



UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
CARRERA DE BIOLOGÍA

**“INFLUENCIA DE LOS MICROHÁBITATS EN LA
COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA DE LAS COMUNIDADES
DEL ORDEN COLEOPTERA EN EL BOSQUE HÚMEDO DE
DOS MANGAS, SANTA ELENA”**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previa a la obtención del Título de:

BIÓLOGO

AUTOR:

JOSÉ MANUEL RODRÍGUEZ CARLOS

TUTOR:

BLGA. MARÍA HERMINIA CORNEJO RODRÍGUEZ, Ph.D.

LA LIBERTAD – ECUADOR

2026

UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
CARRERA DE BIOLOGÍA

“INFLUENCIA DE LOS MICROHÁBITATS EN LA
COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA DE LAS COMUNIDADES
DEL ORDEN COLEOPTERA EN EL BOSQUE HÚMEDO DE
DOS MANGAS, SANTA ELENA”

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previa a la obtención del Título de:

BIÓLOGO

AUTOR:

JOSÉ MANUEL RODRÍGUEZ CARLOS

TUTOR:

BLGA. MARÍA HERMINIA CORNEJO RODRÍGUEZ, Ph.D.

LA LIBERTAD – ECUADOR

2026

DECLARACION DEL DOCENTE TUTOR

En mi calidad de Docente Tutor del Trabajo de Integración Curricular, **“INFLUENCIA DE LOS MICROHÁBITATS EN LA COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA DE LAS COMUNIDADES DEL ORDEN COLEOPTERA EN EL BOSQUE HÚMEDO DE DOS MANGAS, SANTA ELENA”**, elaborado por **JOSÉ MANUEL RODRÍGUEZ CARLOS**, estudiante de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Biólogo, me permito declarar que luego de haber dirigido su desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por la cual, apruebo en todas sus partes, encontrándose apto para la evaluación del docente especialista.

Atentamente



Blga. María Herminia Cornejo Rodríguez, Ph.D

DOCENTE TUTOR

C.I. 0905260881

DECLARACIÓN DEL DOCENTE DE ÁREA

En mi calidad de Docente Especialista, del Trabajo de Integración Curricular **“INFLUENCIA DE LOS MICROHÁBITATS EN LA COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA DE LAS COMUNIDADES DEL ORDEN COLEOPTERA EN EL BOSQUE HÚMEDO DE DOS MANGAS, SANTA ELENA”**, elaborado por **JOSÉ MANUEL RODRÍGUEZ CARLOS**, estudiante de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Biólogo, me permito declarar que luego de haber evaluado el desarrollo y estructura final del trabajo, éste cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por la cual, declaro que se encuentra apto para su sustentación.

Atentamente



Blga. Mayra Cuenca Zambrano, MSc.

DOCENTE DE ÁREA

C.I. 1712887767

DEDICATORIA

A Dios, por darme la fortaleza y la serenidad para avanzar en cada etapa de este camino.

A mis padres, por ser la base de todo lo que soy. A mi madre, Mariana Carlos, por su apoyo constante, su comprensión y por estar siempre presente con una dedicación que me impulsa a seguir. A mi padre Modesto Rodríguez, que, aunque ya no está conmigo, me inspira cada día. Su esfuerzo y su ejemplo de vida me dieron un motivo más para luchar y alcanzar mis metas. Sé que, desde el cielo, comparte conmigo este logro. A mis hermanos, por su apoyo sincero, por acompañarme en los momentos difíciles y celebrar conmigo cada avance.

Este trabajo representa no solo un objetivo cumplido, sino también el reflejo del amor y la confianza de mi familia, que han sido el motor de todo mi esfuerzo.

José Manuel Rodríguez Carlos

AGRADECIMIENTO

Expreso mi sincero agradecimiento a las autoridades y al personal académico de la Universidad Estatal Península de Santa Elena por su compromiso en la formación profesional de los estudiantes y por liderar con responsabilidad el proceso educativo que hoy me permite culminar esta etapa.

A la Blga. María Herminia Cornejo Rodríguez, Ph.D., tutora de tesis, por su orientación científica, por compartir sus conocimientos con dedicación y por guiarme con paciencia durante el desarrollo de esta investigación. Su ejemplo profesional y su pasión por la entomología despertaron en mí un profundo interés por esta rama de la biología, motivo por el cual le estaré siempre agradecido.

Agradezco también al Dr. Jorge Ari Noriega, por su valiosa colaboración en la validación de la identificación de las especies registradas, su experiencia en coleópteros fue un gran aporte para fortalecer la precisión de mi trabajo.

A las autoridades de la Comuna Dos Mangas, por facilitar el desarrollo de mi trabajo y brindar su colaboración en la etapa de campo, un aporte esencial para el cumplimiento de los objetivos propuestos.

A mis hermanos, Félix y Jorge, por acompañarme en los monitoreos y apoyarme en cada jornada de trabajo; su ayuda fue fundamental para lograr este resultado.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Trabajo de Integración Curricular presentado por **RODRÍGUEZ CARLOS JOSÉ MANUEL** como requisito parcial para la obtención del grado de Biólogo de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Trabajo de Integración Curricular **APROBADO** el: 10/12/2025



Ing. Jimmy Villón Moreno, MSc.

**DIRECTOR DE CARRERA
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



Blga. Mayra Cuenca Zambrano, M.Sc.

**DOCENTE DE ÁREA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Blga. María Cornejo Rodríguez, Ph.D.

**DOCENTE TUTOR
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Blgo. Richard Duque Marín, Mgt.

**DOCENTE GUÍA DE LA UIC II
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Lcdo. Pascual Baca Silvestre, Mgtr.

SECRETARIO DEL TRIBUNAL

DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad por los datos, ideas, investigaciones y resultados expuestos en el Trabajo de Integración Curricular denominado: "INFLUENCIA DE LOS MICROHÁBITATS EN LA COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA DE LAS COMUNIDADES DEL ORDEN COLEOPTERA EN EL BOSQUE HÚMEDO DE DOS MANGAS, SANTA ELENA", me corresponden exclusivamente, y el patrimonio intelectual de la misma compartido con la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Atentamente



RODRÍGUEZ CARLOS JOSÉ MANUEL

C.I: 2450927740

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
1. INTRODUCCIÓN	II
2. JUSTIFICACIÓN.....	6
3. OBJETIVOS.....	8
3.1. Objetivo General	8
3.2. Objetivos Específicos	8
4. HIPÓTESIS.....	8
5. MARCO TEÓRICO.....	9
5.1. Bosque húmedo de Dos Mangas	9
5.1.1. Clima	9
5.1.2. Características del Suelo.....	10
5.1.3. Vegetación	10
5.2. Microhábitats edáficos en bosques tropicales.....	11
5.2.1. Suelo descubierto.....	11
5.2.2. Hojarascas.....	12
5.2.3. Troncos caídos	12
5.3. Factores que influyen en la biología de los coleópteros	13
5.3.1. Temperatura	13
5.3.2. Humedad.....	14
5.3.3. pH	14
5.3.4. Textura del suelo.....	15
5.3.5. Cobertura vegetal.....	15
5.4. Orden Coleoptera.....	16
5.4.1. Clasificación taxonómica	16
5.4.2. Características morfológicas	17
5.4.3. Ciclo biológico	19
5.4.4. Roles funcionales	20
5.5. Principales familias de coleópteros.....	21
5.5.1. Scarabaeidae.....	21

5.5.2.	Curculionidae	22
5.5.3.	Staphylinidae	22
5.5.4.	Carabidae.....	23
5.5.5.	Cerambycidae.....	23
5.5.6.	Tenebrionidae	24
6.	MARCO METODOLÓGICO	25
6.1.	Área de estudio	25
6.2.	Fase de campo.....	28
6.2.1.	Diseño experimental.....	28
6.2.2.	Método de caracterización de microhábitats.....	29
6.2.3.	Método de muestreo	31
6.3.	Fase de laboratorio.....	32
6.3.1.	Análisis granulométrico por tamizado y sedimentación.....	32
6.3.2.	Método de identificación de Coleoptera.....	36
6.4.	Fase estadística	38
6.4.1.	Índice de Diversidad de Shannon- Weaver (H')	38
6.4.2.	Índice de Dominancia de Simpson (λ)	40
6.4.3.	Índice de Riqueza Margalef (Dmg)	41
6.4.4.	Índice de equidad de Pielou (J').....	43
6.4.5.	Prueba de normalidad y coeficientes de correlación	44
7.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	47
7.1.	Caracterización de los microhábitats	47
7.2.	Identificación y registro de especies	58
7.3.	Correlación de la diversidad y abundancia de coleópteros con las variables en cada microhábitat	69
8.	DISCUSIÓN	91
9.	CONCLUSIONES	97
10.	RECOMENDACIONES.....	99
11.	BIBLIOGRAFÍA.....	100
12.	ANEXOS	122

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Morfología de un coleóptero. Vista dorsal a la izquierda y vista ventral a la derecha.</i>	19
Figura 2. <i>Ubicación geográfica del área de estudio en la comuna Dos Mangas.</i>	26
Figura 3. <i>Ubicación de transectos lineales y puntos de muestreo.</i>	26
Figura 4. <i>Diseño experimental de la distribución alterna de los cebos en los respectivos microhábitats seleccionados.</i>	29
Figura 5. <i>Cuadrante de 1 m² para determinar cobertura vegetal.</i>	30
Figura 6. <i>Trampa de caída modificada a partir del modelo de Newton y Peck (1975) replicado en estudios recientes por Mora-Aguilar et al. (2023) y Bach et al. (2023).</i>	32
Figura 7. <i>Análisis granulométrico por tamizado y el método de sedimentación.</i>	33
Figura 8. <i>Tamices dispuestos verticalmente para realizar el tamizaje.</i>	34
Figura 9. <i>Método de sedimentación de limo y arcilla.</i>	35
Figura 10. <i>Triángulo textural del USDA</i>	36
Figura 11. <i>Promedio de los parámetros registrados en el microhábitat Suelo Descubierto.</i>	48
Figura 12. <i>Promedio de los parámetros registrados en el microhábitat Hojarasca.</i>	50
Figura 13. <i>Promedio de los parámetros registrados en el microhábitat Troncos Caídos.</i>	52
Figura 14. <i>Variación temporal de la variable Temperatura.</i>	54
Figura 15. <i>Variación temporal de la variable Humedad.</i>	55
Figura 16. <i>Variación temporal de la variable pH.</i>	56
Figura 17. <i>Variación temporal de la variable Cobertura Vegetal.</i>	57
Figura 18. <i>Distribución relativa de la abundancia por familia del orden Coleoptera registradas en el bosque húmedo de Dos Mangas.</i>	60
Figura 19. <i>Abundancia relativa de las especies del orden Coleoptera registradas en el bosque húmedo de Dos Mangas.</i>	61
Figura 20. <i>Variación temporal de la abundancia de Coleoptera.</i>	62

Figura 21. <i>Variación temporal de la diversidad de Coleoptera.....</i>	63
Figura 22. <i>Dominancia por microhábitat de las especies de coleópteros presentes en el área de estudio obtenida a través del Índice de Simpson.....</i>	65
Figura 23. <i>Diversidad por microhábitat de las especies de coleópteros presentes en el área de estudio obtenida a través del Índice de Shannon.</i>	66
Figura 24. <i>Riqueza por microhábitat de las especies de coleópteros presentes en el área de estudio obtenida a través del Índice de Margalef.</i>	67
Figura 25. <i>Equidad por microhábitat de las especies de coleópteros presentes en el área de estudio obtenida a través del Índice de Pielou.</i>	68
Figura 26. <i>Dispersión de datos relacionando la variable temperatura con la abundancia de coleópteros colectados en cada muestreo. Microhábitat Suelo Descubierto.</i>	70
Figura 27. <i>Dispersión de datos relacionando la variable temperatura con la abundancia de coleópteros colectados en cada muestreo. Microhábitat Hojarascas.</i>	71
Figura 28. <i>Dispersión de datos relacionando la variable temperatura con la abundancia de coleópteros colectados en cada muestreo. Microhábitat Troncos Caídos.</i>	72
Figura 29. <i>Dispersión de datos relacionando la variable humedad con la abundancia de coleópteros colectados en cada muestreo. Microhábitat Suelo Descubierto.</i>	73
Figura 30. <i>Dispersión de datos relacionando la variable humedad con la abundancia de coleópteros colectados en cada muestreo. Microhábitat Hojarascas.</i>	74
Figura 31. <i>Dispersión de datos relacionando la variable humedad con la abundancia de coleópteros colectados en cada muestreo. Microhábitat Troncos Caídos.</i>	75
Figura 32. <i>Dispersión de datos relacionando la variable pH con la abundancia de coleópteros colectados en cada muestreo. Microhábitat Suelo Descubierto.....</i>	76
Figura 33. <i>Dispersión de datos relacionando la variable pH con la abundancia de coleópteros colectados en cada muestreo. Microhábitat Hojarascas.....</i>	77

Figura 34. <i>Dispersión de datos relacionando la variable pH con la abundancia de coleópteros colectados en cada muestreo. Microhábitat Troncos Caídos.</i>	78
Figura 35. <i>Dispersión de datos relacionando la variable Cobertura vegetal con la abundancia de coleópteros colectados en cada muestreo. Microhábitat Suelo Descubierto.</i>	79
Figura 36. <i>Dispersión de datos relacionando la variable Cobertura vegetal con la abundancia de coleópteros colectados en cada muestreo. Microhábitat Hojarascas.</i>	80
Figura 37. <i>Dispersión de datos relacionando la variable Cobertura vegetal con la abundancia de coleópteros colectados en cada muestreo. Microhábitat Troncos Caídos.</i>	81
Figura 38. <i>Comparación de la abundancia con la textura de suelo de cada microhábitat de estudio.</i>	83
Figura 39. <i>Comparación de la diversidad (Shannon-Weaver) con la textura de suelo de cada microhábitat de estudio.</i>	86
Figura 40. <i>Comparación de la abundancia de coleópteros en tres microhábitats (suelo descubierto, hojarascas y troncos caídos).</i>	88
Figura 41. <i>Comparación de la diversidad de coleópteros en tres microhábitats (suelo descubierto, hojarascas y troncos caídos).</i>	90

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Coordenadas de los puntos de muestreo en el bosque húmedo de Dos Mangas.</i>	27
Tabla 2. <i>Tamaño de abertura de cada tamiz utilizado en la granulometría por tamizaje.</i>	34
Tabla 3. <i>Guías especializadas que se utilizarán para la identificación de especies coleópteros colectados.</i>	38
Tabla 4. <i>Valores de interpretación del Índice ecológico Shannon – Weaver.</i>	40
Tabla 5. <i>Valores de interpretación del Índice de dominancia de Simpson.</i>	41
Tabla 6. <i>Valores de interpretación del Índice de riqueza de Margalef.</i>	43
Tabla 7. <i>Valores de interpretación del Índice de equidad de Pielou.</i>	44
Tabla 8. <i>Valores de interpretación del coeficiente de correlación de Pearson.</i>	45
Tabla 9. <i>Valores de interpretación del coeficiente de correlación de Spearman.</i> ..	46
Tabla 10. <i>Parámetros fisicoquímicos y estructurales registrados en los tres microhábitats de estudio en el bosque húmedo de Dos Mangas.</i>	47
Tabla 11. <i>Clasificación y registro de la abundancia de especies del orden Coleoptera en los 3 microhábitats de estudio en el bosque húmedo de Dos Mangas durante los meses de muestreo.</i>	59
Tabla 12. <i>Índices ecológicos de los tres microhábitats de estudio.</i>	64
Tabla 13. <i>Correlaciones entre el índice de diversidad (Shannon-Weaver) y variables ambientales en los distintos microhábitats.</i>	84

ÍNDICE DE ANEXOS

<i>Anexo 1. Autorización emitida por el MAATE para la recolección de muestras de coleópteros.</i>	<i>122</i>
<i>Anexo 2. Solicitud de autorización para el desarrollo de la investigación en el bosque húmedo de Dos Mangas firmado por el presidente de la comuna.</i>	<i>127</i>
<i>Anexo 3. Identificación de los microhábitats de estudio. A) Suelo descubierto, B) Hojarascas, C) Troncos caídos.</i>	<i>128</i>
<i>Anexo 4. Instalación de trampas pitfall en cada uno de los puntos de muestreo en los tres microhábitats de estudio.</i>	<i>129</i>
<i>Anexo 5. Caracterización de los microhábitats mediante parámetros fisicoquímicos del suelo (Temperatura, humedad y pH).</i>	<i>129</i>
<i>Anexo 6. Caracterización de los microhábitats mediante parámetros estructurales (Textura del suelo y cobertura vegetal).</i>	<i>130</i>
<i>Anexo 7. Determinación de la cobertura vegetal en los microhábitats. A) Suelo Descubierto, B) Hojarascas, C) Troncos caídos.</i>	<i>130</i>
<i>Anexo 8. Determinación de la textura del suelo de los microhábitats por el método de sedimentación. A) Suelo Descubierto, B) Hojarascas, C) Troncos caídos. ...</i>	<i>131</i>
<i>Anexo 9. Colecta de los coleópteros en las trampas, preservación de muestras con alcohol al 70% y montaje con alfileres entomológicos.</i>	<i>132</i>
<i>Anexo 10. Observación de morfológica de los coleópteros bajo microscopio digital para determinar el orden taxonómico.</i>	<i>133</i>
<i>Anexo 11. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk a los datos de abundancia, diversidad, temperatura, humedad, pH y cobertura vegetal del microhábitat suelo descubierto.</i>	<i>134</i>
<i>Anexo 12. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk a los datos de abundancia, diversidad, temperatura, humedad, pH y cobertura vegetal del microhábitat Hojarascas.</i>	<i>135</i>

<i>Anexo 13. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk a los datos de abundancia, diversidad, temperatura, humedad, pH y cobertura vegetal del microhábitat Troncos caídos.....</i>	<i>136</i>
<i>Anexo 14. Prueba de normalidad a los datos generales de los tres microhábitats de estudio. A) Abundancia, B) Diversidad.....</i>	<i>137</i>
<i>Anexo 15. Gráficas de las correlaciones establecidas entre la diversidad y la temperatura, humedad, pH y cobertura vegetal en el microhábitat Suelo Descubierto.</i>	<i>137</i>
<i>Anexo 16. Gráficas de las correlaciones establecidas entre la diversidad y la temperatura, humedad, pH y cobertura vegetal en el microhábitat Hojarascas.</i>	<i>138</i>
<i>Anexo 17. Gráficas de las correlaciones establecidas entre la diversidad y la temperatura, humedad, pH y cobertura vegetal en el microhábitat Troncos caídos.</i>	<i>138</i>
<i>Anexo 18. Visita al área de estudio por parte del docente tutor.....</i>	<i>139</i>
<i>Anexo 19. Planteamiento del problema.....</i>	<i>140</i>
<i>Anexo 20. Base de datos registrados en cada uno de los microhábitats de estudio.</i>	<i>142</i>
<i>Anexo 21. Reporte de Compilatio.....</i>	<i>144</i>
<i>Anexo 22. Fichas de identificación de especies.</i>	<i>145</i>

ABREVIATURAS

r: Coeficiente de correlación (Pearson o Spearman).

