales P. (2017). Presencia intradomiciliar del ciempiés *Rhysida celeris* (Chilopoda : Scolopendridae) en el semiárido periurbano del estado Falcón, Venezuela. *Universidad de Oriente, Venezuela*, 29, 794–800. https://www.researchgate.net/publication/322294517_Presencia_intradomiciliar_del_cie_mpies_Rhysida_celeris_Chilopoda_Scolopendridae_en_el_semiarido_periurbano_del_estado_Falcon_Venezuela_Intradomiciliar_presence_of_the_centipede_Rhysida_celeris_Chilopo
- Chagas, A. (2003). *Revisão das espécies Neotropicais de Scolopocryptopinae (Chilopoda: Scolopendromorpha: Scolopocryptopidae)* [Universidade Federal do Rio de Janeiro]. <https://docplayer.com.br/59151155-Revisao-das-especies-neotropicais-de-scolopocryptopinae.html>
- Chagas, A. (2012). The centipede genus *Otostigmus* Porat in Brazil: Description of three new species from the Atlantic Forest; A summary and an identification key to the Brazilian species of this genus (Chilopoda, Scolopendromorpha, Scolopendridae, Otostigminae). *Zootaxa*, 28(3280), 1–28. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3280.1.1>
- Chagas, A. (2013). *A redescription of Rhysida celeris (Humbert & Saussure, 1870), with a proposal of eight new synonyms (Scolopendromorpha, Scolopendridae, A redescription of Rhysida celeris (Humbert & Saussure, 1870), with a proposal of eight new synonyms (Scolop. 258, 17–29.* <https://doi.org/10.3897/zookeys.258.4675>
- Chamorro, W., Marín, D., Granda, V. & Vaz De Mello, F. (2018). Listado de especies y clave de géneros y subgéneros de escarabajos estercoleros (Coleoptera : Scarabaeidae :

- Scarabaeinae) presentes y presuntos para Ecuador. *Revista Colombiana de Entomología*, 44(1), 72–100. <https://doi.org/10.25100/socolen.v44i1.6545>
- Chamorro, W., Pardo, L., Castillo, J. & Vaz-De-Mello, F. (2014). Notas sobre la morfología y ecología de *Oruscatus opalescens* (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Revista Colombiana de Entomología*, 40(2), 281–285.
- Cultid, C., Medina, C., Martínez, B., Escobar, A., Constantino, L., & Betancur, N. (2012). Escarabajos coprófagos (Scarabaeinae) del Eje Cafetero: guía para el estudio ecológico. In *Biota Colombiana* (1ra ed.). CENICAFÉ. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1013.9049>
- Cupello, M. (2018). On the types species of the New World dung beetle genus *Canthidium* Erichson, 1847 (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae), with an annotated checklist of species. *Zootaxa*, 4388(4), 451–486. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4388.4.1>
- Cupul, F. (2011). Guía para la determinación de las familias de ciempiés (Myriapoda: Chilopoda) de México. *Interciencia*, 36(11), 853–859.
- Cupul F. (2014). Lista taxonómica de los ciempiés (Arthropoda: Myriapoda: Chilopoda) de Perú. *Rev. Peru. Entomol.*, 49(2), 121–135. <https://www.revperuentomol.com.pe/index.php/rev-peru-entomol/article/view/243>
- Cupul, F. (2014). Los ciempiés escolopendromorfos (Chilopoda: Scolopendromorpha) de México: Clave para géneros. *Revista Colombiana de Entomología*, 40(2), 286–291.
- Cupul F. & Flores S. (2016). Guide for the identification centipedes families (Myriapoda: Chilopoda) from Mexico: An update. *Revista Bio Ciencias*, 4(1), 40–51. <http://revistabiociencias.uan.mx/index.php/BIOCIENCIAS/article/view/204/250%0Ahttp://dx.doi.org/10.15741/revbio.04.01.04>
- De La Vega G., Elizalde H., Gonzales M., & Reyes C. (2014). *Escarabajos estercoleros para la ganadería de la región de Aysén*. https://puntoganadero.cl/imagenes/upload/_5db885571c33f.pdf
- Druce D. (2000). Factors affecting millipede, centipede and scorpion diversity in a savanna environment [School of life and Environmental Sciences University of Natal]. In *School of Life and Environmental Sciences University* (Issue December). <https://ukzn-dspace.ukzn.ac.za/handle/10413/4153>
- Dugon, M., Black, A. & Arthur, W. (2012). Variation and specialisation of the forcipular

- apparatus of centipedes (Arthropoda: Chilopoda): A comparative morphometric and microscopic investigation of an evolutionary novelty. *Arthropod Structure and Development*, 41(3), 231–243. <https://doi.org/10.1016/j.asd.2012.02.001>
- Edgecombe, D., Giribet, G. & Wheeler, W. (1999). Filogenia de Chilopoda: Combinando secuencias de los genes ribosómicos 18S y 28S y morfología. In *Bol. S.E.A* (Vol. 26, pp. 293–331).
- Edgecombe, G., & Giribet, G. (2007). Evolutionary Biology of Centipedes (myriapoda: chilopoda). *Annual Review of Entomology*, 52(June 2014), 151–170. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.52.110405.091326>
- Edmonds, D. & Zidek, J. (2010). A taxonomic review of the neotropical genus *Coprophanæus* Olsoufieff, 1924 (Coleoptera: Scarabaeidae, Scarabaeinae). *Insecta Mundi*, 0129, 1–111.
- Edmonds, W. & Zidek, J. (2004). Revision of the Neotropical Dung Beetle genus *Sulcophanæus* (Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Folia Heyrovskyana*, 11(31), 1–58.
- Escobar & Chacón. (2000). Distribución espacial y temporal en un gradiente de sucesión de la fauna de coleópteros coprófagos (Scarabaeinae, Aphodiinae) en un bosque tropical montano, Nariño - Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 48(4), 961–975. www.ucr.ac.cr www.ots.ac.cr www.ots.duke.edu
- Escobar, F. (2000). Diversidad y distribución de los escarabajos del estiércol(Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de Colombia. *PrIBES*. <http://entomologia.rediris.es/pribes>
- Etter A. (1991). Introducción a la Ecología del Paisaje: un marco de integración para los levantamientos ecológicos. *Landscape Ecology*, 32(3)(1991), 25–56. <https://doi.org/10.13140/2.1.4464.5121>
- Figueroa, L., Edmonds, W., & Martínez N. (2014). La tribu Phanaeini (Coleoptera, Scarabaeidae, Scarabaeinae) en el Perú. *Revista Peruana de Biología*, 21(2), 125–138. <https://doi.org/10.15381/rpb.v21i2.9815>
- Fischer Joern, & Lindenmayer David. (2007). Landscape modification and habitat fragmentation: a synthesis. *Galemys*, 15(January 2001), 55–66. <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2006.00287.x>
- Foddai, D., Pereira, L., & Minelli, A. (2000). A catalogue of the geophilomorph centipedes (Chilopoda) from Central and South America including Mexico. *Amazoniana*, 16, 59–185.