IC 95%: Intervalo de confianza al 95%.

p: Valor p que indica significancia.

H': Índice de diversidad de Shannon–Weaver.

λ : Índice de dominancia de Simpson.

Dmg: Índice de riqueza de Margalef.

J': Índice de equidad de Pielou.

H: Estadístico de la prueba de Kruskal–Wallis.

GL: Grados de libertad.

n: Tamaño de muestra o número de individuos.

±: Símbolo que acompaña medias.

°C: Grados Celsius (unidad de temperatura).

%: Porcentaje.

MINITAB: Software estadístico empleado para análisis.

PAST: Software utilizado para cálculo de índices ecológicos.

MAATE: Ministerio del Ambiente, Agua y Transacción Ecológica.

“INFLUENCIA DE LOS MICROHÁBITATS EN LA COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA DE LAS COMUNIDADES DEL ORDEN COLEOPTERA EN EL BOSQUE HÚMEDO DE DOS MANGAS, SANTA ELENA”

Autor: José Manuel Rodríguez Carlos

Tutor: Blga. María Herminia Cornejo Rodríguez, Ph.D

RESUMEN

En la zona costera del Ecuador, el bosque húmedo de Dos Mangas, en la provincia de Santa Elena, representa un ecosistema de gran valor biológico que aún ha sido poco estudiado. Este trabajo tuvo como objetivo analizar cómo los diferentes microhábitats (suelo descubierto, hojarasca y troncos caídos) influyen en la diversidad y abundancia de coleópteros. Durante tres meses, entre julio y octubre de 2025, se realizaron 24 muestreos con trampas de caída y se registraron variables fisicoquímicas y estructurales del suelo, como temperatura, humedad, pH, textura y cobertura vegetal. Para describir las comunidades se aplicaron análisis morfológicos e índices ecológicos. En total se recolectaron 2727 individuos, pertenecientes a 11 familias, 31 géneros y 37 especies siendo a familia Scarabaeidae la más abundante, con un 78.86 % del total, y dentro de ella destacó *Deltochilum gibbosum* con 1026 ejemplares. El microhábitat de troncos caídos registró la mayor riqueza, con 33 especies, y la mayor diversidad ($H' = 3,17$), seguido por la hojarasca ($H' = 2,35$) y el suelo descubierto ($H' = 0,88$). Las correlaciones indicaron que la abundancia aumentó con la humedad ($r = 0,948$) y la cobertura vegetal ($r = 0,822$), mientras que disminuyó con la temperatura ($r = -0,894$) y el pH ($r = -0,829$). El análisis de Kruskal–Wallis mostró diferencias significativas entre microhábitats ($p < 0,001$), en el que los suelos arcillosos y húmedos fueron los que brindaron condiciones más favorables para las comunidades. Los resultados permitieron revelar que la diversidad y distribución de los coleópteros dependen en gran medida de la heterogeneidad ambiental y de la estructura física de cada microhábitat, consolidando a los troncos caídos como el espacio más estable y complejo dentro del bosque húmedo de Dos Mangas.

Palabras claves: Coleópteros, microhábitats, diversidad, abundancia, Dos Mangas, humedad, pH, temperatura, cobertura vegetal, textura del suelo, correlación.

1. INTRODUCCIÓN

El orden Coleoptera representa uno de los grupos más diversos del reino animal, con más de 392 000 especies descritas (Jiménez-Sánchez et al., 2017). Su éxito evolutivo está asociado a su adaptabilidad y a la gran variedad de funciones ecológicas que desempeñan, como la descomposición de materia orgánica, el control biológico y el reciclaje de nutrientes, contribuyendo al equilibrio de los ecosistemas (Bouchard et al., 2017). Estos insectos, al estar presentes en varios ambientes, se convierten bioindicadores eficaces.

En la vertiente occidental de la cordillera Chongón-Colonche se encuentra el bosque húmedo de Dos Mangas, un bosque tropical perennifolio que integra el corredor biológico costero del suroeste ecuatoriano (Barros-Díaz et al., 2023). Aquí la humedad se mantiene alta la mayor parte del año, impulsada por la neblina frecuente y una cobertura vegetal densa que atrapa la humedad, además de un régimen de lluvias estacional que reanima el suelo con regularidad (MAATE, 2013). Es un lugar donde la sensación de humedad no es solo un dato, sino una condición que modela el paisaje y las comunidades que viven en él. Dentro de estos ecosistemas, coexisten múltiples microhábitats como hojarasca, troncos en descomposición, raíces expuestas, sustrato húmedo descubierto, cavidades arbóreas y áreas con sombra densa, los cuales ofrecen refugio, alimento y sitios de reproducción para una gran variedad de invertebrados (Mehrabi et al., 2014). Esta variedad microambiental no solo promueve altos niveles de biodiversidad, sino que

también moldea la distribución espacial de las especies, condicionada por variables fisicoquímicas que varían a escalas muy finas.

Estudios recientes realizados en bosques neotropicales evidencian que la heterogeneidad microambiental influye de manera significativa en la estructura de las comunidades de Coleoptera. Por ejemplo, Salomão et al. (2022) demostraron en bosques amazónicos que la proporción de arcilla y limo condicionan la riqueza y abundancia de escarabajos coprófagos. Otro estudio en la Mata Atlántica brasileña señala que los Passalidae presentan cambios en su distribución y abundancia según el microhábitat ocupado dentro de los troncos en descomposición (Araújo et al., 2024).

En la provincia de Santa Elena, los estudios entomológicos han sido escasos y cuando existen, tienen una visión general como el estudio realizado por Mera y Sojos (2023) en el bosque protector Chongón-Colonche, donde no se profundiza en las condiciones microambientales que podrían estar modelando la estructura de las comunidades. Esta falta de enfoque detallado impide no solo la comprensión ecológica de las especies presentes, sino también la posibilidad de comparar de manera precisa sus respuestas frente a distintos grados de humedad, cobertura vegetal o composición del sustrato limitando el entendimiento de cómo se organizan estos sistemas desde sus componentes más básicos (López-Giraldo et al., 2023).

Por su ubicación y altitud, Dos Mangas ofrece un escenario propicio para estudiar cómo las condiciones microambientales influyen en las comunidades biológicas, especialmente en los coleópteros. La topografía y la composición de la vegetación generan parches con propiedades físicas y químicas distintas a escala muy pequeña, y eso permite que algunas especies desarrollen adaptaciones puntuales frente a la humedad, la temperatura o la naturaleza del sustrato. De ahí que la estructura de la comunidad muestre patrones claros de distribución y abundancia, e incluso casos de exclusividad de ciertos grupos, algo que ya se ha observado en trabajos previos (Benetti et al., 2006).

En los ecosistemas tropicales, este tipo de heterogeneidad ambiental incrementa la complejidad ecológica al permitir la coexistencia de múltiples nichos dentro de un mismo hábitat. Estudiar la influencia de los microhábitats proporciona acceso a una escala de análisis más fina, en la que la combinación de variables abióticas puede determinar la presencia o ausencia de determinados taxones. En distintas investigaciones se ha demostrado que este enfoque no solo permite interpretar con mayor claridad los patrones de diversidad, sino que también revela asociaciones microambientales específicas que frecuentemente pasan desapercibidas bajo metodologías generalistas (Tews et al., 2004).

En el presente estudio se analizó cómo las características microambientales como la humedad, la temperatura, el pH, la textura del suelo y la cobertura vegetal moldean los patrones de diversidad, distribución y abundancia del orden

Coleoptera. Por lo cual, se realizó una investigación detallada en tres tipos de microhábitats presentes en el bosque húmedo de Dos Mangas (suelo descubierto, hojarasca y troncos caídos), un ecosistema con alta complejidad estructural y diversidad funcional. A través del registro de las diferentes variables y la identificación taxonómica de los individuos recolectados, se establecieron relaciones ecológicas a escala microambiental.

2. JUSTIFICACIÓN

El orden Coleoptera representan uno de los grupos de insectos más diversos en los ecosistemas tropicales, desempeñando roles importantes en procesos como la descomposición de materia orgánica y el reciclaje de nutrientes (Arango Gutiérrez y Vásquez Villegas, 2004). Dentro de la región costera, el bosque húmedo de Dos Mangas, localizado en la provincia de Santa Elena, constituye un sistema biológicamente relevante para el estudio.

Por su alta diversidad taxonómica y funcional, este grupo es una herramienta clave para analizar la estructura y dinámica de sus comunidades en ambientes terrestres. La identificación de patrones de diversidad y abundancia de estos insectos en relación con microhábitats como hojarasca, suelo descubierto y troncos caídos permite comprender con mayor resolución la variedad ecológica presente en el ecosistema.

El enfoque desde una escala microambiental posibilita la detección de relaciones específicas entre las condiciones del sustrato y la composición faunística, contribuyendo al entendimiento de los factores que modelan la biodiversidad local, siendo una información fundamental para enriquecer los registros taxonómicos y ecológicos de los invertebrados terrestres en la costa ecuatoriana, donde aún persisten vacíos de conocimiento sobre grupos clave como los coleópteros.

En base a lo anterior, el presente estudio, mediante un trabajo de campo de tres meses, aporta datos empíricos obtenidos mediante muestreos sistemáticos y análisis cuantitativos. Además, genera información que permita comprender los patrones de distribución y abundancia del orden Coleoptera en función de características estructurales del microhábitat, registrando la diversidad entomológica asociada a distintos tipos de microhábitats. De este modo, se atiende la necesidad de llenar vacíos de conocimiento en una zona poco estudiada, promoviendo una visión más integral de la biodiversidad entomológica en ecosistemas tropicales poco representados.

3. OBJETIVOS

3.1.Objetivo General

Analizar la influencia de los microhábitats en las comunidades de Coleoptera en el bosque húmedo de Dos Mangas, mediante la caracterización de variables fisicoquímicas y estructurales, relacionando los patrones de diversidad y abundancia.

3.2.Objetivos Específicos

- Caracterizar los microhábitats del bosque mediante parámetros fisicoquímicos y estructurales.
- Identificar las comunidades de Coleoptera presentes en cada tipo de microhábitat mediante análisis morfológico y la aplicación de claves taxonómicas.
- Relacionar las características de los microhábitats con la diversidad y abundancia de Coleoptera en el área de estudio estableciendo los patrones.

4. HIPÓTESIS

H1: Las características de los microhábitats influyen en la diversidad y abundancia de las comunidades de Coleoptera.

5. MARCO TEÓRICO

5.1. Bosque húmedo de Dos Mangas

El bosque de la comuna Dos Mangas está ubicado en la parroquia Manglaralto, provincia de Santa Elena, sobre las estribaciones de la cordillera Chongón–Colonche, y forma parte del corredor biológico costero entre Guayas y Santa Elena (Astudillo-Sánchez et al., 2019). Esta zona consta de remanentes boscosos de importancia biogeográfica en la costa ecuatoriana y ha sido lugar de trabajos locales sobre fauna y flora (Flores-Cedeño, 2023).

5.1.1. Clima

El sector presenta el patrón climático característico de la costa ecuatoriana, con una estacionalidad marcada por una estación lluviosa (principalmente finales de año y primera mitad del año) y una estación más seca (aproximadamente junio–noviembre), además de la influencia de neblina en las lomas que genera condiciones húmedas locales en parches de bosque (INAMHI, 2025). Las temperaturas medias anuales son moderadas para la región costera y la variabilidad pluviométrica es notable entre puntos y años, por lo que el microclima dentro de la cordillera favorece la existencia de bosques húmedos asociados a la garúa (García-Garizábal, 2017).

5.1.2. Características del Suelo

Los suelos en la península y en las estribaciones de la cordillera Chongón–Colonche son heterogéneos, ya que en las zonas bajas y llanas predominan depósitos cuaternarios y suelos menos evolucionados denominados entisoles, mientras que en las laderas surgen materiales sedimentarios y volcánicos que generan perfiles con texturas variables que van desde arenosas a arcillosas (CELEC, 2012). La geología terciaria y la presencia de depósitos aluviales condicionan la textura y la capacidad de retención de agua de los microhábitats edáficos (González et al., 2012).

5.1.3. Vegetación

El bosque húmedo de Dos Mangas tiene una alta diversidad florística, donde se registran 72 especies leñosas pertenecientes a 63 géneros y 32 familias, destacando *Arecaceae*, *Fabaceae*, *Rubiaceae* y *Moraceae* (Astudillo-Sánchez et al., 2019). A ello se suma la presencia de lianas como *Anemopaegma puberulum* y *Tanaecium pyramidatum*, así como un sotobosque dominado por helechos y epífitas como *Orchidaceae* y *Bromeliaceae* que colonizan troncos y taludes húmedos. También se encuentran hierbas de *Araceae*, *Piperaceae* y *Cyclanthaceae* en claros y gramíneas y ciperáceas en zonas abiertas junto a cursos de agua (Aguirre, 2019).

5.2. Microhábitats edáficos en bosques tropicales

Un microhábitat es un pequeño espacio dentro de un hábitat más amplio que desarrolla sus propias condiciones ambientales y, por lo tanto, nichos ecológicos particulares. En esos rincones entre la hojarasca, dentro de un tronco en descomposición, en el interior de un árbol, bajo las rocas o en suelos húmedos, la temperatura, la luz y la disponibilidad de nutrientes se organizan de otra manera respecto al ambiente circundante, y eso permite que aparezcan comunidades especializadas (Shia et al., 2016). Muchas veces son sitios frágiles, sensibles a cambios a muy corta escala, y aun así juegan un papel desproporcionado en la biodiversidad, la conservación y el manejo de los ecosistemas (Mehrabi et al., 2014).

5.2.1. Suelo descubierto

El suelo descubierto es un microhábitat que está caracterizado por una alta exposición a la radiación solar presentando variaciones térmicas que condicionan la disponibilidad de refugio y la movilidad de grupos de invertebrados edáficos (García M. et al., 2016). La estructura del suelo y su humedad determinan el microclima y la presencia de insectos como coleópteros que están adaptados a sustratos más cálidos y secos. El suelo descubierto es un corredor para la dispersión horizontal de individuos y un punto crítico para interacciones tróficas que afectan la distribución de comunidades de insectos (Denney et al., 2020).

5.2.2. Hojarasca

La hojarasca es un microhábitat de alta complejidad estructural ya que retiene humedad, regula la temperatura del sustrato y concentra materia orgánica en descomposición hospedando comunidades de detritívoros y depredadores. En bosques tropicales la hojarasca es una fuente principal de refugio y alimento para numerosos coleópteros con hábitos alimenticios saprófagos, coprófagos y necrófagos (Cole et al., 2016). El grado de descomposición y la profundidad de la hojarasca condicionan la riqueza y abundancia de invertebrados, puesto a que las capas más gruesas y con hojas de lenta descomposición sostienen mayor diversidad en comparación a capas delgadas (Hartshorn, 2021).

5.2.3. Troncos caídos

Los troncos caídos o madera en descomposición forman un microhábitat heterogéneo que proporciona alimento y refugio para algunos coleópteros y otros invertebrados (Villalba-Fuentes et al., 2022). La madera en distintos estados de descomposición provee alimento, microclimas estables con mayor humedad, menor variación térmica y espacios para el desarrollo larvario de insectos, favoreciendo tanto a coleópteros saproxílicos como a grupos asociados a hongos y detritos (Chowdhury et al., 2024). La presencia y abundancia de troncos caídos incrementa la riqueza local y la heterogeneidad de las comunidades biológicas (Herrera-Álvarez et al., 2020).

5.3. Factores que influyen en la biología de los coleópteros

Las condiciones microambientales de cada microhábitat actúan como filtros que determinan qué especies de invertebrados pueden establecerse, reproducirse y prosperar. A escala de microhábitat, algunos géneros y familias responden fuertemente a variaciones de temperatura y humedad del sustrato, otros están ligados a la disponibilidad de materia orgánica o a sustratos leñosos en distinto estado de descomposición y son estas relaciones las que producen patrones de riqueza, dominancia y abundancia detectables incluso en distancias cortas (Robinson et al., 2018).

5.3.1. Temperatura

La temperatura es un factor crítico en la biología de los coleópteros ya que al ser organismos ectotérmicos su fisiología, actividad y ciclos vitales dependen directamente de las condiciones térmicas del ambiente (Mera y Sojos, 2023). La temperatura del sustrato influye en el desarrollo larvario, la fenología y la abundancia de sus poblaciones, de modo que incrementos térmicos pueden provocar estrés o mortalidad en fases inmaduras, especialmente bajo condiciones de sequía. Las variaciones térmicas entre microhábitats moldean la dinámica poblacional y la diversidad de las comunidades, favoreciendo especies con mayor tolerancia al calor (Robinson et al., 2018).

5.3.2. Humedad

Niveles altos de humedad favorecen la actividad y supervivencia de muchas especies detritívoras y saproxílicas, facilitan la descomposición y sostienen la diversidad de las comunidades, mientras que condiciones secas tienden a reducir la actividad y favorecer grupos mejores adaptados (Kirichenko-Babko et al., 2020). La hojarasca y troncos mantienen humedad más estable, actuando como reservorios para especies dependientes de condiciones húmedas (Kober et al., 2024).

5.3.3. pH

El pH del suelo afecta la disponibilidad de nutrientes, la estructura microbiana y la calidad de los recursos como velocidad de descomposición, que indirectamente condiciona a coleópteros que dependen la materia orgánica (Zumstein et al., 2021). En estudios previos se señala que variaciones en el pH están asociadas a cambios en la abundancia y composición de coleópteros edáficos, puesto que estos grupos pueden preferir suelos ligeramente ácidos a neutros, mientras que pH alcalinos reducen riqueza y favorecen especies tolerantes (Sun et al., 2023). Por ello, medir el pH ayuda a explicar por qué ciertos taxones se concentran en unos microhábitats y no en otros.

5.3.4. Textura del suelo

La textura regula la porosidad, drenaje y la capacidad de retención de agua por parte del sustrato, condicionando la disponibilidad de refugio, estabilidad térmica y supervivencia de los insectos en sus primeros estadios. Los suelos arenosos drenan rápido y favorecen a especies que toleran condiciones más secas, mientras que los suelos con más presencia de limo y arcilla pueden retener mayor humedad llegando a sostener comunidades diversas de detritívoros y especies ligadas a recursos húmedos (Portela-Salomão et al., 2022).

5.3.5. Cobertura vegetal

La cobertura vegetal actúa como regulador del microclima porque modula la llegada de luz, la temperatura y la humedad del suelo, y al mismo tiempo ofrece alimento, refugio y corredores para el movimiento de los insectos. Donde la cubierta es densa, el microclima tiende a estabilizarse y la humedad se mantiene, condiciones que favorecen a coleópteros saprófagos y xilófagos; en cambio, las áreas con poca cobertura favorecen especies que toleran sustratos expuestos. De ahí que la cobertura vegetal sea una buena explicación de por qué cambian la disponibilidad de recursos, la estabilidad local y, en consecuencia, la distribución, diversidad y abundancia de coleópteros entre microhábitats (Saenz Cortez y Vilela Saldarriaga, 2023).

5.4. Orden Coleoptera

El orden Coleoptera es el más diverso entre los insectos y uno de los grupos biológicos más grandes del planeta, las estimaciones actuales indican entre 350 000 y más de 392 000 especies descritas, agrupadas en numerosos superfamilias y familias, con miles de géneros descritos y una representación mundial que abarca todos los continentes excepto las zonas polares extremas (Bouchard et al., 2017).

Las regiones tropicales son el centro de la vida de los insectos ya que, es donde se concentra una parte inmensa de la diversidad del planeta y entre todos los grupos, los coleópteros destacan por su enorme riqueza y nivel de endemismo. En los bosques húmedos y neotropicales, existe una gran variedad de microhábitats, brindando las condiciones ideales para multiplicarse y ocupar nichos muy distintos entre sí (Kirmse, 2024). En Ecuador, las estimaciones hablan de unas 6 370 especies registradas, aunque es probable que existan muchas más, sobre todo en zonas poco exploradas donde los muestreos han sido escasos o nulos (Freire-Fierro et al., 2024).

5.4.1. Clasificación taxonómica

El orden Coleoptera pertenece al reino Animalia, dentro del filo Arthropoda y la clase Insecta, que reúne a todos los insectos conocidos. En esta clase, los coleópteros forman parte de la subclase Pterygota, integrada por insectos alados, y

de la infraclase Neoptera, que se distingue por la capacidad de plegar las alas posteriores sobre el abdomen cuando no se utilizan. También se incluyen en el superorden Endopterygota o Holometabola, caracterizado por un desarrollo con metamorfosis completa que pasa por las fases de huevo, larva, pupa y adulto. Fue Linnaeus quien en 1758 describió formalmente el orden Coleoptera, considerado hoy el más diverso dentro de los insectos. Su éxito evolutivo se explica, en parte, por la presencia de élitros endurecidos que resguardan las alas membranosas, un rasgo simple pero crucial que les permitió adaptarse a una enorme variedad de ambientes (Bartlett, 2024).

Reino: Animalia

Filo: Arthropoda

Clase: Insecta

Subclase: Pterygota

Infraclase: Neoptera

Superorden: Endopterygota

Orden: Coleoptera (*Linnaeus, 1758*)

5.4.2. Características morfológicas

Los coleópteros presentan un cuerpo dividido en tres regiones principales: cabeza, tórax y abdomen (Figura 1). La cabeza es hipognata o prognata según el grupo y

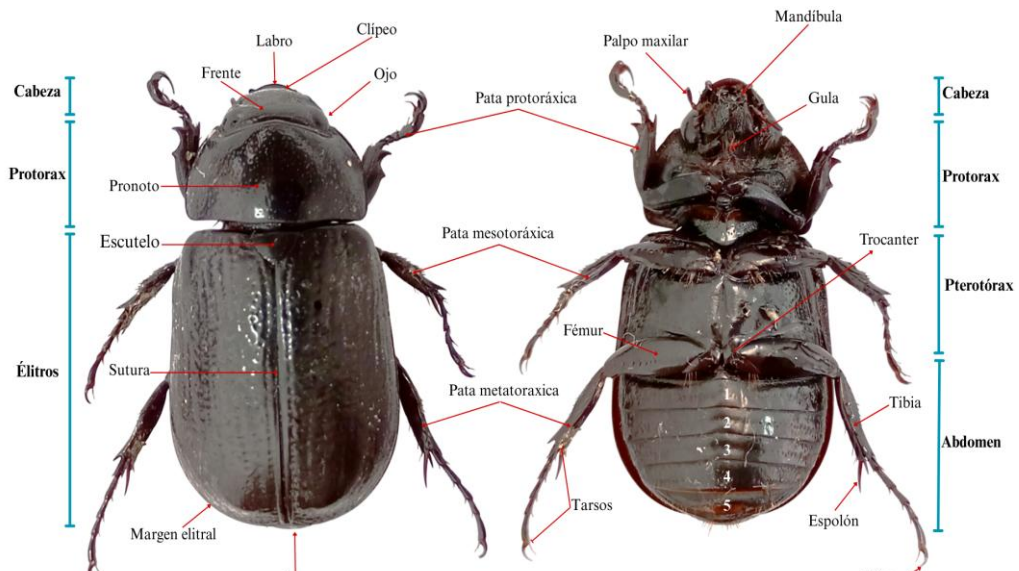
porta antenas, que pueden ser filiformes, moniliformes, aserradas, flabeladas o pectinada (Linsley-Gressitt, 2025). En la parte anterior se sitúan el clipeo y el labro, que cubren parcialmente a las mandíbulas, adaptadas para masticar y en algunos grupos transformadas en potentes estructuras de excavación o defensa. Los palpos maxilares y labiales complementan la función alimenticia, mientras que los ojos compuestos ofrecen un amplio campo visual. En la base ventral de la cabeza, la gula conecta sólidamente esta región con el tórax (Alonso-Zarazaga, 2015).

El tórax está dividido en tres segmentos: protórax, mesotórax y metatórax, aunque externamente el más visible es el protórax, recubierto por el pronoto, que suele presentar ornamentaciones (Figura 1). El meso y metatórax sostienen tanto las patas como las alas. Cada par de patas se compone de coxa, trocánter, fémur, tibia y tarsos, culminando en uñas que pueden presentar modificaciones especializadas como espolones o almohadillas adhesivas (Benisch, 2007).

En el dorso destaca la presencia de los élitros, alas anteriores endurecidas que constituyen una de las principales características del orden (Figura 1). Los élitros se articulan en la línea media mediante la sutura elitral, justo entre ellos se observa el escutelo, generalmente pequeño y triangular. Finalmente, el abdomen está formado por varios segmentos visibles denominados esternitos, que varían en número y disposición según la familia (Solís A. , 2021).

Figura 1

Morfología de un coleóptero. Vista dorsal a la izquierda y vista ventral a la derecha.



5.4.3. Ciclo biológico

Los coleópteros son insectos holometábolos que pasan por una metamorfosis completa con cuatro fases que son huevo, larva, pupa y adulto. El ciclo puede variar bastante ya que a veces se completa en unos pocos meses y en otras ocasiones puede prolongarse durante años y todo depende de la especie y de las condiciones ambientales que la rodean (Shaheen et al., 2024). Durante la primera fase las hembras depositan los huevos en distintos sustratos como el suelo, la madera en descomposición, la hojarasca o los tejidos de las plantas. En el caso de los Melolonthidae, la puesta ocurre bajo tierra, a una profundidad que suele estar entre 5 y 15 centímetros, y pueden llegar a colocar hasta 140 huevos durante un mismo periodo reproductivo (Carvajal et al., 2011).

La etapa larval es la más prolongada del ciclo, son eucéfalas y presentan potentes mandíbulas. En escarabeidos, las larvas viven en el suelo y cumplen un rol fundamental en la descomposición y reciclaje de nutrientes, mientras que en otras familias pueden ser predadoras activas o xilófagas. Las pupas se dan en cavidades protegidas bajo el suelo, tienen apéndices libres, y permanecen inmóviles, pero con cierto grado de contracción abdominal. Generalmente, la duración pupal está sincronizada con las lluvias asegurando que el adulto emerja en condiciones favorables y finalmente, el adulto emerge con el cuerpo endurecido y élitros funcionales que protegen el par de alas posteriores (Mera y Sojos, 2023).

5.4.4. Roles funcionales

Los coleópteros presentan una amplia variedad de hábitos alimenticios y funciones ecológicas, lo que les ha permitido adaptarse a distintos nichos y ocupar prácticamente todos los ecosistemas terrestres. Los coprófagos son especies que se alimentan de excrementos de otros animales y su actividad no solo limpia materia orgánica residual, sino que mejora la fertilidad del suelo, acelera la descomposición y contribuye a la aireación y al reciclaje de nutrientes (Perri et al., 2023). Los saprófagos consumen materia orgánica en descomposición, como hojarasca, restos vegetales y madera muerta en fases tempranas contribuyendo al reciclaje de carbono y nutrientes, que mantiene la estructura del suelo y suministra alimento a otros niveles tróficos (Samih et al., 2024).

Los necrófagos, especies que se alimentan de cadáveres, aceleran la eliminación de tejidos muertos y previenen la proliferación de microorganismos patógenos. Además, coleópteros depredadores controlan poblaciones de otros invertebrados, regulando herbívoros y plagas. Los polinizadores visitan flores para alimentarse de néctar o polen, actuando como vectores de polinización. Otros hábitos importantes comprenden a los xilófagos, que se alimentan de madera muerta o viva contribuyendo a la descomposición leñosa (Samih et al., 2024).

5.5. Principales familias de coleópteros

5.5.1. Scarabaeidae

La familia Scarabaeidae es uno de los grupos más diversos con más de 30 000 especies descritas a nivel mundial. Está dividida en subfamilias bien diferenciadas como Scarabaeinae, Melolonthinae, Dynastinae, Rutelinae y Cetoniinae (Shah et al., 2021). Estos coleópteros cumplen funciones ecológicas como el reciclaje estiércol que realizan los coprófagos mientras que los saprófagos y xilófagos aceleran la descomposición, y los carnívoros regulan poblaciones de invertebrados, aportando a la fertilidad del suelo y al control biológico. Su diversidad de ciclos vitales, tamaños y estrategias tróficas los convierte en piezas clave de los microhábitats edáficos (Cupello et al., 2023).

5.5.2. Curculionidae

La familia Curculionidae o comúnmente denominados gorgojos consta de más de 62 000 especies descritas, siendo uno de los grupos más grandes del orden Coleoptera (Haran et al., 2023). Estos insectos son fitófagos y presentan una variedad de hábitos alimenticios y microhábitats, ya que hay especies que ovipositan y alimentan a sus larvas dentro de semillas o frutos, otras son rizófagas que atacan raíces de plantas jóvenes, muchas son xilófagas y un gran número vive y se alimenta en la hojarasca o en el suelo como consumidores de material vegetal en descomposición. Los curculiónidos muestran una alta riqueza en la hojarasca y en microhábitats edáficos (Maioglio et al., 2022).

5.5.3. Staphylinidae

La familia Staphylinidae es una de las más diversas con más de 64 000 especies descritas, estos insectos se reconocen fácilmente por sus élitros muy cortos que dejan gran parte del abdomen expuesto y por su cuerpo alargado y móvil, rasgos que les permiten moverse con rapidez en microhábitats como hojarasca, suelo y cavidades bajo corteza (Salnitska et al., 2022). Algunos estafilínidos son depredadores eficientes de pequeños invertebrados controlando poblaciones de ácaros, otros son micófagos, varios actúan como saprófagos en hojarasca y madera en descomposición, y un conjunto especializado está ligado a la descomposición de carroña (Klimaszewski et al., 2018).

5.5.4. Carabidae

La familia Carabidae comprende aproximadamente 40 000 especies descritas a nivel mundial y una diversidad alta en regiones tropicales. Los carábidos, tanto adultos como larvas cazan invertebrados en la superficie del suelo, la hojarasca y entre troncos caídos, controlando poblaciones de orugas, larvas y otros fitófagos, siendo relevante para el control biológico en bosques (Silver et al., 2021). Su sensibilidad a cambios en la estructura de la vegetación y la cobertura del suelo los hace útiles como bioindicadores de integridad del hábitat y de la eficacia de prácticas de conservación, por lo cual son útiles en estudios sobre biodiversidad, control biológico y respuestas a la fragmentación del paisaje (Koivula, 2011).

5.5.5. Cerambycidae

La familia Cerambycidae o escarabajos longicornios comprenden más de 35 000 especies descritas, distribuidas en casi 4 000 géneros. La familia está organizada en subfamilias muy diversas como Lamiinae y Cerambycinae (Rossa y Goczał, 2021). Sus larvas xilófagas, excavan galerías en madera y actúan como importantes saproxílicos, ya que al fragmentar la madera facilitan la colonización por hongos y bacterias que aceleran la descomposición y la liberación de carbono y nutrientes. Los adultos muestran hábitos variados puesto que muchos visitan flores y actúan como polinizadores, otros se alimentan de corteza (Kariyanna et al., 2017).

5.5.6. Tenebrionidae

La familia Tenebrionidae constituye un grupo diverso de más de 20 000 especies, agrupadas en alrededor de 11 subfamilias, y supera los 2 300 géneros. Estos coleópteros pueden prosperar en microhábitats que van desde arenas costeras hasta hojarasca de bosques tropicales, debajo de piedras, en madera en descomposición y en ambientes agrícolas, mostrando adaptaciones morfológicas y fisiológicas notables. Son principalmente detritívoros y saprófagos (Wang et al., 2023). Morfológicamente destacan por un cuerpo compacto y robusto, élitros fusionados, antenas de 11 artejos con formas variables y tarsos característicos, muchas especies presentan una cavidad subelítral que reduce la pérdida de agua y permite almacenar aire y agua, clave para su adaptación a ambientes secos (Carrara et al., 2011).

6. MARCO METODOLÓGICO

Este trabajo, al estar basado en el conteo y registro de individuos, aplicación de índices ecológicos y análisis estadísticos se realizó bajo un enfoque cuantitativo. De igual manera, corresponde a una investigación de tipo descriptivo y correlacional, ya que se centra en caracterizar la diversidad y abundancia de Coleoptera en distintos microhábitats presentes en el bosque húmedo de Dos Mangas, lo cual permite interpretar patrones ecológicos que determinan la composición de estas comunidades.

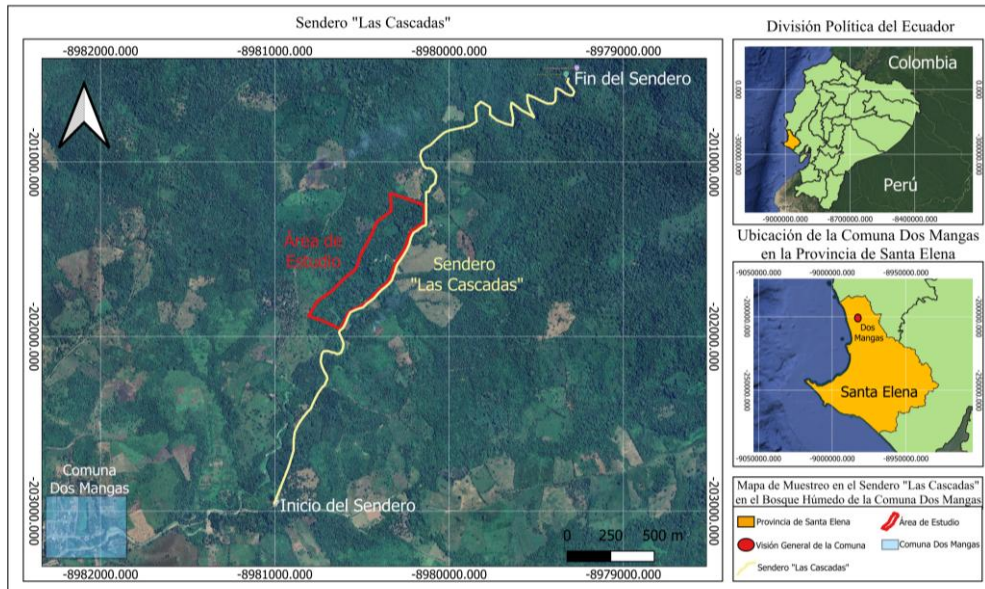
6.1. Área de estudio

El área de estudio se encuentra en el bosque húmedo de Dos Mangas, ubicado en la cordillera Chongón-Colonche, provincia de Santa Elena, Ecuador. Este bosque abarca más de 2840 hectáreas y alberga una gran diversidad de microhábitats. La investigación se desarrolló en el Sendero “Las Cascadas”, dentro del bosque en un tramo de 1 km, entre los meses de julio y octubre de 2025. En esta zona, se estableció la estación de muestreo ubicada desde la orilla del río (Figura 2), conformada por tres transectos lineales de 1 km de longitud cada uno (Figura 3). Se establecieron 30 puntos de muestreo, cuyas coordenadas se detallan en la Tabla 1.

El área total del estudio abarca 200 m de ancho por 1000 m de longitud (1 km), lo que representa una superficie de 200000 m².