http://naturalis.fcnym.unlp.edu.ar/repositorio/_documentos/sipcyt/bfa003922.pdf

- Forman, R. (1983). An Ecology of the Landscape. *BioScience*, 33(9), 535–535. <https://doi.org/10.1093/bioscience/33.9.535>
- Forman R. & Godron M. (1986). Landscape Ecology. In *Environmental Conservation*. <https://sci-hub.se/https://doi.org/10.1017/S0376892900008766>
- Gallice, R., Larrea, G., & Vázquez, I. (2019). The threat of road expansion in the Peruvian Amazon. *Oryx*, 53(2), 284–292. <https://doi.org/10.1017/S0030605317000412>
- García. (1994). Orden Lithobiomorpha. *Revista IDE@-SEA*, N^o, 32, 1–9. www.sea-entomologia.org/IDE@
- García, A., Raimundo, M., Eduardo, O., Aguirre, J. I., Almodóvar, A., Alonso, J. A., Benito, J., Arillo, A., Berzosa, J., Buencuerpo, V., Fernández, G., Ignacio, L., Más, G., Gómez, J. F., Dolores, M., Mora, G., Gutiérrez, M., Juan, L., Dolores, M., ... Luis, S. (2012). Prácticas de Zoología Estudio y diversidad de los Artrópodos Insectos. *Reduca*, 5(3), 42–57. <https://www.ucm.es/data/cont/docs/568-2013-12-16-08-Insectos.pdf>
- García, J. A., Barois, I., Santos, M., Fragoso, C., Rojas, P., Morón, M. A., Bueno-Villegas, J., & Sormani, C. (2009). Land use and diversity of the soil macrofauna in Santa Marta, Los Tuxtlas, Veracruz, México. In I. Barois, E. Huising, P. Okoth, D. Trejo, & M. De Los Santos (Eds.), *Below-Ground Biodiversity in Sierra de Santa Marta, Los Tuxtlas, Veracruz, México* (Primera, pp. 135–190). Instituto de Ecología, a.c. Xalapa.
- Génier F. (1996). A revisión of the Neotropical genus *ontherus* erichson (Coleoptera: Scarabaeidae, Scarabaeinae). *Entomological Society of Canada*, 170, 1-.
- Génier F. (2009). Le genre *Eurysternus* Dalman, 1824 (Scarabaeidae: Scarabaeinae: Oniticellini), révision taxonomique et clés de détermination illustrées. *Pensoft*, 85, 1–432.
- Giribet, G. (2015). Orden Geophilomorpha. *Revista IDE@-SEA*, N^o, 31, 1–11. www.sea-entomologia.org/IDE@
- González, F., Molano, F. & Medina, C. (2009). Los subgéneros *Calhyboma*, *Hybomidium* y *Telhyboma* (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae: Deltochilum) en Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*, 35(2), 253–274. <https://doi.org/10.25100/socolen.v35i2.9228>

- González A. & Vaz-De-Mello F. (2021). Towards a comprehensive taxonomic revision of the Neotropical dung beetle subgenus *Deltochilum* (*Deltohyboma*) Lane, 1946 (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae): Division into species-groups. In *PLoS ONE* (Vol. 16, Issue 6). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0244657>
- González A. & Vaz De Mello F. (2014). Taxonomic review of the subgenus *Hybomidium* Shipp 1897 (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae: *Deltochilum*). *Annales de La Societe Entomologique de France*, 50(April), 431–476. <https://doi.org/10.1080/00379271.2014.989178>
- Guillermo M. (2020). Artropodos. *Diversidad de Especies, II*, 165–171.
- Halfpeter G. (1991). Historical and ecological factors determining the geographical distribution of beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Biogeographia – The Journal of Integrative Biogeography*, 15(1594–7629), 1–31. <https://doi.org/10.21426/b615110376>
- Halfpeter, G., & Edmonds, W. (1982). The nesting behavior of dung beetles (Scarabaeinae) An ecological approach. *Scientific American, February*, 1–173. https://www.researchgate.net/publication/313670708_The_nesting_behavior_of_dung_beetles_Scarabaeinae/link/5a8b6119aca272017e63a263/download
- Halfpeter, G., & Matthews, E. (1966). The natural history of dung beetles of the subfamily Scarabaeinae. *Folia Entomologica Mexicana*, 12–14, 1–312.
- Herrera, F. & Cuevas, E. (2011). Artrópodos del suelo como bioindicadores de recuperación de sistemas perturbados. *Venesuelos*, 11(June), 67–78.
- Hilty, J., & Merenlender, A. (2000). Faunal indicator taxa selection for monitoring ecosystem health. *Biological Conservation*, 92(2000), 185–197. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(99\)00052-X](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0006-3207(99)00052-X)
- Howden, H. & Young, O. (1981). Panamanian Scarabaeinae: Taxonomy, distribution and habits (Coleoptera, Scarabaeidae). *Contributions of the American Entomological Institute*, 18, 1–204.
- Jimenes A. & Hortal J. (2003). Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Iberica de Aracnologia*, 8(1576–9518), 151–161.
- Júnior, A. C. (2008). *Revisão Sistemática e Análise Filogenética dos Scolopocryptopinae* (

Chilopoda , Scolopendromorpha) Revisão Sistemática e Análise Filogenética dos Scolopocryptopinae (Chilopoda , Scolopendromorpha).