Figura 2

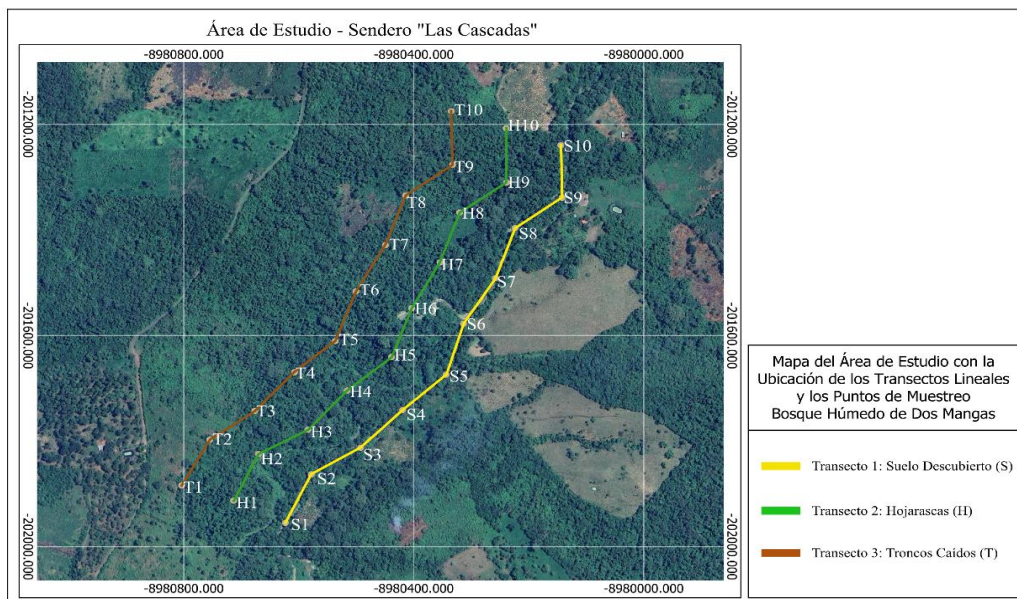
Ubicación geográfica del área de estudio en la comuna Dos Mangas.



Nota: Modificado en QGIS.

Figura 3

Ubicación de transectos lineales y puntos de muestreo.



Nota: Modificado en QGIS.

Tabla 1

Coordenadas de los puntos de muestreo en el bosque húmedo de Dos Mangas.

<i>Transectos</i>	<i>Punto de muestreo</i>	<i>Coordenada Latitud</i>	<i>Coordenada Longitud</i>	<i>Coordenada WGS84</i>
<i>1 (Suelo descubierto)</i>	1	-1.813888	-80.674310	1°48'50.0"S 80°40'27.5"W
	2	-1.813065	-80.673907	1°48'47.0"S 80°40'26.1"W
	3	-1.812613	-80.673135	1°48'45.4"S 80°40'23.3"W
	4	-1.811968	-80.672480	1°48'43.1"S 80°40'20.9"W
	5	-1.811367	-80.671799	1°48'40.9"S 80°40'18.5"W
	6	-1.810499	-80.671529	1°48'37.8"S 80°40'17.5"W
	7	-1.809727	-80.671031	1°48'35.0"S 80°40'15.7"W
	8	-1.808874	-80.670724	1°48'32.0"S 80°40'14.6"W
	9	-1.808358	-80.669989	1°48'30.1"S 80°40'12.0"W
	10	-1.807464	-80.670007	1°48'26.9"S 80°40'12.0"W
<i>2 (Hojarascas)</i>	1	-1.813510	-80.675120	1°48'48.6"S 80°40'30.4"W
	2	-1.812719	-80.674733	1°48'45.8"S 80°40'29.0"W
	3	-1.812304	-80.673961	1°48'44.3"S 80°40'26.3"W
	4	-1.811638	-80.673345	1°48'41.9"S 80°40'24.0"W
	5	-1.811069	-80.672651	1°48'39.9"S 80°40'21.6"W
	6	-1.810235	-80.672339	1°48'36.9"S 80°40'20.4"W
	7	-1.809458	-80.671894	1°48'34.1"S 80°40'18.8"W
	8	-1.808611	-80.671588	1°48'31.0"S 80°40'17.7"W
	9	-1.808100	-80.670856	1°48'29.2"S 80°40'15.1"W
	10	-1.807176	-80.670862	1°48'25.8"S 80°40'15.1"W
<i>3 (Troncos caídos)</i>	1	-1.813251	-80.675932	1°48'47.7"S 80°40'33.4"W
	2	-1.812476	-80.675494	1°48'44.9"S 80°40'31.8"W
	3	-1.811985	-80.674789	1°48'43.1"S 80°40'29.2"W
	4	-1.811327	-80.674169	1°48'40.8"S 80°40'27.0"W
	5	-1.810796	-80.673531	1°48'38.9"S 80°40'24.7"W
	6	-1.809951	-80.673209	1°48'35.8"S 80°40'23.6"W
	7	-1.809166	-80.672749	1°48'33.0"S 80°40'21.9"W
	8	-1.808319	-80.672433	1°48'30.0"S 80°40'20.8"W
	9	-1.807798	-80.671699	1°48'28.1"S 80°40'18.1"W
	10	-1.806887	-80.671718	1°48'24.8"S 80°40'18.2"W

6.2.Fase de campo

6.2.1. Diseño experimental

El transecto lineal fue empleado como metodología en este estudio debido a su amplia aplicación en ecología para evaluar la distribución de especies en diferentes hábitats. Esta técnica permite muestrear de manera sistemática a lo largo de un gradiente ambiental, facilitando la comparación entre microhábitats y asegurando una cobertura representativa del área de estudio (Narváez y Zapata-Ríos, 2020). Además, su implementación resulta eficiente para el registro de Coleoptera, ya que permite identificar patrones de distribución y abundancia en relación con las características del entorno.

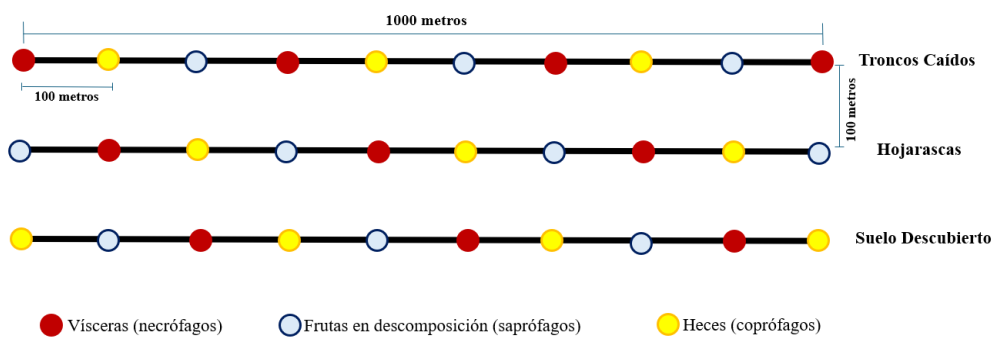
La estación se compone de 3 transectos lineales paralelos (uno para cada microhábitat de estudio), cada uno con una extensión de 1 km y separados entre sí por 100 m. En cada transecto se colocaron diez trampas de caída (Pitfall), distanciadas 100 m entre sí (Figura 4).

Para maximizar la captura de diversas especies con diferentes preferencias alimenticias, los cebos se distribuyeron de forma alterna entre las trampas (Figura 4). Se consideró los principales hábitos tróficos de los coleópteros, incluyendo los

coprófagos, que consumen heces; los necrófagos, que se alimentan de carroña; y los saprófagos, que aprovechan frutas en descomposición (Mera y Sojos, 2023).

Figura 4

Diseño experimental de la distribución alterna de los cebos en los respectivos microhábitats seleccionados.



El periodo de muestreo tuvo una duración de tres meses, con dos muestreos semanales dando así un total de 24 muestreos. Las trampas fueron instaladas en los puntos establecidos y permanecieron activas durante 72 horas, tras lo cual se realizó el registro y la colecta de los organismos. Posteriormente se colocan los nuevos cebos en el mismo lugar para el siguiente muestreo.

6.2.2. Método de caracterización de microhábitats

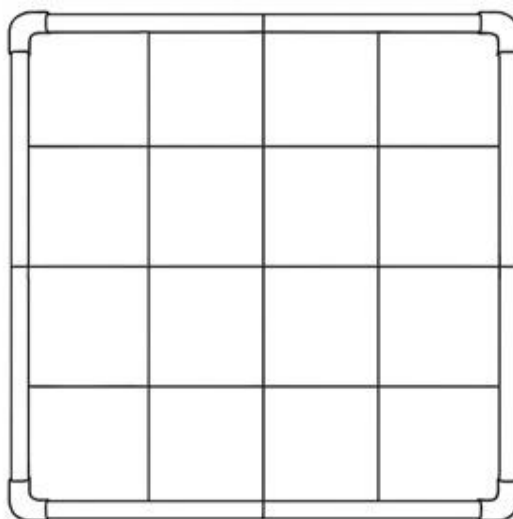
La caracterización de microhábitats abarcó la medición de parámetros fisicoquímicos y estructurales con el propósito de evaluar las condiciones

ambientales y la composición del suelo en cada microhábitat previamente seleccionado basado en la clasificación de García et al. (2016). Entre los parámetros fisicoquímicos que se registraron en cada muestreo está la temperatura, la humedad y el pH del suelo, utilizando el Medidor Digital de Suelo 6 en 1 Modelo SPH036, asegurando datos precisos y comparables.

En cuanto a los parámetros estructurales, la textura del suelo se determinó mediante el método de análisis granulométrico por tamizado y sedimentación para conocer la proporción de arena, limo y arcilla logrando clasificarlo según el triángulo textural de USDA (Gutiérrez-Rodríguez, 2023), mientras que la cobertura vegetal se evaluó con cuadrantes elaborados con tubos PVC de 1 m² subdivididos en 16 secciones cuadradas de igual área (Figura 5), permitiendo cuantificar la proporción de suelo desnudo frente a la vegetación en términos porcentuales (Jardel-Peláez, 2015).

Figura 5

Cuadrante de 1 m² para determinar cobertura vegetal.



Cada microhábitat fue objeto de una caracterización complementaria con el fin de lograr una descripción más detallada, estas características no fueron tomadas en cuenta para los análisis de correlación. En áreas de suelo descubierto se registró la presencia de raíces expuestas como indicador de erosión y estabilidad del suelo, mientras que en la hojarasca se midió el espesor (cm) (Reynoso y Urbina-Cardona, 2017). Para los troncos caídos, el análisis visual permitió determinar la presencia de musgos (%) y el grado de descomposición, elementos que influyen en la disponibilidad de refugios para los coleópteros (Jardel-Peláez, 2015).

6.2.3. Método de muestreo

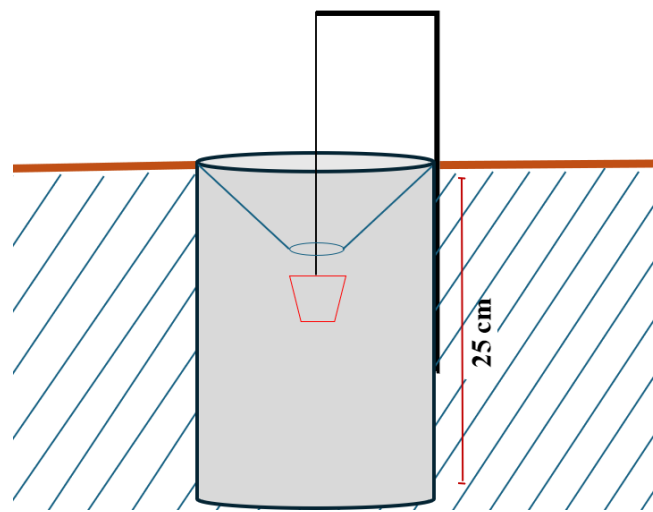
Para la captura de coleópteros se emplearon 30 trampas de caída modificadas a partir del método de Newton y Peck (1975) que continúan siendo ampliamente utilizadas en estudios contemporáneos de diversidad y abundancia de coleópteros (Mora-Aguilar et al., 2023; Bach et al., 2023). Estas trampas consisten en un recipiente de plástico con dimensiones de 25 cm de longitud y 10 cm de diámetro enterrados al ras del suelo con un embudo de 2,5 cm de diámetro en su abertura, equipado en la parte superior con una estructura suspendida destinada a sostener el cebo (Figura 6).

PitFall es un método ampliamente utilizado en estudios ecológicos para capturar insectos que se desplazan por la superficie del suelo, especialmente coleópteros. Este tipo de trampas permitió estimar la diversidad y abundancia de especies en un

área determinada, facilitando comparaciones entre diferentes microhábitats (Solís Á. , 2020).

Figura 6

Trampa de caída modificada a partir del modelo de Newton y Peck (1975) replicado en estudios recientes por Mora-Aguilar et al. (2023) y Bach et al. (2023).



6.3.Fase de laboratorio

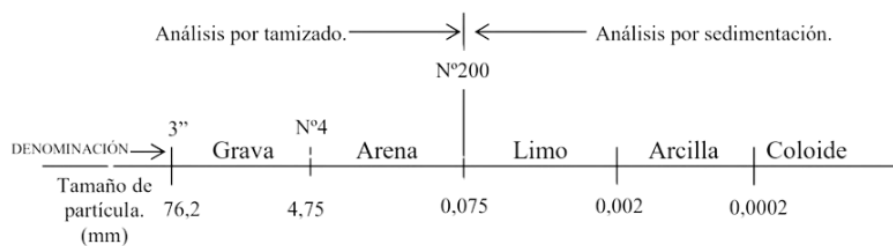
6.3.1. Análisis granulométrico por tamizado y sedimentación

Para caracterizar la textura del suelo en los microhábitats seleccionados del bosque húmedo de Dos Mangas, se empleó una metodología combinada que integra el análisis granulométrico por tamizado y el método de sedimentación (Figura 7), lo

que permitió una clasificación del suelo según el sistema textural del USDA, considerando las proporciones de arena, limo y arcilla (Corral et al., 2022).

Figura 7

Análisis granulométrico por tamizado y el método de sedimentación.



Fuente: (LABSP, 2017)

El análisis granulométrico por tamizado se utilizó para determinar la distribución de las fracciones gruesas del suelo (grava y arena) en el cual se empleó una serie de tamices de distintos tamaños (Tabla 2) dispuestos de forma decreciente (Figura 8). La muestra de suelo tomada en cada microhábitat fue de 500 g, y fue secada en una estufa a 105°C durante 24 horas, para luego ser desmenuzada, pesada con una balanza digital de precisión y colocada en la parte superior de la columna de tamices, en donde se agita con una tamizadora digital o manual durante un tiempo adecuado para asegurar la separación de las partículas (LABSP, 2017). El material que pasa por el tamiz N°200 (<0.075 mm) se considera como la fracción fina, compuesta por arenas, limo y arcilla que será utilizada para el método de sedimentación.

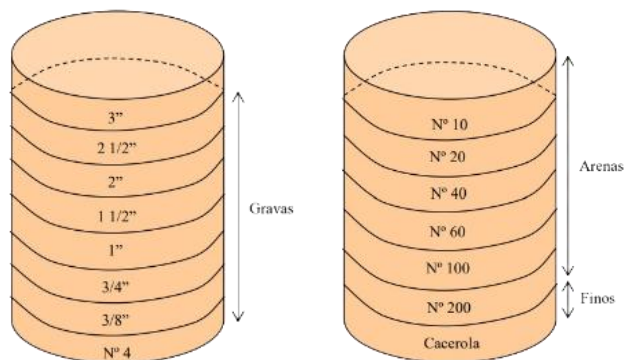
Tabla 2

Tamaño de abertura de cada tamiz utilizado en la granulometría por tamizaje.

Tamiz	3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 20	Nº 40	Nº 60	Nº 100	Nº 200
Abertura (mm)	76,2	63,5	50	38,1	25,4	19	9,5	4,75	2	0,84	0,43	0,25	0,15	0,075

Figura 8

Tamices dispuestos verticalmente para realizar el tamizaje.



Fuente: (LABSP, 2017)

Para determinar las proporciones de limo y arcilla en la fracción fina obtenida del tamizado, se empleó el método de sedimentación basado en la ley de Stokes. Esta ley establece que las partículas en suspensión en un fluido se sedimentan a una velocidad proporcional a su tamaño, por lo cual se tomó la fracción fina, se mezcló con agua en un recipiente cilíndrico transparente (Figura 9) y se agitó rápidamente durante un minuto para asegurar la dispersión completa de las partículas y dejar reposar durante 24 horas (Pérez-Farrás, 2005). Pasado el tiempo estimado se observó y se midió con una regla la altura de las capas sedimentadas

correspondientes a cada fracción y se calcula el porcentaje de cada una respecto a la altura total de la muestra.

Figura 9

Método de sedimentación de limo y arcilla.

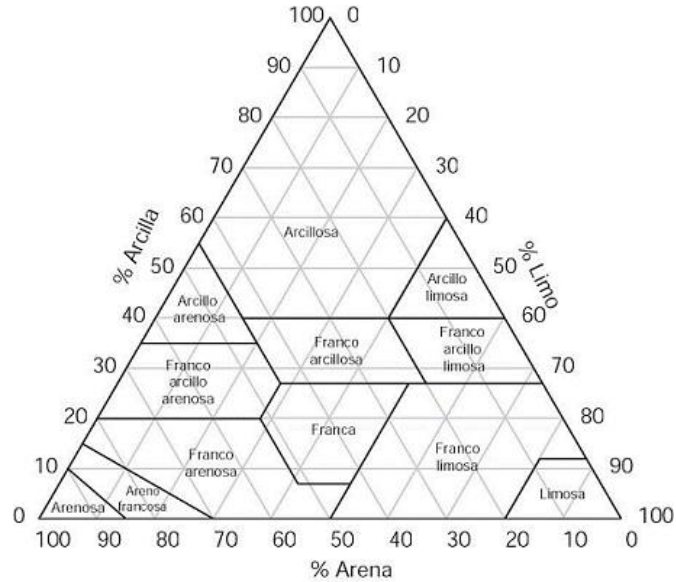


Nota: Diseñado por Freepik.

La integración de los resultados obtenidos de ambos métodos brindó un análisis más completo sobre la textura del suelo, clasificándolo según el triángulo textural del USDA (Figura 10) siendo de gran importancia en el desarrollo de la investigación ya que la textura del suelo es determinante en factores como la retención de humedad, la aireación y la disponibilidad de nutrientes, influyendo directamente en la diversidad y distribución de las comunidades de Coleoptera en los diferentes microhábitats.

Figura 10

Triángulo textural del USDA



Fuente: (Ruiz, 2020).

6.3.2. Método de identificación de Coleoptera

La recolección de los coleópteros se realizó tras obtener la autorización del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE), bajo el código de trámite MAATE-ARSFC-2025-0677 (Anexo 1). Los ejemplares capturados en cada microhábitat fueron depositados en frascos rotulados, anestesiados con eugenol y preservados en alcohol al 70%. Posteriormente, fueron trasladados al para su análisis morfológico con un microscopio digital INSKAM modelo Inskam330, que permitió su identificación y clasificación taxonómica. Antes de la identificación, los especímenes fueron fijados en plataformas de poliestireno

expandido con alfileres entomológicos facilitando su manipulación y observación detallada bajo el microscopio digital (Mera y Sojos, 2023).

El análisis morfológico se llevó a cabo mediante la observación de caracteres diagnósticos como la forma y segmentación de las antenas, la configuración del pronoto y del escutelo, la escultura y disposición de las estrías en los élitros, así como la presencia y patrón de puntación. También se consideraron estructuras como el clípeo, el rostro, las piezas bucales y la morfología de las patas, en especial la forma de las tibias. Estos elementos, junto con caracteres secundarios como la coloración, la pilosidad y la presencia de surcos en distintas regiones del cuerpo, permiten una clasificación más precisa (Alonso-Zarazaga, 2015). La determinación taxonómica se realizó con el apoyo de claves especializadas y guías entomológicas (Tabla 3), permitiendo la identificación de los especímenes hasta el nivel de género y especie.

Tabla 3

Guías especializadas que se utilizarán para la identificación de especies coleópteros colectados.

<i>Nombre de la guía</i>	<i>Autor</i>	<i>Año</i>
Listado de especies y clave de géneros y subgéneros de escarabajos estercoleros (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) presentes y presuntos para Ecuador.	William Chamorro, Diego Marín-Armijos, Valeria Granda y Fernando Z. Vaz-De-Mello	2018
Escarabajos del Ecuador Principales Géneros	Vladimir Carvajal, Santiago Villamarín y Ana María Ortega	2011
Catálogo de Coleoptera de la Colección Taxonómica Nacional de Insectos: “Luis María Murillo” (CTNI)	Erika Vergara Navarro, Luisa Montenegro Silva y Francisco Serna	2021
Guía de identificación de los principales insectos coleópteros asociados a los pinares de Nicaragua.	Edgardo Jiménez Martínez	2008
Guía ilustrada para identificar a las especies del género <i>Dendroctonus</i> presentes en México y Centroamérica	Francisco Armendáriz Toledano, Gerardo Zúñiga, Jazmín García Román y Valerio Mendoza Osiris	2018
Los escarabajos del estiércol en los potreros ganaderos de Xico	Carmen Huerta, Lucrecia Arellano, Magdalena Cruz, Federico Escobar e Imelda Martínez	2016

6.4.Fase estadística

6.4.1. Índice de Diversidad de Shannon- Weaver (H')

Con el fin de evaluar la diversidad de cada transecto, los índices ecológicos se calcularon utilizando el programa PAST versión 5.2.2. El Índice de Diversidad de Shannon, combina dos aspectos fundamentales de la diversidad: la riqueza de

especies, es decir, el número de especies presentes, y la equitatividad, que refleja cómo se distribuyen los individuos entre esas especies (Moreno, 2001). El valor de H' aumenta a medida que se incrementa tanto el número de especies como la uniformidad en la abundancia de individuos. De esta forma, el Índice de Shannon proporciona una estimación de la diversidad del ecosistema, siendo ampliamente utilizado en estudios ecológicos debido a su sensibilidad a los cambios en la estructura de las comunidades biológicas (Pla, 2006). El índice de Shannon se calcula por la fórmula:

$$H' = -\sum(Pi) \cdot (\ln Pi)$$

$$Pi = \frac{n_i}{N}$$

Donde:

- Σ = sumatoria
- \ln = logaritmo natural
- n_i = número de individuos de la especie i
- N = número total de individuos de la muestra

Los valores de interpretación del índice de diversidad de Shannon se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4

Valores de interpretación del Índice ecológico Shannon – Weaver.

Valores	Interpretación
0 – 1,35	Diversidad baja
1,36 – 3,5	Diversidad media
>3,5	Diversidad alta

6.4.2. Índice de Dominancia de Simpson (λ)

El Índice de Simpson, es un indicador que expresa la dominancia de una especie dentro de una comunidad en comparación con otras. Este índice estima la representatividad de las especies de mayor importancia sin valorar de manera equitativa la contribución del resto, mostrando la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar pertenezcan a la misma especie (Cabrera, 2023). El cálculo se basa en la suma de las abundancias de cada especie elevadas al cuadrado, lo que permite evaluar si la comunidad está compuesta principalmente por especies muy abundantes. Los valores de este índice varían entre 0 y 1: valores cercanos a 1 indican una alta dominancia y, por ende, menor diversidad, mientras que valores más bajos reflejan una comunidad más equitativa y diversa, donde ninguna especie predomina claramente sobre las demás (Kiernan, 2024). La fórmula para el índice de Simpson es:

$$\text{Dominancia: } \lambda = \Sigma (P_i)^2$$

$$P_i = \frac{n_i}{N}$$

Donde:

- Σ = sumatoria
- n_i = número de individuos de la especie i
- N = número total de individuos de la muestra

Los valores de interpretación del índice de dominancia de Simpson se presentan en la Tabla 5.

Tabla 5

Valores de interpretación del Índice de dominancia de Simpson.

Valores	Interpretación
0 – 0,33	Dominancia, baja (diversidad alta)
0,34 – 0,66	Dominancia media (diversidad media)
>0,67	Dominancia alta (diversidad baja)

6.4.3. Índice de Riqueza Margalef (Dmg)

El índice de riqueza de Margalef es una medida cuantitativa de biodiversidad que relaciona el número de taxones registrados en una comunidad con el total de individuos recolectados. Este índice destaca por ajustarse al esfuerzo de muestreo,

ya que no aumenta proporcionalmente al tamaño de la muestra, permitiendo comparar comunidades con distintos niveles de abundancia. Valores inferiores a 2 indican baja riqueza específica, mientras que valores iguales o superiores a 5 reflejan una diversidad elevada (Saenz Cortez y Vilela Saldarriaga, 2023). El índice de Margalef se empleó para estimar y comparar la riqueza de Coleoptera en los distintos microhábitats del bosque húmedo de Dos Mangas, lo que permitió identificar qué ambientes ofrecen mayor variedad taxonómica en función de las condiciones fisicoquímicas y estructurales del entorno, la fórmula utilizada para este análisis es la siguiente:

$$D_{mg} = \frac{(s - 1)}{\ln(N)}$$

Donde:

- **S** = número de especies presentes
- **ln** = logaritmo natural
- **N** = número total de individuos

Los valores de interpretación del índice de riqueza de Margalef se presentan en la Tabla 6.

Tabla 6

Valores de interpretación del Índice de riqueza de Margalef.

Valores	Interpretación
0,1 – 1,99	Diversidad baja
2 – 4,9	Diversidad media
≥ 5	Diversidad alta

6.4.4. Índice de equidad de Pielou (J')

El índice de Pielou evalúa el grado de uniformidad en la distribución de los individuos entre las especies presentes en una comunidad. Se calcula dividiendo el valor del índice de Shannon por el logaritmo natural del número total de especies, generando un resultado que oscila entre 0 y 1. Valores cercanos a 1 indican una distribución equitativa, mientras que aquellos próximos a 0 reflejan dominancia de una o pocas especies (Moreno, 2001). Su aplicación permitió determinar si los individuos de Coleoptera están repartidos de manera uniforme entre los distintos géneros en cada microhábitat del bosque húmedo de Dos Mangas, aportando información clave sobre la estructura interna de las comunidades observadas, la fórmula es la siguiente:

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}}$$

Donde:

- J' = índice de equidad de Pielou
- $H'_{\max} = \ln S$
- H' = índice de Shannon-Wiener
- S = riqueza de especies

Los valores de interpretación del índice de equidad de Pielou se presentan en la Tabla 7.

Tabla 7

Valores de interpretación del Índice de equidad de Pielou.

Valores	Interpretación
0 – 0,33	Heterogéneo en abundancia (Diversidad baja)
0,34 – 0,66	Ligeramente heterogéneo en abundancia (Diversidad media)
> 0.67	Homogéneo en abundancia (Diversidad alta)

6.4.5. Prueba de normalidad y coeficientes de correlación

Antes de establecer cualquier tipo de correlación entre las variables ambientales del microhábitat y la abundancia de Coleoptera, fue necesario evaluar si los datos recolectados siguen una distribución normal. Para ello, se aplicó la prueba de

normalidad de Shapiro-Wilk en el programa PAST 5.2.2. Esta prueba contrasta la hipótesis nula de que los datos provienen de una distribución normal; si el valor de p es menor a 0.05, se concluye que la distribución no es normal y, por tanto, los datos se consideran no paramétricos (Humaizi, 2024). La decisión sobre qué prueba de correlación utilizar dependerá directamente de este análisis preliminar, ya que el tipo de distribución de los datos condiciona los métodos estadísticos apropiados.

Las correlaciones se realizaron con el programa MINITAB 22.4.0. En donde los datos que presentaron una distribución normal, se aplicó el coeficiente de correlación de Pearson, que mide la fuerza y dirección de la relación lineal entre dos variables cuantitativas continuas (CIMEC, 2021). Este coeficiente oscila entre -1 y +1: valores cercanos a +1 indican una fuerte correlación positiva, mientras que valores cercanos a -1 señalan una fuerte correlación negativa; valores próximos a 0 implican ausencia de correlación lineal significativa (Tabla 8).

Tabla 8

Valores de interpretación del coeficiente de correlación de Pearson.

Valores	Interpretación
$r = 1$	Correlación perfecta
$0,8 < r < 1$	Muy alta
$0,6 < r < 0,8$	Alta
$0,4 < r < 0,6$	Moderada
$0,2 < r < 0,4$	Baja
$0 < r < 0,2$	Muy baja
$r = 0$	Nula

La relación puede ser directa (+) o inversa (-)

En el caso de que los datos no siguen una distribución normal, se usó el coeficiente de correlación de Spearman ya que es un método no paramétrico que mide la fuerza y dirección de la asociación entre dos variables ordenadas, basándose en los rangos de los datos en lugar de sus valores absolutos (Martínez Ortega et al., 2009). Además, el coeficiente de Spearman ofrece una interpretación sencilla, donde valores cercanos a +1 indican una correlación positiva fuerte, valores cercanos a -1 una correlación negativa fuerte, y valores próximos a 0 una ausencia de correlación significativa (Tabla 9).

Tabla 9

Valores de interpretación del coeficiente de correlación de Spearman.

RHO	GRADO DE RELACIÓN
0	Relación nula
±0.000... - 0.19...	Relación Muy Baja
±0.200... - 0,39...	Relación Baja
±0.400... - 0.59...	Relación Moderada
±0.600... - 0.79...	Relación Alta
±0.800... - 0.99...	Relación Muy Alta
±1	Relación Perfecta

La relación puede ser directa (+) o inversa (-)

Además, se establecieron comparaciones de diversidad y abundancia entre los microhábitats mediante pruebas de comparación de grupos. Al realizar la prueba de normalidad se determinó que los datos no cumplen los supuestos de normalidad y homogeneidad, por lo cual se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal–Wallis, que compara rangos de las medianas entre los grupos (Van Hecke, 2012).

7. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

7.1. Caracterización de los microhábitats

Para describir las condiciones microambientales que definen la estructura y su posible influencia sobre las comunidades de coleópteros, se caracterizaron tres microhábitats edáficos del bosque húmedo de Dos Mangas correspondientes a suelo descubierto, hojarasca y troncos caídos durante un periodo de 3 meses. Para ello se midieron cinco parámetros del suelo, tres de tipo fisicoquímico (temperatura, humedad y pH) y dos estructurales (cobertura vegetal y textura del suelo), cuyos valores promedio se presentan en la Tabla 10. Los registros evidenciaron diferencias entre los microhábitats ya que el suelo descubierto mostró las condiciones más expuestas, con temperaturas elevadas, menor humedad y una cobertura vegetal reducida. Por el contrario, los microhábitats de hojarasca y troncos caídos mantuvieron condiciones más estables, con mayor retención de humedad.

Tabla 10

Parámetros fisicoquímicos y estructurales registrados en los tres microhábitats de estudio en el bosque húmedo de Dos Mangas.

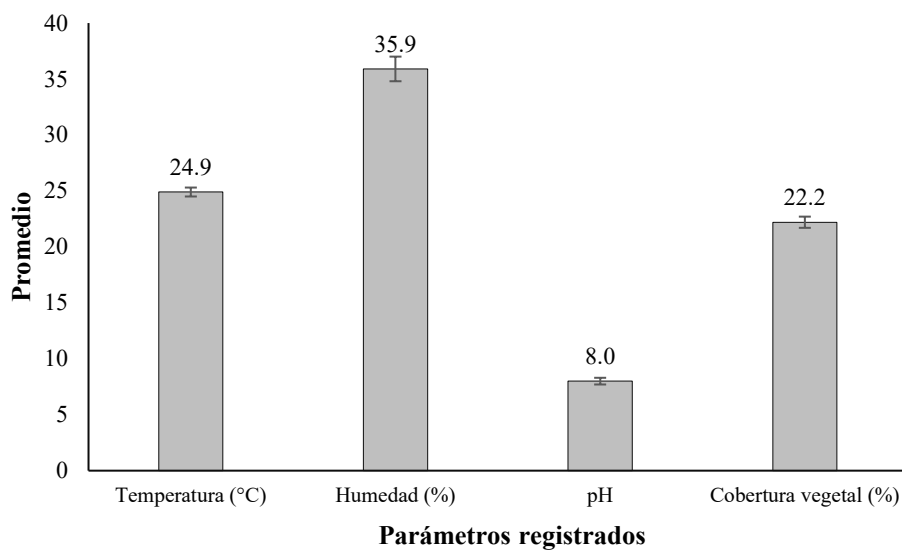
PARÁMETROS	MICROHÁBITATS		
	<i>Suelo descubierto</i>	<i>Hojarasca</i>	<i>Troncos caídos</i>
Temperatura (°C)	24.9 ± 0.4	23.4 ± 0.4	21.4 ± 0.6
Humedad (%)	35.9 ± 1.1	51.6 ± 1.3	62.2 ± 1.4
pH	8.0 ± 0.3	7.0 ± 0.1	5.8 ± 0.2
Cobertura vegetal (%)	22.2 ± 0.5	56.5 ± 0.6	61.7 ± 1.7
Textura del suelo	Franco arenoso	Franco limoso	Arcilloso

7.1.1. Microhábitat Suelo Descubierto

Este microhábitat correspondió a un transecto lineal ubicado a lo largo de un sendero turístico que bordea el río, zona donde la constante erosión causada por el tránsito de visitantes, el pisoteo de ganado y el arrastre hídrico han generado una superficie desnuda y compactada (Anexo 3A). Durante los 24 muestreos realizados, se registró una temperatura promedio de 24.9 ± 0.4 °C, una humedad de 35.9 ± 1.1 % y un pH de 8.0 ± 0.3 , siendo un sustrato relativamente seco, alcalino y con alta variabilidad térmica (Figura 11). Estas condiciones favorecen la actividad de ciertos grupos de coleópteros adaptados a ambientes abiertos y con baja retención de humedad, pero limitan la presencia de especies asociadas a suelos sombreados y ricos en materia orgánica.

Figura 11

Promedio de los parámetros registrados en el microhábitat Suelo Descubierto.



La cobertura vegetal registrada mediante el uso de cuadrantes de un metro cuadrado divididos en dieciséis secciones se mantuvo baja con un promedio de 22.2 ± 0.5 % y la vegetación observada estuvo representada principalmente por *Desmodium axillare* (Fabaceae), *Spermacoce latifolia* (Rubiaceae) y *Heliconia latispatha* (Heliconiaceae) especies que son comunes en áreas abiertas que toleran la exposición directa al sol (Anexo 7A).

Al mismo tiempo, el análisis del sustrato mediante tamizado y sedimentación mostró que estaba compuesto por 68 % de arena, 24 % de limo y 8 % de arcilla, lo que lo clasifica como suelo franco arenoso según el triángulo textural del USDA (Anexo 8A), una textura que combina drenaje rápido con escasa retención de humedad y materia orgánica, intensificando las condiciones secas y la marcada variabilidad térmica registrada, lo que a su vez influye en la distribución y supervivencia de los organismos que habitan la superficie y los primeros centímetros del sustrato.

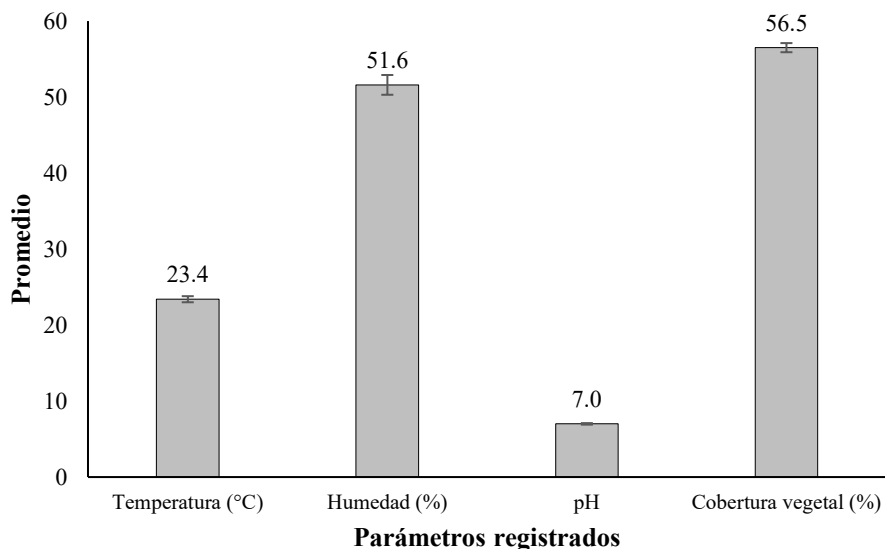
7.1.2. Microhábitat Hojarasca

El microhábitat Hojarasca se estableció en un transecto lineal ubicado a 100 metros del microhábitat de Suelo Descubierto. A pesar de la corta distancia, las condiciones microclimáticas fueron distintas debido a la presencia de material vegetal en descomposición que generó un ambiente más húmedo, sombreado y térmicamente

estable. La temperatura promedio del suelo registrada fue de 23.4 ± 0.4 °C, mientras que la humedad alcanzó un 51.6 ± 1.3 %, evidenciando una mayor retención de agua y una amortiguación térmica respecto a zonas expuestas. El pH de 7.0 ± 0.1 indica un sustrato neutro, favorable para la actividad microbiana y la descomposición de la materia orgánica (Figura 12). Este microhábitat se caracterizó por una capa de hojarasca de aproximadamente 2 cm de espesor, compuesta principalmente por hojas en distintos estados de descomposición que regulan la temperatura del suelo y limitan la pérdida de humedad por evaporación (Anexo 4B).