- Karanja, NK.; Ayuke,FO.; Muya.EM.; Musombi, B. & N. G. (2009). Soil macrofauna community structure acrossland use systems of Taita,Kenya. *Tropicales y Subtropicales Agroecosistemas, 11*, 385–396. <https://www.redalyc.org/pdf/939/93913057014.pdf>
- Keith, D., & Heng-Moss, T. (2010). Collecting insects. In *Queensland Government* (Vol. 1, Issue 1, pp. 1–8). <https://www.qm.qld.gov.au/~-/media/Documents/Find+out+about/Animals+of+Queensland/Insects/methods-of-insect-collection.pdf>
- Kohlmann, B. & Solis, A. (2001). El género *Onthophagus* (Coleoptera: Scarabaeidae) en Costa Rica. In *Giornale Italiano di Entomologia* (Vol. 9, pp. 159–261).
- Kohlmann, B. & Vaz-de-Mello, F. (2018). A new key for the species of *Ateuchus* Weber (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) occurring in Mexico, with a description of the first North American inquiline species from a rodent burrow (Rodentia: Geomyidae) and new distribution records. *Revista Brasileira de Entomologia, 62*(2), 131–134. <https://doi.org/10.1016/j.rbe.2018.01.002>
- Kohlmann B., Arriaga A. & Rös, M. (2018). An unusual new species of *Canthidium* (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) from Oaxaca, Mexico. *Zootaxa, 4378*(2), 273–278. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4378.2.7>
- Kohlmann B. & Solís A. (2006). El Género *Canthidium* (Coleoptera: Scarabaeidae) en Norteamérica. In *Giornale Italiano Di Entomologia* (Vol. 11, pp. 235–295).
- Landres, P. ; Verner,J. & Thomas, J. (1988). Ecological Uses of Vertebrate Indicator Species:A Critique. *Conservation Biology, 2*(4), 316–328. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.1988.tb00195.x>
- Larsen, H., Lopera, A., & Forsyth, A. (2006). Extreme trophic and habitat specialization by Peruvian dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Coleopterists Bulletin, 60*(4), 315–324. [https://doi.org/10.1649/0010-065X\(2006\)60\[315:ETAHSB\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1649/0010-065X(2006)60[315:ETAHSB]2.0.CO;2)
- Legendre P. Legendre L. (1998). *Numerical ecology* (1ra ed.).
- Lewis E. (1981). The biology of centipedes. In *Cambridge University Press* (Vol. 80). <https://www.cambridge.org/core/books/biology-of->

centipedes/E34738E2D242536C37DBB00CCA592351

- Maldonado A. (2016). *Los escarabajos peloteros como indicadores de la calidad ambiental del suelo en dos parcelas ubicadas en Bosque primario y áreas de cultivo de la hostería Selva Virgen* [Universidad Tecnológica Equinoccial]. http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/13908/1/65635_1.pdf
- Martínez, R.; Villegas, F. &, & Zúñiga, F. (2010). Monolitos de Suelo. *Técnicas de Muestreo Para Manejadores de Recursos Naturales*, January 2011. <https://www.researchgate.net/publication/255172471%0AMonolitos>
- Martinez A. (1986). Situación del Géneros *Canthidium* Erichson (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Acta Zoológica Mexicana.*, 17, 19–40.
- Maritza, A., & Dalmiro, C. (2022). *PRESENCIA DE Orphnaeus brevilabiatus (Newport, 1845) (CHILOPODA: GEOPHILOMORPHA: ORYIDAE) EN MÉRIDA, ESTADO MÉRIDA, VENEZUELA*. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.6339630>
- MINAM. (2014). *La Estrategia Nacional de Diversidad Biológica al 2021 y su Plan de Acción 2014 - 2018* (P. Vidal, G. Quijandría, M. Castro, J. Álvarez, R. Solis, J. Carrasco, E. Cardenas, & N. Stakeeff (eds.); 1a. edición). <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/estrategia-nacional-diversidad-biologica-2021-plan-accion-2014-2018>
- MINAM. (2016). Política para la Gestión Sostenible del Suelo. In *Política para la Gestión Sostenible del Suelo*.
- Minelli A. (2011). *Treatise on Zoology - Anatomy, Taxonomy, Biology The Myriapoda*. Brill, 1, 1–279. <https://www.amazon.es/Treatise-Zoology-Taxonomy-Biology-Myriapoda/dp/9004156119>
- Minelli A. (2016). *Treatise on Zoology - Anatomy, Taxonomy, Biology. The Myriapoda*. 2(1), 87–88. https://www.researchgate.net/publication/304660831_Treatise_on_Zoology_-_Anatomy_Taxonomy_Biology_The_Myriapoda_Vol_2
- Moctezuma, V., Sánchez, J. & Gonzalo, H. (2019). New species of *Canthidium* (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) from Mexico. *Canadian Entomologist*, 151(4), 432–441. <https://doi.org/10.4039/tce.2019.25>
- Molina J. & Rodrigo F. (2014). Pruebas no paramétricas. *OpenCourseWare*, 97–134.

<https://doi.org/10.1016/b978-84-9022-446-5.00003-3>

- Moreno C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 84 pp(9), 1–84. <https://doi.org/1576-9526> ISBN
- Nazaré S. & Silva A. (2021). A revision of the subgenera *Euhyboma* Kolbe, 1893, *Parahyboma* Paulian, 1938, and *Rubrohyboma* Paulian, 1939 of *Deltochilum* Eschscholtz, 1822 (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Revista Brasileira de Entomologia*, 65(3), 1–19. <https://doi.org/10.1590/1806-9665-RBENT-2020-0100>
- Newbold, T., Hudson, N., Hill, S., Contu, S., Lysenko, I., et al. (2015). *Global effects of land use on local terrestrial biodiversity*. <https://doi.org/10.1038/nature14324>
- Nunes, V. & Vaz de Mello, F. (2019). Taxonomic revision of *Dichotomius* (Cephagonus) Luederwaldt 1929 and the taxonomic status of remaining *Dichotomius* Hope 1838 subgenera (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae: Dichotomiini). *Journal of Natural History*, 53(37–38), 2231–2351. <https://doi.org/10.1080/00222933.2019.1692088>
- Otavo S., Parrado R., & Noriega J. (2013). Superfamilia Scarabaeoidea (Insecta: Coleoptera) como elemento bioindicador de perturbación antropogénica en un parque nacional amazónico. *Revista de Biología Tropical*, 61(2), 735–752. <https://doi.org/10.15517/rbt.v61i2.11219>
- Ribera I. (1999). Evolución, Filogenia y clasificación de Coleoptera (Arthropoda: Hexapoda). *Evolución y Filogenia de Arthropoda*, 26, 435–458.
- Rodríguez, G., Arece, J., Olivares, J., & Roque, E. (2009). *Origen y evolucion de arthropoda*. 31(3), 137–142.
- Roth, M. (1970). *Sistemática y biología de los insectos* (Heroes S.A). Paraninfo. https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers11-01/06044.pdf
- Sanchez G. (2018). Evaluación de la macrofauna del suelo en cuatro diferentes sistemas de uso, en el Distrito las piedras, Provincia de Tambopata, Departamento Madre de Dios [Universidad Nacional Amazonica de Madre de Dios]. In *Madre de Dios: Capital de la Biodiversidad*. <http://repositorio.unamad.edu.pe/handle/UNAMAD/348>
- Schileyko, A. (2013). A new species of *Newportia* Gervais, 1847 from Puerto Rico, with a revised key to the species of the genus (Chilopoda, Scolopendromorpha, Scolopocryptopidae). *ZooKeys*, 276, 39–54. <https://doi.org/10.3897/zookeys.276.4876>