Figura 12

Promedio de los parámetros registrados en el microhábitat Hojarasca.



La cobertura vegetal promedio registrada fue de $56,5 \pm 0,6$ %, determinada mediante el uso de cuadrantes de 1 m² subdivididos, reflejó un suelo protegido y dominado por pequeñas plantas herbáceas y helechos pertenecientes a las familias

Marantaceae (*Goepertia spp.*), Commelinaceae (*Tradescantia zebrina*), Araceae (*Colocasia esculenta*), Pteridaceae (*Adiantum tetraphyllum*) y Thelypteridaceae (*Christella dentata*), las cuales contribuyen a mantener la humedad superficial y reducir la erosión (Anexo 7B). En el estrato superior se observaron especies como *Guadua angustifolia* (Poaceae), *Mammea americana* (Calophyllaceae), *Matisia grandifolia* (Malvaceae), *Randia carlosiana* (Rubiaceae) y *Carludovica palmata* (Cyclanthaceae), cuyas copas proyectan sombra constante sobre el suelo y la caída continua de sus hojas conforma la capa de hojarasca que caracteriza este microhábitat, proporcionando condiciones frescas y húmedas que favorecen la estabilidad térmica y la retención de agua.

En cuanto a la textura del suelo, se determinó un 20.6 % de arena, 76.5 % de limo y 2.9 % de arcilla, clasificada según el triángulo textural del USDA como franco limoso (Anexo 8B). Este tipo de suelo tiene una alta capacidad de retención hídrica que explica la mayor humedad y estabilidad observada en este microhábitat respecto al suelo descubierto.

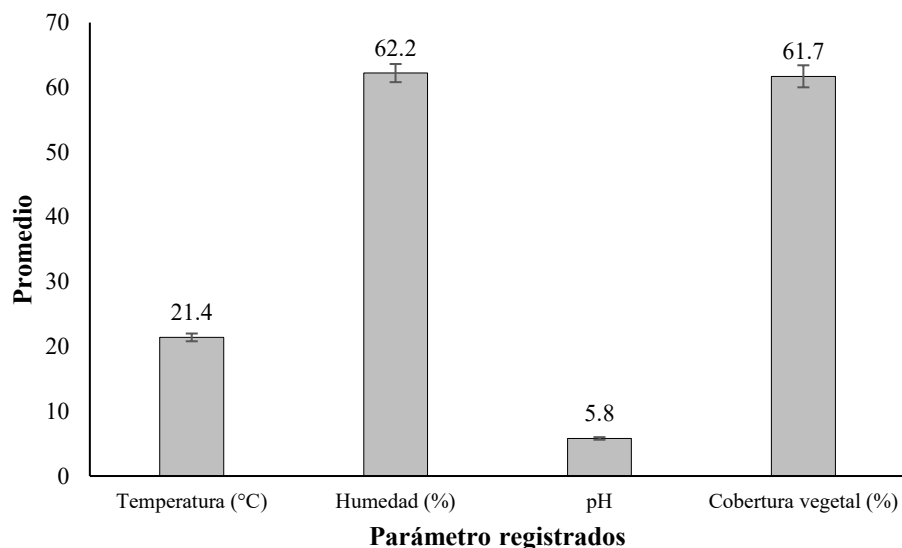
7.1.3. Microhábitat Troncos Caídos

Este microhábitat se ubicó a 100 metros del microhábitat de Hojarasca y a 200 metros del Suelo Descubierto dispuestos paralelamente. A lo largo del transecto se observó una marcada presencia de troncos en distintos estados de descomposición,

acompañados por una capa de hojarasca y material orgánico en descomposición que cubría parcialmente el suelo (Anexo 4C). Las mediciones de los parámetros fisicoquímicos se realizaron directamente sobre el suelo presentando las condiciones más estables y favorables del gradiente, con una temperatura promedio de 21.4 ± 0.6 °C, una humedad del 62.2 ± 1.4 % y un pH de 5.8 ± 0.2 , ligeramente ácido que es muy común en suelos ricos en materia orgánica en descomposición (Figura 13). La alta humedad y la baja variación térmica se asocian a la sombra constante y al microclima generado por los troncos, que retienen agua y disminuyen los cambios de temperatura. Estas condiciones, sumadas a la disponibilidad de refugio y alimento, hacen de este microhábitat un entorno óptimo para el desarrollo de coleópteros saproxílicos, detritívoros, necrófagos y coprófagos.

Figura 13

Promedio de los parámetros registrados en el microhábitat Troncos Caídos.



La cobertura vegetal promedio alcanzó $61,7 \pm 1,7$ %, la más alta de los microhábitats estudiados, lo que refleja un suelo protegido por una mezcla densa de herbáceas, helechos y restos vegetales en descomposición que retienen humedad y aportan estructura al sustrato. Entre las especies registradas se encontraron representantes de las familias Marantaceae, como *Goepertia* spp., Commelinaceae con *Tradescantia zebrina*, Pteridaceae incluyendo *Adiantum tetraphyllum* y *Adiantum alarconianum*, y Thelypteridaceae con *Christella dentata* y *Macrothelypteris torresiana* (Anexo 7C). En el estrato superior se observaron especies como *Phytelephas aequatorialis* (Arecaceae), *Matisia grandifolia* (Malvaceae), *Randia carlosiana* (Rubiaceae), *Rhodostemonodaphne kunthiana* (Bignoniaceae) y *Ficus bullenei* (Moraceae), cuyas copas y ramas contribuyen al sombreado del suelo y, al caer o fragmentarse, generan los troncos y ramas que caracterizan este microhábitat.

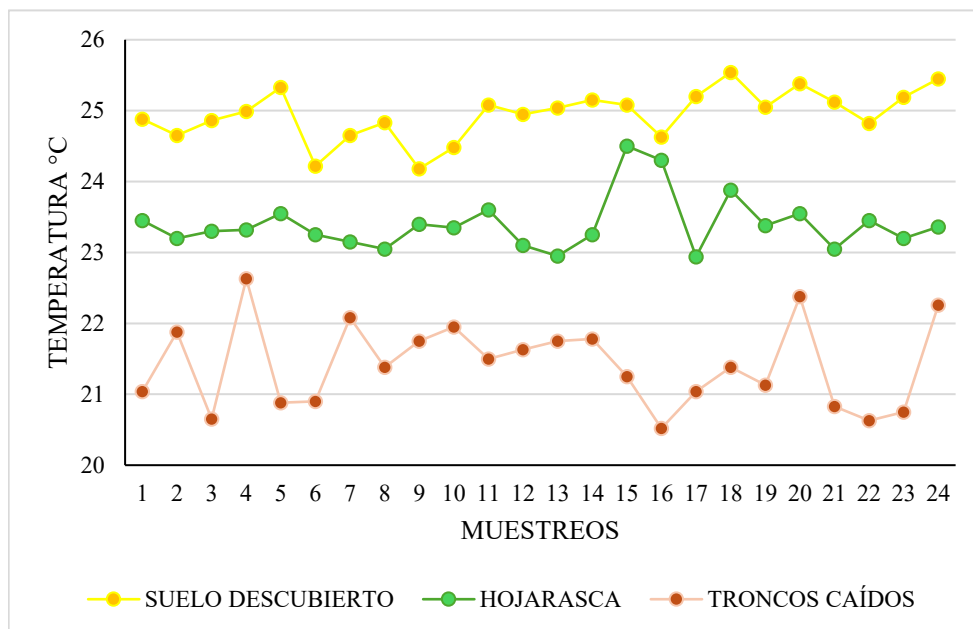
En cuanto a la textura del suelo, mediante el análisis granulométrico y sedimentación se obtuvo un 23.1 % de arena, 28.2 % de limo y 48.7 % de arcilla, permitiendo clasificarlo según el triángulo textural del USDA como arcilloso (Anexo 8C). Este tipo de suelo incrementa la capacidad del sustrato para mantener la humedad y sostener la presencia de una fauna edáfica diversa.

7.1.4. Variación temporal de las variables

A lo largo de los 24 muestreos se registraron fluctuaciones en la temperatura superficial de cada microhábitat, evidenciando cambios asociados a la dinámica propia del bosque (Figura 14). El suelo descubierto mantuvo valores más elevados y con oscilaciones amplias entre muestreos, mientras que la hojarasca mostró un comportamiento más estable y ligeramente inferior. Por el contrario, los troncos caídos conservaron las temperaturas más bajas y con menor amplitud de variación, confirmando su capacidad para amortiguar cambios térmicos.

Figura 14.

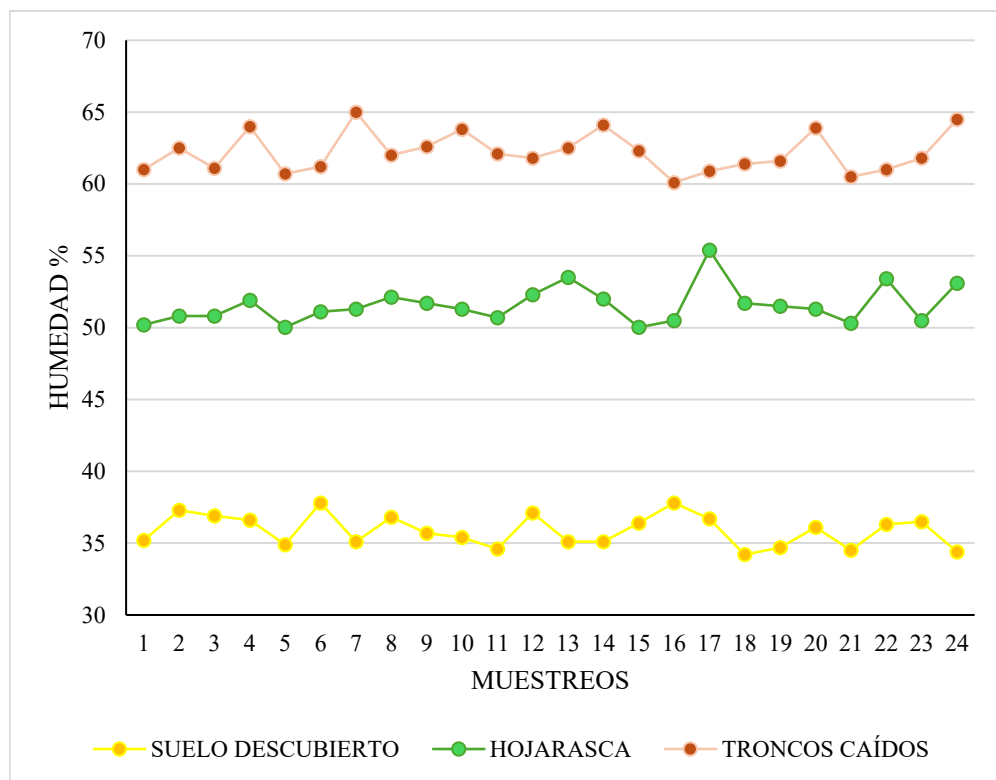
Variación temporal de la variable Temperatura.



La humedad presentó un patrón inverso al de la temperatura (Figura 15). Los troncos caídos conservaron porcentajes consistentemente altos y relativamente constantes, reflejando mayor retención de humedad. La hojarasca mantuvo niveles intermedios con variaciones moderadas, mientras que el suelo descubierto registró los valores más bajos y con oscilaciones más marcadas, confirmando que la estructura física del microhábitat influye directamente en la estabilidad hídrica del sustrato.

Figura 15.

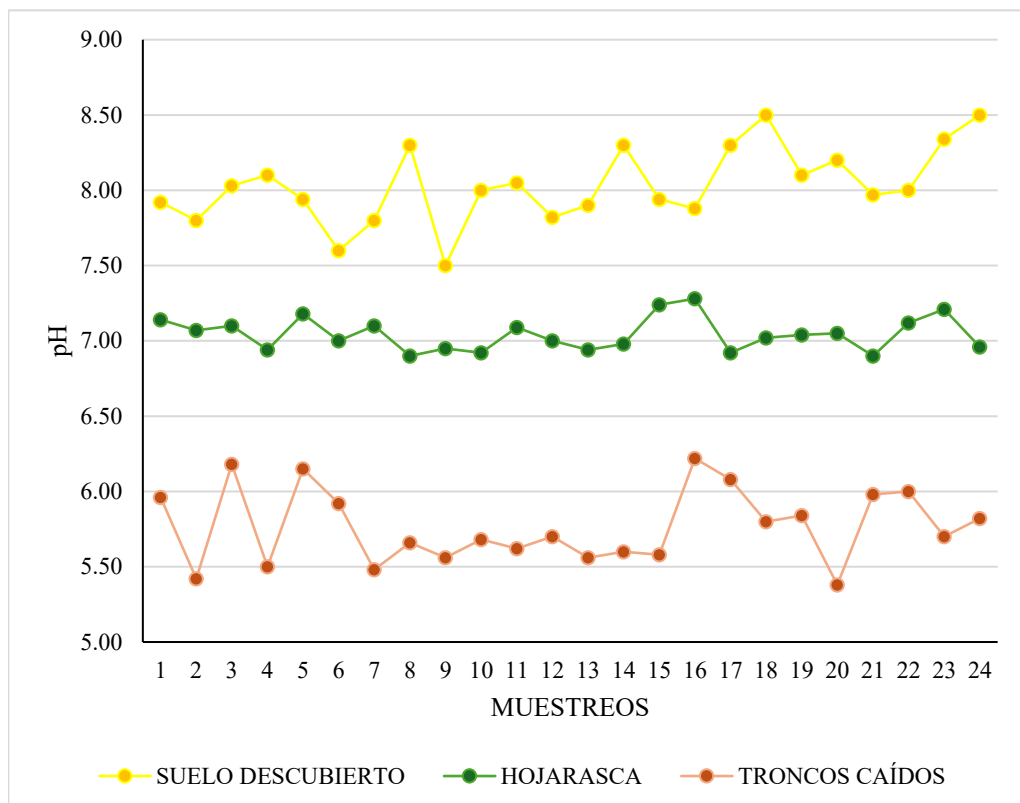
Variación temporal de la variable Humedad.



El pH mostró variaciones moderadas, manteniendo patrones consistentes entre los microhábitats (Figura 16). El suelo descubierto registró los valores más altos y con oscilaciones leves, mientras que la hojarasca se mantuvo en un rango neutro y con menor amplitud de cambio. Los troncos caídos presentaron los valores más ácidos con fluctuaciones acotadas y de menor magnitud, reflejando la influencia del tipo de sustrato, el grado de descomposición y el contenido de materia orgánica en la estabilidad química del microhábitat.

Figura 16.

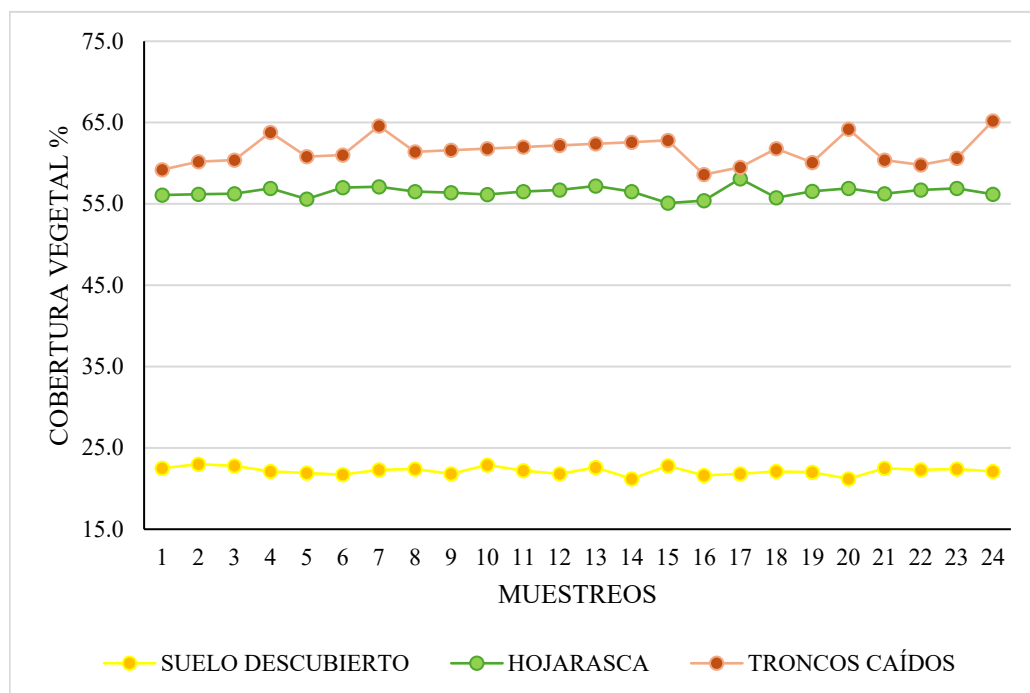
Variación temporal de la variable pH.



La cobertura vegetal presentó una variación temporal reducida, conservando patrones muy estables durante los muestreos (Figura 17). La hojarasca y los troncos caídos mantuvieron porcentajes altos y relativamente constantes, mientras que el suelo descubierto registró coberturas bajas con mínimas oscilaciones entre fechas. La estabilidad observada indica que la estructura vegetal del bosque no experimentó cambios significativos en el periodo de estudio, permitiendo condiciones microambientales relativamente constantes en cada sustrato.

Figura 17.

Variación temporal de la variable Cobertura Vegetal.



En cuanto a la textura del suelo, no se observó variación temporal, ya que cada microhábitat mantuvo la misma textura durante todos los muestreos.

7.2. Identificación y registro de especies

En los 24 muestreos realizados entre julio y octubre de 2025 en los tres microhábitats de estudio en el bosque húmedo de Dos Mangas, se recolectó un total de 2 727 ejemplares adultos (Tabla 11). Estos individuos corresponden a 37 taxones, agrupados en 11 familias y 31 géneros (Anexo 22). Del total, 29 pudieron identificarse a nivel de especie, mientras que en 8 casos la determinación se restringió al nivel de género, manteniéndose como morfoespecies. De las 37 especies, se registraron solo 10 en el microhábitat suelo descubierto, 24 en el microhábitat hojarasca y en troncos caídos 33.

La familia Scarabaeidae concentró la mayor riqueza con 18 especies que estuvo seguida por Staphylinidae con 4 y Curculionidae con 3, mientras Cerambycidae, Histeridae, Tenebrionidae y Carabidae tuvieron 2 especies cada una, y Meloidae, Phalacridae, Geotrupidae y Elateridae solo un representante cada una. La abundancia también estuvo dominada por la familia Scarabaeidae con 2151 individuos, muy por encima de Staphylinidae (122) y Curculionidae (115), mientras Tenebrionidae (18) y Geotrupidae (1) mostraron los registros más bajos. Entre las especies, tres se destacaron como dominantes: *Deltochilum gibbosum* con 1 026 individuos, *Deltochilum crenulipes* con 327 y *Canthidium haroldi* con 224, sumando entre las tres un 57,82 % del total de la muestra y mostrando claramente cómo algunos taxones aprovechan mejor los microhábitats más húmedos y estructurados del bosque.

Tabla 11

Clasificación y registro de la abundancia de especies del orden Coleoptera en los 3 microhábitats de estudio en el bosque húmedo de Dos Mangas durante los meses de muestreo.

FAMILIA	Género/especie	Suelo Descubierto	Hojarascas	Troncos Caídos	TOTAL	%
SCARABAEIDAE	<i>Phanaeus</i> sp.	0	0	15	15	0.55
	<i>Deltochilum gibbosum</i>	583	251	192	1026	37.62
	<i>Deltochilum crenulipes</i>	58	127	142	327	11.99
	<i>Deltochilum pseudoparile</i>	0	17	21	38	1.39
	<i>Ontherus</i> sp.	0	3	18	21	0.77
	<i>Oryctes nasicornis</i>	0	0	3	3	0.11
	<i>Coprophanaeus morenoi</i>	13	28	33	74	2.71
	<i>Eurysternus foedus</i>	11	21	39	71	2.60
	<i>Eurysternus caribaeus</i>	8	35	42	85	3.12
	<i>Onthophagus</i> sp.	0	14	35	49	1.80
	<i>Canthon mutabilis basalis</i>	0	8	23	31	1.14
	<i>Anomala testaceipennis</i>	0	5	12	17	0.62
	<i>Onthophagus incensus</i>	0	8	21	29	1.06
	<i>Onthophagus rhinolophus</i>	0	29	40	69	2.53
	<i>Lagochile obscurata</i>	0	0	39	39	1.43
	<i>Dyscinetus morator</i>	0	0	26	26	0.95
	<i>Canthidium haroldi</i>	38	91	95	224	8.21
<i>Aphodius</i> sp.	6	1	0	7	0.26	
STAPHYLINIDAE	<i>Hesperus australis</i>	0	38	31	69	2.53
	<i>Philonthus politus</i>	0	5	7	12	0.44
	<i>Philonthus</i> sp.	0	6	12	18	0.66
	<i>Xenopygus analis</i>	0	9	14	23	0.84
CURCULIONIDAE	<i>Rhynchophorus palmarum</i>	0	7	22	29	1.06
	<i>Metamasius hemipterus</i>	0	21	47	68	2.49
	<i>Simulatacalles pustulosus</i>	0	4	14	18	0.66
CERAMBYCIDAE	<i>Taeniotus scalatus</i>	0	0	42	42	1.54
	<i>Andrachydes transandinus</i>	0	0	33	33	1.21
HISTERIDAE	<i>Omalodes fassli</i>	0	19	31	50	1.83
	<i>Euspilotus azurescens</i>	0	0	23	23	0.84
TENEBRIONIDAE	<i>Ammophorus peruvianus</i>	7	0	0	7	0.26
	<i>Parepitragus</i> sp.	11	0	0	11	0.40
CARABIDAE	<i>Cymindis limbata</i>	0	0	36	36	1.32
	<i>Galerita aequinoctialis</i>	0	0	28	28	1.03
MELOIDAE	<i>Tetraonyx sexguttata</i>	0	6	21	27	0.99
PHALACRIDAE	<i>Phalacrus</i> sp.	0	0	48	48	1.76
GEOTRUPIDAE	<i>Neothyreus lanuginosus</i>	1	0	0	1	0.04
ELATERIDAE	<i>Agrypnus</i> sp.	0	6	27	33	1.21
11 FAMILIAS	37 ESPECIES	736	759	1232	2727	100%

Al comparar entre microhábitats, la mayor abundancia de coleópteros se obtuvo en troncos caídos (1232), seguido por hojarasca (759) y el suelo descubierto (736) que presentaron valores similares. La especie más representativa fue *D. gibbosum* con 1026 ejemplares, mientras que *Neoathyreus lanuginosus* se encontró en una sola ocasión. Con el fin de visualizar la distribución relativa de individuos por familia se elaboró un gráfico circular de abundancia proporcional (Figura 18) y un gráfico de barras horizontales para la abundancia relativa por especies (Figura 19).

Figura 18

Distribución relativa de la abundancia por familia del orden Coleoptera registradas en el bosque húmedo de Dos Mangas.

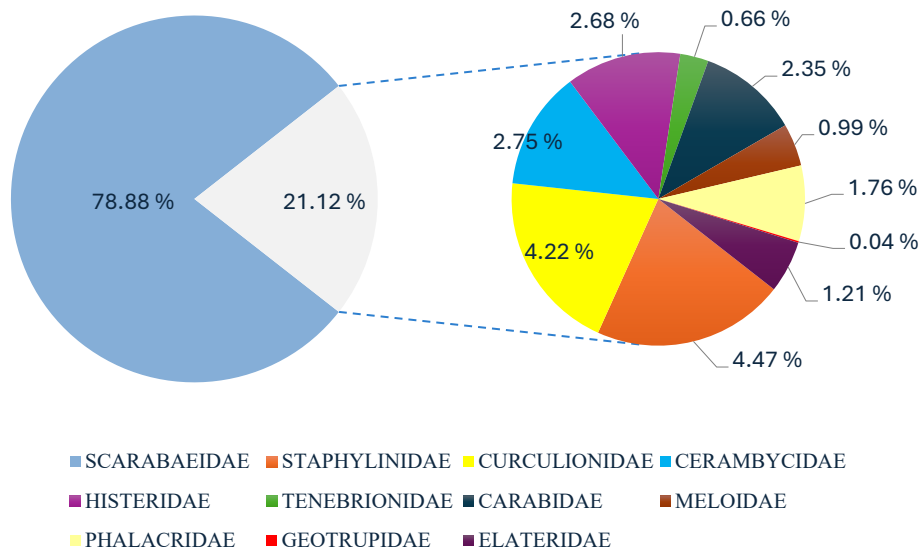
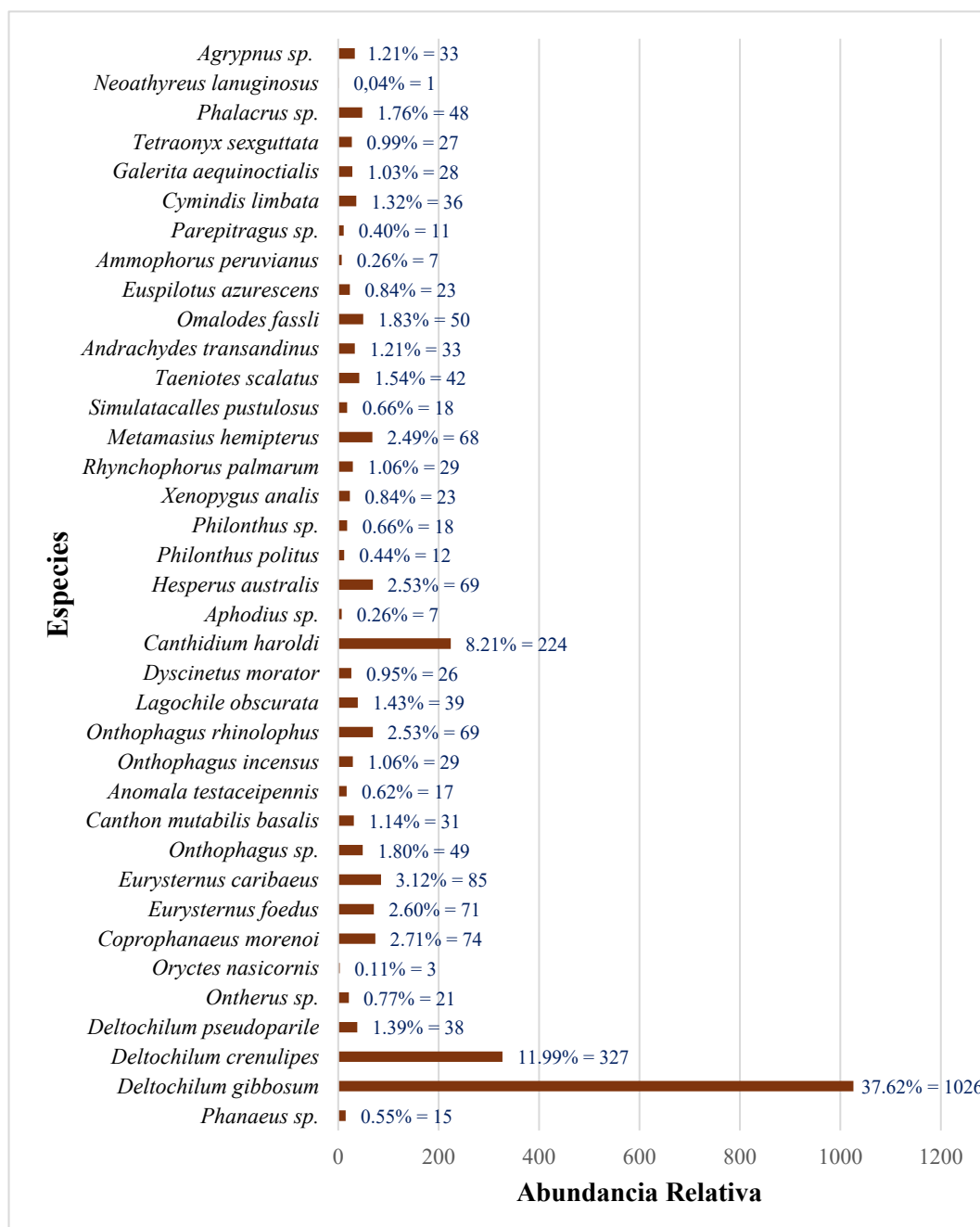


Figura 19

Abundancia relativa de las especies del orden Coleoptera registradas en el bosque húmedo de Dos Mangas.

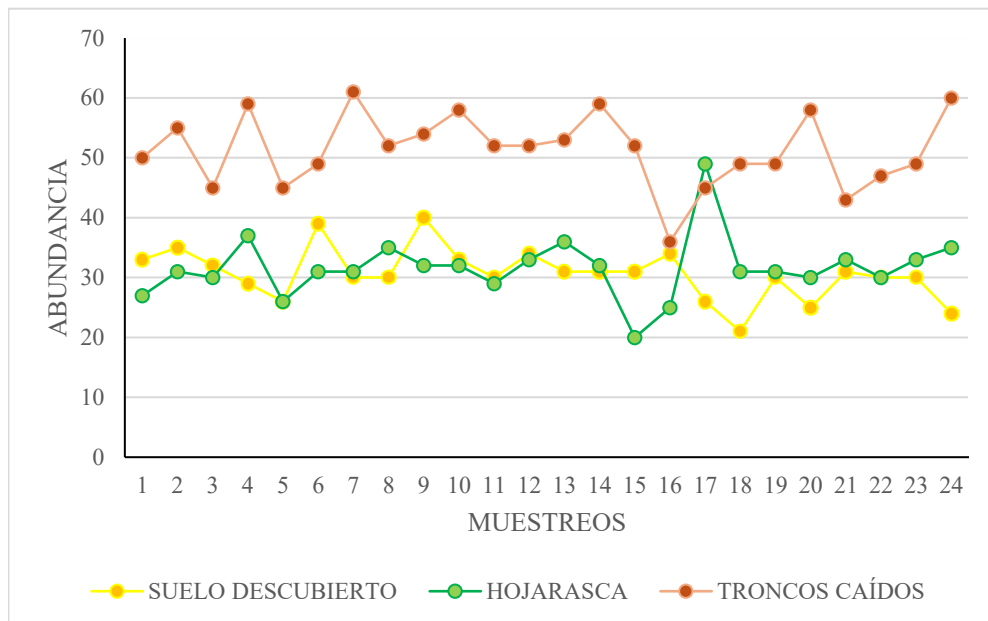


7.2.1. Variación temporal de la abundancia y diversidad

La abundancia de Coleoptera mostró fluctuaciones a lo largo de los 24 muestreos, manteniendo un patrón consistente entre microhábitats (Figura 20). Los troncos caídos registraron las abundancias más elevadas durante todo el periodo, con picos marcados que reflejan una mayor concentración de individuos en determinados momentos del estudio. La hojarasca presentó valores intermedios y oscilaciones moderadas, evidenciando una respuesta dinámica a cambios puntuales del microambiente. Mientras que, el suelo descubierto mostró abundancias bajas y con variaciones de menor magnitud, lo que indica condiciones menos favorables para la presencia y actividad de los coleópteros.

Figura 20.

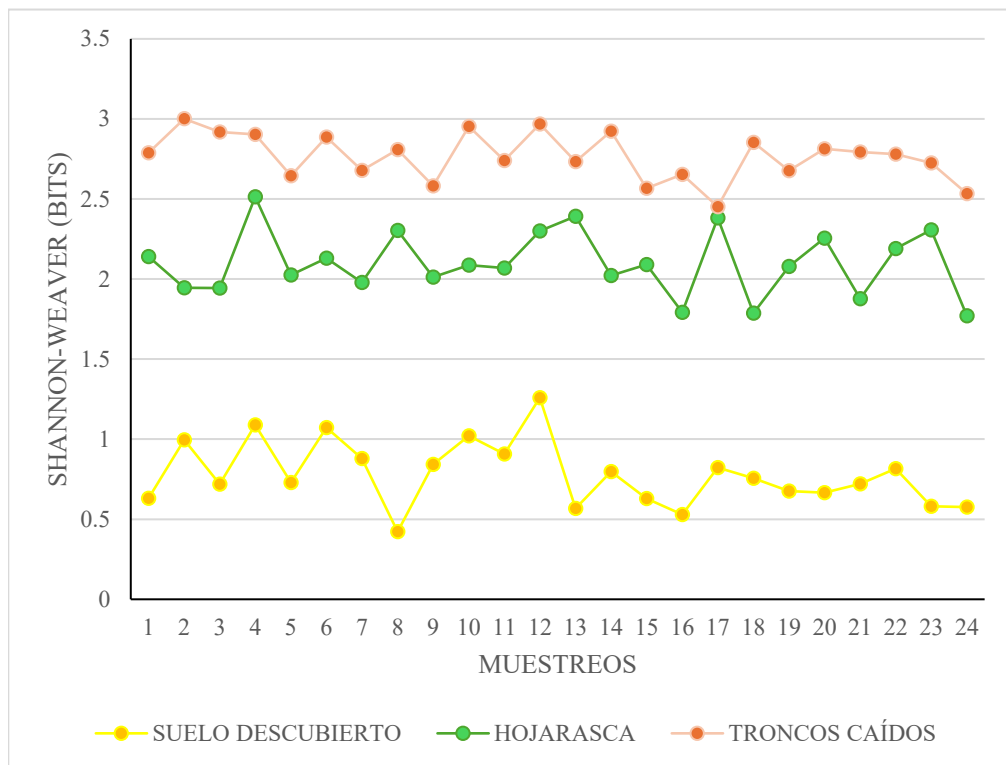
Variación temporal de la abundancia de Coleoptera.



La diversidad presentó una variación temporal más estable en comparación con la abundancia (Figura 21). Los troncos caídos mantuvieron los valores más altos del índice de Shannon-Weaver de manera constante, sugiriendo una comunidad más equilibrada y con mayor presencia de especies durante todo el periodo de estudio. La hojarasca registró niveles intermedios de diversidad, con oscilaciones leves entre muestreos que evidencian cambios moderados en la composición o distribución de las especies. Por su parte, el suelo descubierto mostró los valores más bajos y una variabilidad poco pronunciada, reflejando una comunidad menos diversa y dominada por pocas especies a lo largo del tiempo.

Figura 21.

Variación temporal de la diversidad de Coleoptera.



7.2.2. Determinación de índices ecológicos en los tres microhábitats

Para caracterizar la diversidad de coleópteros en los tres microhábitats evaluados, se calcularon cuatro índices ecológicos que incluyen el índice de dominancia de Simpson, diversidad de Shannon, riqueza de Margalef y equidad de Pielou. Los resultados obtenidos con el programa PAST 5.2.2. para cada microhábitat se presentan en la Tabla 12.

Tabla 12

Índices ecológicos de los tres microhábitats de estudio.