- Schileyko, A. (2018). A contribution to the knowledge of the centipedes of saint barthélemy Island (French Antilles), with re-descriptions of newportia heteropoda chamberlin, 1918 and cormocephalus impressus porat, 1876 (Chilopoda: Scolopendromorpha). *Zootaxa*, 4438(1), 59–78. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4438.1.2>
- SENAMHI. (2021). Climas del Perú - Mapa de Clasificación Climática Nacional. In L. M. y D. Anabel Castro, Cristina Davila, Wil Laura, Félix Cubas, Grinia Avalos, Carlos López Ocaña, Donna Villena, Marcia Valdez, Julio Urbiola, Irene Trebejo (Ed.), *Ministerio del Ambiente* (1ra ed., Vol. 53, Issue 9). <http://www.senamhi.gob.pe/load/file/01404SENA-4.pdf>
- Shelley, M. & Kiser, S. (2000). Neotype designation and a diagnostic account for the centipede, *Scolopendra gigantea* L. 1758, with an account of *S. galapagoensis* Bollman 1889 (Chilopoda Scolopendromorpha Scolopendridae) for the centipede, *Scolopendra gigantea* L. 1758, with an a. *Tropical Zoology*, 13(1), 159–170. <https://doi.org/10.1080/03946975.2000.10531129>
- Siddig, A., Ellison, A., Ochs, A., Villar-leeman, C., & Lau, M. (2016). How do ecologists select and use indicator species to monitor ecological change? Insights from 14 years of publication in *Ecological Indicators*. *Ecological Indicators*, 60(2016), 223–230. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.06.036>
- Silva, F., Louzada, J. & Vaz De Mello, F. (2015). *A revision of the Deltochilum subgenus Aganhyboma Kolbe, 1893 (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae)*. 3925(4), 451–504.
- Undheim, E., Ronald, A. & Glenn, F. (2016). Centipede venoms as a source of drug leads. *Expert Opinion on Drug Discovery*, 11(12), 1139–1149. <https://doi.org/10.1080/17460441.2016.1235155>
- Valdés V. (2021). *Filo Atrópodos (Subfilo Mandibulata) Insectos y Miriápodos*. Zoologia. http://zoologiabio102a.weebly.com/uploads/2/5/0/0/25007599/laboratorio_6-artropodo-insectos.pdf
- Vaz-De-Mello, F., Edmonds, W., O. F. & Schoolmeesters, P. (2011). A multilingual key to the genera and subgenera of the subfamily Scarabaeinae of the New World (Coleoptera: Scarabaeida). *Zootaxa*, 73(2854), 1–73.

<https://doi.org/https://doi.org/10.11646/zootaxa.2854.1.1>

- Vaz-De-Mello, F., Edmonds, W., Ocampo, F., & Schoolmeesters, P. (2011). A multilingual key to the genera and subgenera of the subfamily Scarabaeinae of the New World (Coleoptera: Scarabaeidae). In *Zootaxa* (Vol. 73, Issue 2854). <https://doi.org/10.11646/zootaxa.2854.1.1>
- Vega E., & Ruiz V. (2014). Clave de identificación para las familias de quilópodos (Myriapoda: Chilopoda) de Chile key to the families of Chilopoda(Myriapoda) of... *Boletín de La Sociedad Entomológica Aragonesa*, 54(September), 411–413.
- Vila, J., Varga, D., Llausás, A. & Ribas, A. (2006). Conceptos y métodos fundamentales en ecología del paisaje (landscape ecology). Una interpretación desde la geografía. *Doc. Anál. Geogr*, 48, 151–166. <https://core.ac.uk/download/pdf/39020511.pdf>
- Villareal H., Álvarez M., Córdova S., Escobar F., Fagua G., Gast F., Mendoza H., & U. M. (2004). Métodos para el análisis de datos: una aplicación para resultados provenientes de caracterizaciones de biodiversidad. In *Instituto de investigación de recursos Biológicos Von Humboldt* (pp. 188–225). <http://www.bionica.info/biblioteca/humboldt analisisdatos.pdf>
- Whitworth, A., Downie, R., von May, R., Villacampa, J., & MacLeod R. (2016). How much potential biodiversity and conservation value can a regenerating rainforest provide? A "best-case scenario" approach from the Peruvian Amazon. *Tropical Conservation Science*, 9(1), 224–245. <https://doi.org/10.1177/194008291600900112>
- Whitworth A., Villacampa J., Brown A., Pillco R., Downie R., & MacLeod R. (2016). Past Human Disturbance Effects upon Biodiversity are Greatest in the Canopy; A case Study on Rainforest Butterflies. *PLOS ONE*, 11(3), 1–20. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0150520>
- Zhang, Z. (2013). Phylum arthropoda. *Zootaxa*, 3703(1), 17–26. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3703.1.6>
- Zunino M. & Halfpfer G. (1997). Sobre Onthophagus Latreille, 1802 Americanos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Elytron*, 11, 157–178.

ANEXOS

Anexo 1: Permiso de colecta

	 <small>Proyecto Autorización por (DIRECCIÓN) (SIN) (DIRECCIÓN) (Muestreo) (FOLIO) (DIRECCIÓN) (DIRECCIÓN) (DIRECCIÓN) Cargo: Director General Sector: Dirección General de Fecha: 13/10/2020 11:43:00 AM</small>
Magdalena Del Mar, 13 de Octubre del 2020	
RDG N° D000261-2020-MINAGRI-SERFOR-DGGSPFFS	
VISTOS:	
<p>La solicitud de autorización para realizar investigación científica en fauna silvestre fuera de Áreas Naturales Protegidas - ANP, presentada el 20 de agosto de 2020 por la organización Crees Foundation (Expediente N° 2020-0005288), identificada con R.U.C N° 20527220638, debidamente representada por el señor Juan Carlos Cárdenas Córdova, identificado con DNI N° 23861896, así como, el Informe Técnico N° D000437-2020-MINAGRI-SERFOR-DGGSPFFS, de fecha 12 de octubre de 2020, y,</p>	
CONSIDERANDO:	
<p>Que, mediante el artículo 13 de la Ley N° 29763, Ley Forestal y de Fauna Silvestre, se creó el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre - SERFOR, como un organismo público técnico especializado con personería jurídica de derecho público interno, como pliego presupuestal adscrito al Ministerio de Agricultura y Riego; artículo en el que además se señala que el SERFOR es la autoridad nacional forestal y de fauna silvestre, ente rector del Sistema Nacional de Gestión Forestal y de Fauna Silvestre - SINAFOR, constituyendo su autoridad técnico normativa a nivel nacional, encargada de dictar las normas y establecer los procedimientos relacionados a su ámbito;</p>	
<p>Que, a través del Decreto Supremo N° 019-2015-MINAGRI, se aprobó el Reglamento para la Gestión de Fauna Silvestre, vigente desde el 1 de octubre de 2015, reglamento que en el numeral 134.1 de su artículo 134, precisa que la investigación científica del patrimonio se aprueba mediante autorizaciones, salvaguardando los derechos del país, respecto a su patrimonio genético nativo; asimismo, en el numeral 134.5 del citado artículo, se dispone que el desarrollo de actividades de investigación básica taxonómica de fauna silvestre, relacionada con estudios moleculares con fines taxonómicos, sistemáticos, filogeográficos, biogeográficos, evolutivos y de genética de la conservación, entre otras investigaciones sin fines comerciales, son aprobadas a través de autorizaciones de investigación científica;</p>	
<p>Que, según el numeral 134.2 del artículo 134 del Reglamento para la Gestión de Fauna Silvestre, es competencia del SERFOR la evaluación de la presente solicitud, toda vez que el estudio podría incluir la colecta de especies amenazadas;</p>	
<p>Que, de acuerdo al literal g) del artículo 53 del Reglamento de Organización y Funciones - ROF del SERFOR, aprobado por Decreto Supremo N° 007-2013-MINAGRI y modificado por Decreto Supremo N° 016-2014-MINAGRI; la Dirección General de Gestión Sostenible del Patrimonio Forestal y de Fauna Silvestre, tiene por función, entre otras, el otorgar permisos de investigación o de difusión cultural con o sin colecta de flora y fauna silvestre y sus recursos genéticos;</p>	
<p><small>† Acreditado registrado en la página electrónica N° 11007044 de la Zona Registral X sede Cusco; Oficina Madre de Dora</small></p>	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"><p><small>Este documento es una copia electrónica de un documento original. Para mayor información consulte el sitio web del SERFOR.</small></p></div>	



Que, mediante Resolución de Dirección Ejecutiva N° 060-2016-SERFOR/DE, expedida el 1 de abril de 2016, se aprobaron los "Lineamientos para el otorgamiento de la autorización con fines de investigación científica de flora y/o fauna silvestre";

Que, en el actual Texto Único de Procedimientos Administrativos - TUPA del SERFOR, aprobado a través del Decreto Supremo N° 001-2016-MINAGRI y modificado por Resolución Ministerial N° 613-2016-MINAGRI y por Resolución Ministerial N° 026-2019-MINAGRI, no se contempla el procedimiento de autorización para realizar investigación científica fuera de ANP;

Que, en observancia del principio de impulso de oficio, previsto en el numeral 1.3 del artículo IV del Título Preliminar del Texto Único Ordenado - TUO de la Ley N° 27444, Ley del Procedimiento Administrativo General, aprobado por Decreto Supremo N° 004-2019-JUS; se desprende que las autoridades deben dirigir e impulsar de oficio el procedimiento y ordenar la realización o práctica de los actos que resulten convenientes para el esclarecimiento y resolución de las cuestiones necesarias;

Que, por tanto, cabe señalar que en el numeral 26 del Anexo N° 2 del Reglamento para la Gestión de Fauna Silvestre, aprobado por Decreto Supremo N° 019-2015-MINAGRI, en concordancia al numeral 6.6 de los lineamientos aprobados por Resolución de Dirección Ejecutiva N° 060-2016-SERFOR/DE; se establecen como requisitos para la autorización con fines de investigación científica fuera de ANP, los siguientes: i) Solicitud con carácter de declaración jurada que contenga información sobre el investigador, según formato; ii) Hoja de vida del investigador principal y plan de investigación, según formato; iii) Carta de presentación de los investigadores participantes, emitida por la institución académica u organización científica nacional o extranjera de procedencia; iv) Documento que acredite el consentimiento informado previo, expedido por la respectiva organización comunal representativa, de corresponder; y v) Documento que acredite el acuerdo entre las instituciones que respaldan a los investigadores nacionales y extranjeros, en caso la solicitud sea presentada por un investigador extranjero;

Que, a través del Decreto Supremo N° 008-2020-SA, publicado el 11 de marzo de 2020, se declaró en Emergencia Sanitaria a nivel nacional, por el plazo de noventa (90) días calendario, por la existencia del COVID-19; siendo que mediante Decreto Supremo N° 020-2020-SA y Decreto Supremo N° 027-2020-SA, la Emergencia Sanitaria fue ampliada por ciento ochenta (180) días calendario adicionales, hasta el 6 de diciembre de 2020;

Que, asimismo, a través del Decreto Supremo N° 044-2020-PCM, publicado el 15 de marzo de 2020, se declaró el Estado de Emergencia Nacional por el plazo de quince (15) días calendario, ordenándose un aislamiento social obligatorio (cuarentena), a consecuencia del brote del COVID-19; así como, mediante Decreto Supremo N° 051-2020-PCM, Decreto Supremo N° 064-2020-PCM, Decreto Supremo N° 075-2020-PCM, Decreto Supremo N° 083-2020-PCM, Decreto Supremo N° 094-2020-PCM, Decreto Supremo N° 116-2020-PCM, Decreto Supremo N° 135-2020-PCM, Decreto Supremo N° 146-2020-PCM y Decreto Supremo N° 156-2020-PCM, se dispuso prorrogar el Estado de Emergencia Nacional, hasta el 31 de octubre de 2020;

Que, a través de la Resolución Ministerial N° 0177-2020-MINAGRI, expedida el 31 de julio de 2020, se aprobó el "Protocolo para la implementación de medidas de

SECRETARÍA DE GESTIÓN ADMINISTRATIVA
DIRECCIÓN GENERAL DE ASesorÍA JURÍDICA
DIRECCIÓN DE ASesorÍA LEGAL Y TÉCNICA



vigilancia, prevención y control frente al COVID-19 en las actividades de fauna silvestre¹

Que, mediante solicitud s/n recibida el 20 de agosto de 2020, la organización Crees Foundation (en adelante, la administrada), identificada con R.U.C N° 20527220638, debidamente representada por el señor Juan Carlos Cárdenas Córdova², identificado con DNI N° 23861896, solicita a la Dirección General de Gestión Sostenible del Patrimonio Forestal y de Fauna Silvestre, la autorización para realizar investigación científica en fauna silvestre, con colecta de fauna silvestre, fuera de ANP, en el Fundo Mascoitania, del distrito y provincia de Manu, del departamento de Madre de Dios, como parte del proyecto titulado: "Efecto del tipo de uso de suelo sobre la diversidad biológica en la provincia Manu, Madre de Dios" por el período de veinticuatro (24) meses;

Que, a través del Informe Técnico N° D000437-2020-MINAGRI-SERFOR-DGSPFS, de fecha 12 de octubre de 2020 y cuyo contenido forma parte integrante de la presente resolución, la Dirección de Gestión Sostenible del Patrimonio de Fauna Silvestre, precisa que la investigación prevé la colecta definitiva de ejemplares completos de la Clase Insecta correspondiente a los siguientes Órdenes: Coleoptera con énfasis en la familia Scarabaeidae y Coccinellidae; Hymenoptera con énfasis en la familia Apidae, Sphecidae y Vespidae; Odonata con énfasis en la familia Aeschnidae, Libellulidae, Cordulidae, Heteagrionidae, Calopterygidae, Lestidae y Coenagrionidae; Ephemeroptera con énfasis en la familia Leptophlebiidae, Baetidae y Leptohyphidae; Plecoptera con énfasis en la familia Perlidae;

Que, asimismo, tras el análisis de las conclusiones y recomendaciones expuestas en el referido informe técnico, se desprende, entre otros, lo siguiente: i) De acuerdo a los objetivos, métodos y técnicas detallados en el plan de investigación, el estudio no representa un riesgo para las poblaciones silvestres presentes en el área de estudio; ii) La presente investigación permitirá explicar cómo los diferentes tipos de uso de suelo afecta a la biodiversidad y cómo está responde sobre estas amenazas; reconocer este efecto es el primer paso para establecer estrategias que permitan su conservación; iii) El área de estudio se circunscribe a cinco (05) localidades de la región Madre de Dios, y a las zonas de amortiguamiento del Parque Nacional del Manu y de la Reserva Comunal Amarakaeri, iv) La solicitud materia de evaluación, cumple con todos los requisitos exigidos en el numeral 26 del Anexo N° 2 del Reglamento para la Gestión de Fauna Silvestre, y en los lineamientos para el otorgamiento de la autorización con fines de investigación de flora y/o fauna silvestre; por lo que se recomienda aprobar la solicitud de autorización presentada por la organización Crees Foundation, para realizar la investigación científica: "Efecto del tipo de uso de suelo sobre la diversidad biológica en la provincia Manu, Madre de Dios"; v) Corresponde incorporar en la Resolución de Dirección General que apruebe la autorización de investigación científica, como parte de las obligaciones, el implementar las medidas dispuestas en el "Protocolo para la implementación de medidas de vigilancia, prevención y control frente al COVID-19 en las actividades de fauna silvestre", establecidas en los numerales 7, 8, 11, 12, 12.1.3 y en el numeral 15 (de encontrarse en territorios de pueblos indígenas), en lo que resulte aplicable; protocolo aprobado por Resolución Ministerial N° 0177-2020-MINAGRI; y vi) Corresponde incorporar como parte de los compromisos, la aplicación de medidas en campo que garanticen la protección y bienestar de los especímenes a estudiar durante la ejecución del proyecto, además de implementar protocolos de bioseguridad, necesarios para evitar las zoonosis procedentes de las poblaciones de fauna silvestre;

¹ Aprobado registrado en la página electrónica N° 1107044 de la Zona Registral K pedro Cuzco, Oficina Madre de Dios.





Que, de conformidad con lo establecido en la Ley N° 29763, Ley Forestal y de Fauna Silvestre, el Reglamento para la Gestión de Fauna Silvestre, aprobado mediante Decreto Supremo N° 019-2015-MINAGRI, el TUO de la Ley N° 27444, Ley del Procedimiento Administrativo General, aprobado por Decreto Supremo N° 004-2019-JUS; así como, en ejercicio de las atribuciones conferidas por el literal g) del artículo 53 del Reglamento de Organización y Funciones del SERFOR, aprobado por Decreto Supremo N° 007-2013-MINAGRI y modificado por Decreto Supremo N° 016-2014-MINAGRI;

SE RESUELVE:

Artículo 1°.- Otorgar la autorización con fines de investigación científica de fauna silvestre fuera de Áreas Naturales Protegidas, a la organización **Crees Foundation**, identificada con R.U.C N° 20527220638, debidamente representada por el señor Juan Carlos Cárdenas Córdova, identificado con DNI N° 23861896, para la realización de la investigación científica titulada: "Efecto del tipo de uso de suelo sobre la diversidad biológica en la provincia Manu, Madre de Dios", en virtud de las consideraciones antes expuestas; correspondiéndole el **Código de Autorización N° AUT-IFS-2020-047**.

Artículo 2°.- La autorización otorgada, implica la colecta definitiva de ejemplares completos de la **Clase Insecta** correspondiente a los siguientes Órdenes: **Coleoptera** con énfasis en la familia Scarabaeidae, Coccinellidae; **Hymenoptera** con énfasis en la familia Apidae, Sphecidae y Vespidae; **Odonata** con énfasis en la familia Aeschnidae, Libellulidae, Corduliidae, Heteagrionidae, Calopterygidae, Lestidae, Coenagrionidae; **Ephemeroptera** con énfasis en la familia Leptophlebiidae, Baetidae y Leptohyphidae; **Plecoptera** con énfasis en la familia Perlidae, a ser realizado en cinco (05) localidades ubicadas en el distrito y provincia de Manu, departamento de Madre de Dios y en las zonas de amortiguamiento del Parque Nacional del Manu y de la Reserva Comunal Amarakaeri, descritas en el Anexo 1.

Artículo 3°.- En mérito a la autorización que precede, la organización Crees Foundation se encuentra sujeto al cumplimiento del cronograma de trabajo aprobado, el cual comprende un periodo de veinticuatro (24) meses, a ser contabilizados a partir del día hábil siguiente de la fecha de notificación de la presente resolución.

Artículo 4°.- Autorizar la participación de los investigadores propuestos por la organización Crees Foundation, para integrar el correspondiente equipo de investigación, conforme se detalla a continuación:

Nombres y Apellidos	Nacionalidad	Documento de Identidad	Cargo	Institución
Edgar Luis Marquina Moralesinos	Peruana	DNI N° 72625879	Investigador principal	Crees Foundation
Jackeline Greta Meza Calvo	Peruana	DNI N° 48443868	Co-investigadora	Crees Foundation
Sergio Gozader Yanque Achata	Peruana	DNI N° 72627722	Co-investigador	Crees Foundation
Arazeeli Elme Tumpay	Peruana	DNI N° 72613588	Co-investigadora	Crees Foundation
Cris Maryorie Quispe Záerz	Peruana	DNI N° 71056524	Co-investigadora	Crees Foundation
Mark Thomas	Ingeniera	PAS N° 518073062	Co-investigador	Crees Foundation

El presente documento es una copia impresa de un documento electrónico que forma parte del expediente electrónico de un proceso administrativo. Toda información contenida en este documento es de carácter público y puede ser consultada en cualquier momento y lugar. Para mayor información, consulte el sitio web del SERFOR: www.serfor.gob.pe



- para la realización de las actividades de investigación,
- b) Solicitar anticipadamente ante la Dirección General de Gestión Sostenible del Patrimonio Forestal y de Fauna Silvestre del SERFOR y dentro del plazo de vigencia de la autorización, cualquier cambio en las características del estudio aprobado (V.g. cronograma, especialistas, etc.), que demande la modificación de la presente resolución.
 - c) Indicar el número de la resolución en las publicaciones generadas a partir de la autorización concedida.
 - d) Aplicar medidas de campo que garanticen la protección y bienestar de los especímenes a estudiar durante la ejecución de la investigación, además de implementar protocolos de bioseguridad, necesarios para evitar las zoonosis procedentes de las poblaciones de fauna silvestre.
 - e) Tomar la precaución de verificar que los puntos geográficos en donde se desarrollará el proyecto siempre deberán recaer fuera de ANP. De encontrarse localidades dentro de zonas de amortiguamiento de ANP no consideradas, la titular y su equipo deberán informarlo inmediatamente al SERFOR para incorporar dichas localidades en la respectiva autorización; asimismo, deberán informar de su ingreso al SERNANP.
 - f) Los derechos otorgados a través de la presente autorización, no eximen a la titular de contar con la autorización respectiva para el ingreso a predios privados ni a áreas comprendidas en títulos habilitantes, por lo que es responsabilidad del titular adoptar las previsiones necesarias.
 - g) En caso sobrevenga algún hecho o evento que imposibilite la ejecución de la investigación autorizada o que origine que no se pueda continuar con el desarrollo de la misma, corresponde a la titular solicitar por escrito ante la Dirección General de Gestión Sostenible del Patrimonio Forestal y de Fauna Silvestre del SERFOR, la renuncia a la autorización otorgada; renuncia que deberá ser solicitada dentro del plazo de vigencia de la autorización, precisándose el hecho o evento que origina la imposibilidad de ejecutar o de continuar ejecutando la investigación aprobada, debiendo además la titular adjuntar la documentación de sustento que estime necesaria, de ser el caso.

Artículo 7°.- El incumplimiento de las obligaciones y/o compromisos adquiridos por la titular, podrá constituir una causal para denegar futuros actos administrativos o títulos habilitantes a nivel institucional, sin perjuicio del ejercicio de las acciones civiles, administrativas y/o penales que correspondan.

Artículo 8°.- La Dirección General de Gestión Sostenible del Patrimonio Forestal y de Fauna Silvestre del SERFOR, no se responsabiliza por accidentes o daños sufridos por el titular ni por los investigadores que participarán en el estudio; asimismo, se reserva el derecho de demandar a la titular los cambios a que hubiese lugar en los casos en que se formulen ajustes sobre la presente autorización.

Artículo 9°.- Notificar la presente resolución y el Informe Técnico N° D000437-2020-MINAGRI-SERFOR-DGSPFS, a la organización Crees Foundation; para su conocimiento y fines.

Artículo 10°.- Remitir la presente resolución a la Dirección General de Información y Ordenamiento Forestal y de Fauna Silvestre, a la Dirección de Control de la Gestión del Patrimonio Forestal y de Fauna Silvestre, a la Dirección Regional Forestal y de Fauna Silvestre del Gobierno Regional de Madre de Dios y a la Jefatura del Parque



- para la realización de las actividades de investigación.
- b) Solicitar anticipadamente ante la Dirección General de Gestión Sostenible del Patrimonio Forestal y de Fauna Silvestre del SERFOR y dentro del plazo de vigencia de la autorización, cualquier cambio en las características del estudio aprobado (V.g. cronograma, especialistas, etc.), que demande la modificación de la presente resolución.
 - c) Indicar el número de la resolución en las publicaciones generadas a partir de la autorización concedida.
 - d) Aplicar medidas de campo que garanticen la protección y bienestar de los especímenes a estudiar durante la ejecución de la investigación, además de implementar protocolos de bioseguridad, necesarios para evitar las zoonosis procedentes de las poblaciones de fauna silvestre.
 - e) Tomar la precaución de verificar que los puntos geográficos en donde se desarrollará el proyecto siempre deberán recaer fuera de ANP. De encontrarse localidades dentro de zonas de amortiguamiento de ANP no consideradas, la titular y su equipo deberán informarlo inmediatamente al SERFOR para incorporar dichas localidades en la respectiva autorización; asimismo, deberán informar de su ingreso al SERNANP.
 - f) Los derechos otorgados a través de la presente autorización, no eximen a la titular de contar con la autorización respectiva para el ingreso a predios privados ni a áreas comprendidas en títulos habilitantes, por lo que es responsabilidad del titular adoptar las previsiones necesarias.
 - g) En caso sobrevenga algún hecho o evento que imposibilite la ejecución de la investigación autorizada o que origine que no se pueda continuar con el desarrollo de la misma, corresponde a la titular solicitar por escrito ante la Dirección General de Gestión Sostenible del Patrimonio Forestal y de Fauna Silvestre del SERFOR, la renuncia a la autorización otorgada; renuncia que deberá ser solicitada dentro del plazo de vigencia de la autorización, precisándose el hecho o evento que origina la imposibilidad de ejecutar o de continuar ejecutando la investigación aprobada, debiendo además la titular adjuntar la documentación de sustento que estime necesaria, de ser el caso.

Artículo 7°.- El incumplimiento de las obligaciones y/o compromisos adquiridos por la titular, podrá constituir una causal para denegar futuros actos administrativos o títulos habilitantes a nivel institucional, sin perjuicio del ejercicio de las acciones civiles, administrativas y/o penales que correspondan.

Artículo 8°.- La Dirección General de Gestión Sostenible del Patrimonio Forestal y de Fauna Silvestre del SERFOR, no se responsabiliza por accidentes o daños sufridos por el titular ni por los investigadores que participarán en el estudio; asimismo, se reserva el derecho de demandar a la titular los cambios a que hubiese lugar en los casos en que se formulen ajustes sobre la presente autorización.

Artículo 9°.- Notificar la presente resolución y el Informe Técnico N° D000437-2020-MINAGRI-SERFOR-DGSPFS, a la organización Crees Foundation; para su conocimiento y fines.

Artículo 10°.- Remilir la presente resolución a la Dirección General de Información y Ordenamiento Forestal y de Fauna Silvestre, a la Dirección de Control de la Gestión del Patrimonio Forestal y de Fauna Silvestre, a la Dirección Regional Forestal y de Fauna Silvestre del Gobierno Regional de Madre de Dios y a la Jefatura del Parque

El presente documento es una copia digital generada por el sistema de gestión documental del SERFOR. Para más información, consulte el sitio web: <http://www.serfor.gob.pe>

Anexo 2 Permiso de ingreso al Laboratorio de Aracnología y Entomología de la Universidad Nacional San Antonio Abad Del Cusco de la Escuela Profesional de Biología

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"Año del fortalecimiento de la soberanía Nacional"

Cusco 31 de marzo del 2022

Señor:

Mgt. Carmen Rosa Quirita Bejar

Jefe de la Unidad de Talento Humano

Presente .-

ASUNTO: AUTORIZACION DE INGRESO AL LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE ARACNOLOGIA Y ENTOMOLOGIA DE LA ESCUELA PROFECIONAL DE BIOLOGÍA.

De mi especial consideración:

Mediante la presente me dirijo a usted, para saludarle y en atención al documento de la referencia, tenga a bien disponer a quien corresponda se autorice a los siguientes estudiantes el ingreso al laboratorio de investigación Aracnología y entomología C-313 de la Escuela Profesional de Biología, del 01 de abril al 30 de septiembre del 2022 de 08:00 am a 18:00 pm, donde realizarán trabajos de investigación en el ambiente mencionado, cabe mencionar que no todos asistirán en el mismo horario. Se debe mencionar, que se cumplirá con los protocolos de bioseguridad.

Nombres y Apellidos	DNI	ACTIVIDAD
Bach. Patricia Aroni Limachi	73810568	Tesista
Bach. Doris Condori Ccoto	47859090	Tesista
Bach. Benita Bautista Chalco	75914946	Tesista
Bach. Andrea Carmeli Palomino Cárdenas	46893904	Tesista
Bach. Ivan Alberto Castillo Velasque	72754298	Tesista
Bach. Carol Alexandra Castro Guillen	77338733	Tesista
Bach. Kevin Kenyi Ccala Caviedes	75116058	Tesista
Bach. Zadit Pumacchahua Callañaupa	47810267	Tesista

Bach. Rosmery Ccahuana Apumayta	73890237	Tesista
Bach. Joel Reynaldo Ochoa Valer	70412396	Tesista
Bach. Jesús Alberto Pumalunto Soto	47418574	Tesista
Blgo. Edgar Luis Marquina Montesinos	72625879	Investigador
Blgo. Alex Ayte Turpo	71417376	Tesista de posgrado
Blgo. Misael Baruc Valladares Garate	41983998	Tesista de posgrado
Walter Caballero Aguilar	73862066	Colaborador de Investigación
Rafael Tejeira Condori	74609701	Colaborador de Investigación
Blga. Roxana Torres Torres	46706072	Colaborador de Investigación
Luis Rodrigo Ccahuana Huamani	75169609	Colaborador de Investigación
David Bryan Rodriguez Orbegoso	74580528	Colaborador de Investigación
Jhasira Abigail Canal Abarca	76128588	Colaborador de Investigación
Bach. Alejandro Roldan Medina	47385013	Tesista

Agradeciéndole anticipadamente por la atención que se sirva dar a la presente, haga propicia la oportunidad de expresarle mis más distinguidas consideraciones y estima personal.

Atentamente,

Vº Bº
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
 UNIDAD DE RECURSOS HUMANOS
 ECON. MENELIO CRUZ NUÑEZ
 JEFE (e)


 Blga. María Mercedes del Castillo Espinoza
 Docente Principal

Anexo 3 Fotografías del área de estudio

Bosque completamente talado y ahora en regeneración (CCR)

Hace 30 años atrás



Actualidad



Bosque parcialmente clareado y ahora en regeneración (PCR)



Bosque selectivamente talado y ahora en regeneración (SLR)



Anexo 4 Fotografías del muestreo de monolitos del suelo para la colecta de Chilopoda



Anexo 5 Fotografías de la colecta de ciempiés



Anexo 6 Cuidado maternal de los huevos de Chilopoda



Anexo 7 Instalación de trampas pitfall para la colecta de la familia Scarabaeidae



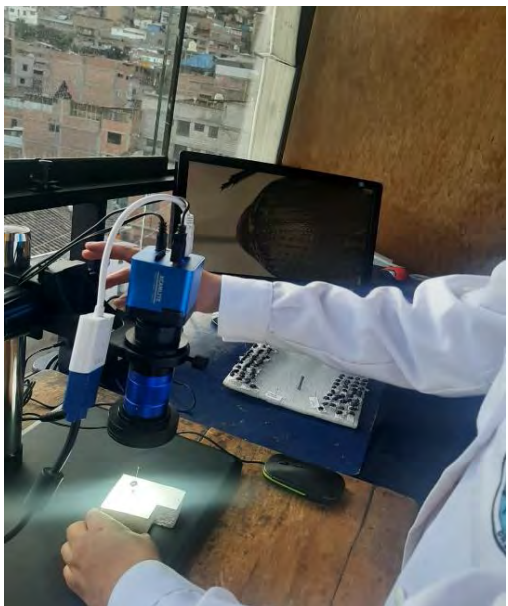
Anexo 8 Procesamiento de muestras de la familia Scarabaeidae



Anexo 9 Montaje y separación por morfotipos de la familia Scarabaeidae



Anexo 10 Determinación y toma de fotografías de Quilópodos y familia Scarabaeidae



Anexo 11 Almacenamiento en la caja entomológica con sus respectivas etiquetas



Anexo 12 Base de datos de la clase Chilopoda y la familia Scarabaeidae
Revisar el siguiente enlace

[BASE DE DATOS TESIS - Google Drive](#)