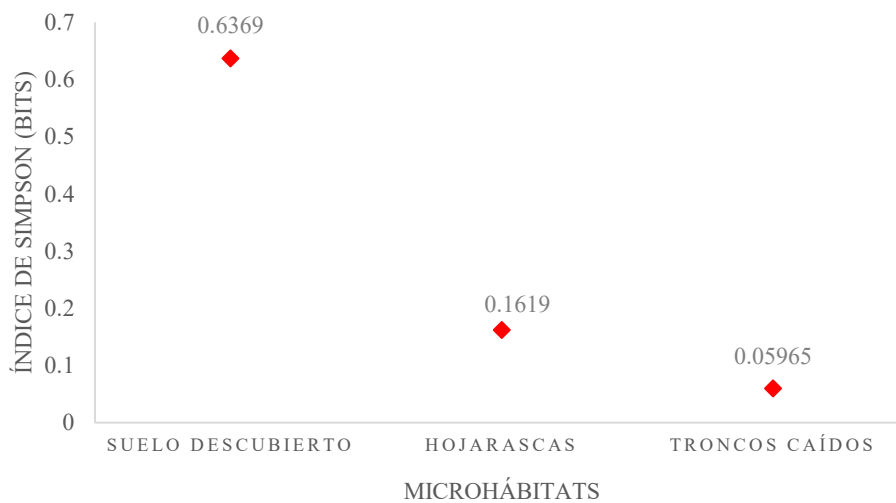
ÍNDICES ECOLÓGICOS	MICROHÁBITATS		
	<i>Suelo Descubierto</i>	<i>Hojarascas</i>	<i>Troncos Caídos</i>
Taxa_S	10	24	33
Individuals	736	759	1232
Dominance_D (bits)	0,636	0,161	0,059
Shannon_H (bits)	0,882	2,353	3,176
Margalef (bits)	1,363	3,468	4,497
Equitability_J (Bits)	0,380	0,735	0,904

- **Índice de Dominancia de Simpson (λ)**

De acuerdo con el índice de Simpson, cuyos valores oscilan entre 0 y 1, se observó una marcada diferencia en el grado de dominancia entre los microhábitats evaluados. El suelo descubierto presentó el valor más alto (0.6369 bits), lo que lo ubica en un rango de dominancia media tendiente a alta, asociado a una menor diversidad de especies. Este resultado está condicionado por la abundancia de *Deltochilum gibbosum* ($n = 583$), que concentra buena parte de los registros en este microhábitat. Por el contrario, hojarascas (0,161 bits) y troncos caídos (0,059 bits) evidenciaron valores bajos de dominancia (Figura 22), reflejando comunidades con mayor equilibrio y diversidad relativa.

Figura 22

Dominancia por microhábitat de las especies de coleópteros presentes en el área de estudio obtenida a través del Índice de Simpson.

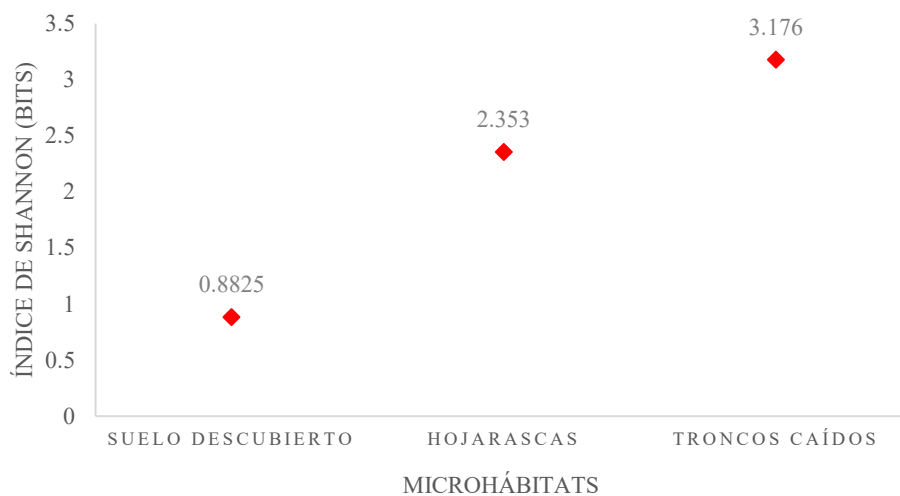


- **Índice de Diversidad de Shannon- Weaver (H')**

En suelo descubierto se registró el valor más bajo ($H = 0,882$ bits), lo que corresponde a una diversidad reducida. En hojarascas ($H = 2,353$ bits) la diversidad se ubica dentro de un rango medio, mientras que en troncos caídos ($H = 3,176$ bits) la comunidad alcanza una diversidad media que tiende hacia alta (Figura 23). Los valores más elevados en hojarascas y troncos caídos sugieren una estructura más equilibrada, posiblemente favorecida por condiciones microambientales que permiten la coexistencia de un mayor número de especies, pasa lo contrario con el suelo descubierto, donde la exposición y menor heterogeneidad reducen la diversidad.

Figura 23

Diversidad por microhábitat de las especies de coleópteros presentes en el área de estudio obtenida a través del Índice de Shannon.

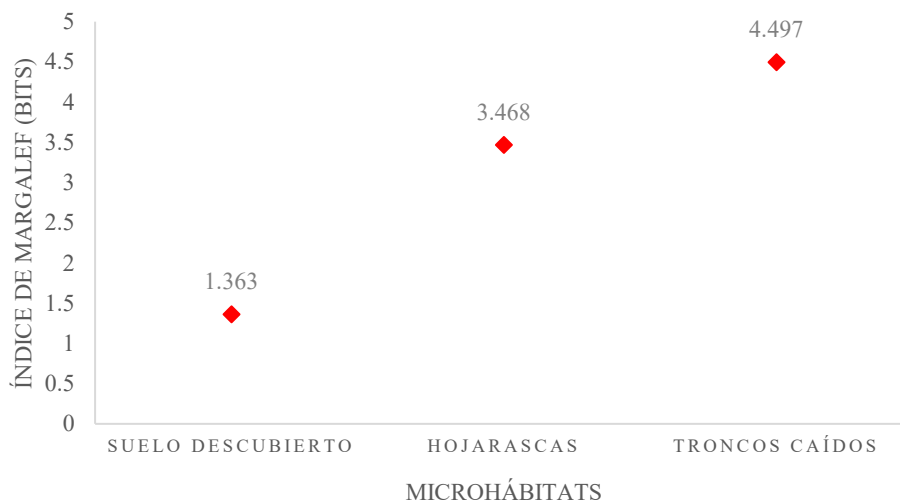


- **Índice de Riqueza de Margalef (Dmg)**

Suelo descubierto registró el valor más bajo (1,362 bits), correspondiente a una riqueza reducida, sustentada en la presencia de apenas 10 especies. En hojarascas el índice alcanzó 3,468 bits, lo que indica una riqueza media, con un total de 24 especies. El valor más alto se presentó en troncos caídos (4,497 bits), también dentro del rango de riqueza media, aunque muy próximo a presentar una riqueza alta, asociado a las 33 especies registradas en este microhábitat (Figura 24).

Figura 24

Riqueza por microhábitat de las especies de coleópteros presentes en el área de estudio obtenida a través del Índice de Margalef.

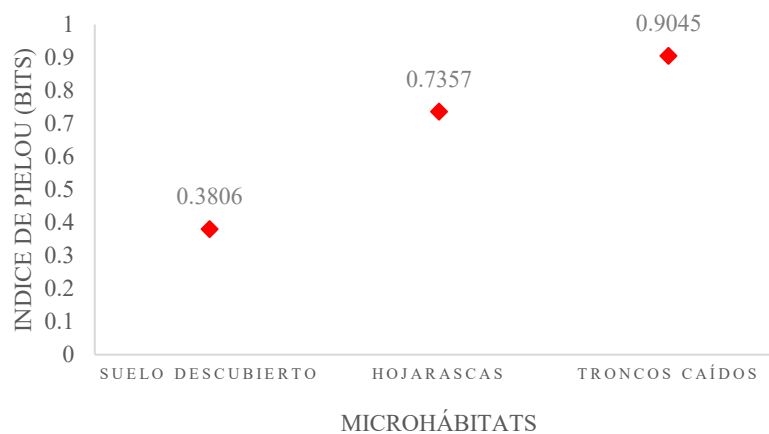


- **Índice de equidad de Pielou (J')**

Suelo descubierto presentó el valor más bajo (0,380 bits), reflejando una comunidad con fuerte desigualdad en la abundancia de especies, dominada principalmente por *Deltochilum gibbosum*, lo que ya se evidenció en el índice de Simpson y en la baja diversidad de Shannon. En hojarascas, el valor fue de 0,735 bits, correspondiente a una comunidad más equilibrada en la distribución de individuos, con menor dominancia y una diversidad media. Finalmente, troncos caídos alcanzó el valor más alto (0,904 bits), evidenciando una comunidad con abundancias muy homogéneas entre las especies presentes. En los diferentes índices ecológicos se logró identificar un patrón, donde la mayor diversidad y riqueza se concentraron en el microhábitat de troncos caídos, debido a la mayor heterogeneidad ambiental y disponibilidad de recursos que favorecen la coexistencia de múltiples especies en proporciones similares (Figura 25).

Figura 25

Equidad por microhábitat de las especies de coleópteros presentes en el área de estudio obtenida a través del Índice de Pielou.



7.3. Correlación de la diversidad y abundancia de coleópteros con las variables en cada microhábitat

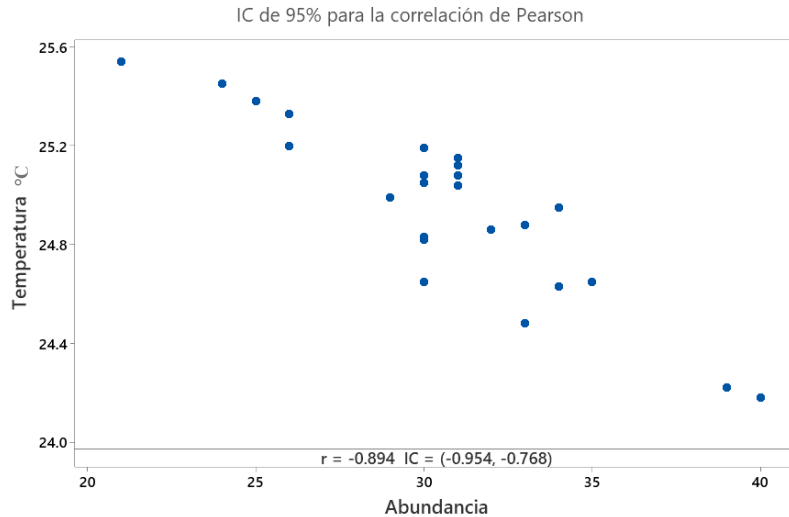
Para realizar las correlaciones se utilizó el software estadístico MINITAB 22.4.0, aplicando las pruebas de correlación de Pearson y Spearman dependiendo de la distribución de los grupos de datos obtenida mediante la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk (Anexo 11,12 y 13).

7.3.1. Abundancia-Temperatura

En el microhábitat de suelo descubierto se obtuvo un coeficiente de correlación de $r = -0,894$, con un intervalo de confianza del 95% $IC = (-0,954; -0,768)$ que permite deducir un valor de $p < 0,05$ indicando que la relación entre la abundancia de coleópteros y la temperatura del suelo es estadísticamente significativa (Figura 26). La magnitud del coeficiente refleja una correlación negativa muy alta, confirmando que a medida que la temperatura del suelo aumenta, la abundancia de individuos disminuye ya que las condiciones térmicas más altas, características del suelo descubierto, generan un ambiente menos favorable para los coleópteros al reducir la humedad superficial y la disponibilidad de refugio.

Figura 26

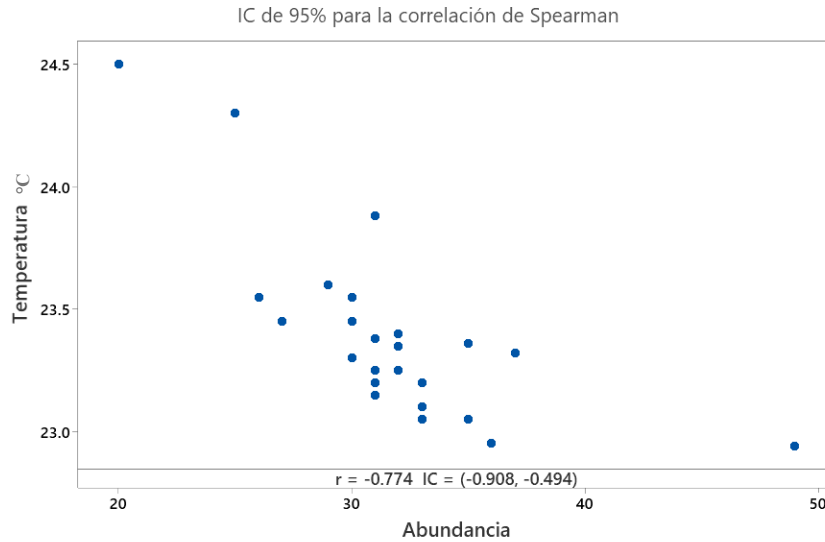
Dispersión de datos relacionando la variable temperatura con la abundancia de coleópteros colectados en cada muestreo. Microhábitat Suelo Descubierto.



En el microhábitat de hojarasca se observó una relación claramente inversa entre la abundancia de coleópteros y la temperatura del suelo, evaluada con la prueba no paramétrica de Spearman porque los datos no seguían una distribución normal. El coeficiente quedó en $r = -0,774$, con IC 95% = (-0,908; -0,494) y $p < 0,05$, por lo que la asociación es estadísticamente significativa y está representada en la Figura 27. Lo que sugiere el signo negativo es que a medida que la temperatura sube, los individuos tienden a ser menos abundantes, y aunque la correlación es alta, resulta algo menor que la detectada en el suelo descubierto debido a que el calentamiento reduce la humedad del microhábitat, aunque la capa de hojarasca sigue ofreciendo cierta protección frente a las oscilaciones térmicas del bosque.

Figura 27

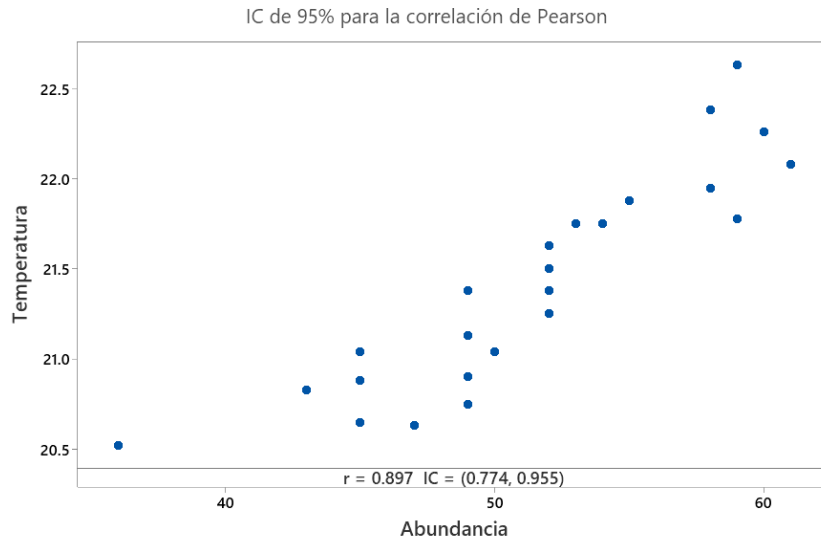
Dispersión de datos relacionando la variable temperatura con la abundancia de coleópteros colectados en cada muestreo. Microhábitat Hojarascas.



En el microhábitat de troncos caídos, la correlación de Pearson dio un coeficiente de $r = 0,897$, acompañado de un intervalo de confianza del 95% IC = (0,774; 0,955) y la relación es estadísticamente significativa ($p < 0,05$), confirmando la existencia de una correlación positiva muy fuerte entre ambas variables. En otras palabras, en este microhábitat la abundancia de coleópteros tiende a incrementarse conforme aumenta la temperatura del suelo dentro de un rango (Figura 28).

Figura 28

Dispersión de datos relacionando la variable temperatura con la abundancia de coleópteros colectados en cada muestreo. Microhábitat Troncos Caídos.



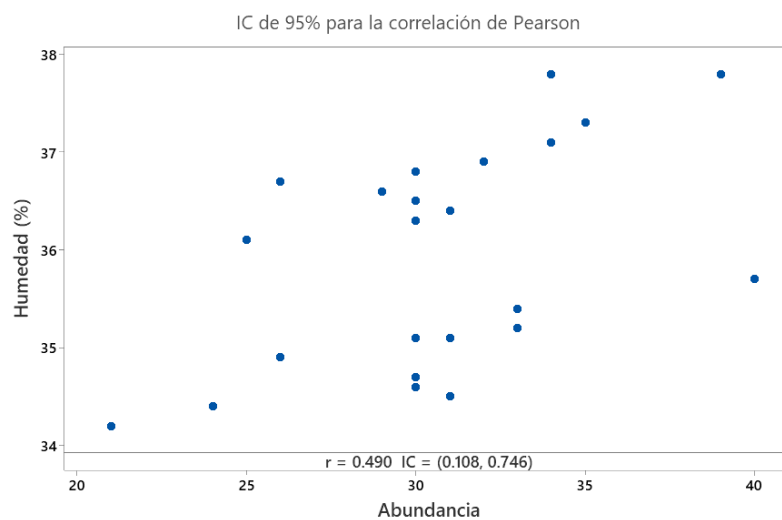
Este resultado difiere con lo observado en los otros microhábitats, donde el incremento térmico se asoció con una disminución de la abundancia. En este caso, las temperaturas registradas fueron de 20,5 °C a 22,6 °C, y los valores más altos de abundancia se concentraron hacia las temperaturas más elevadas de este rango. Por tal motivo se puede interpretar que, a temperaturas más bajas, la actividad metabólica y la disponibilidad de recursos podrían verse limitadas, mientras que, al superar los 23 °C, la abundancia tiende nuevamente a descender.

7.3.2. Abundancia-Humedad

En el microhábitat de suelo descubierto, la correlación entre la abundancia de coleópteros y la humedad del suelo fue positiva y de magnitud moderada, con un coeficiente de Pearson de $r = 0,490$ y un intervalo de confianza del 95% $IC = (0,108; 0,746)$. Esta relación fue estadísticamente significativa ($p < 0,05$), lo que indica que, a medida que la humedad aumenta, también lo hace la abundancia de individuos, aunque de manera moderada (Figura 29). Por lo cual, la disponibilidad de humedad en suelos expuestos influye directamente en la actividad y presencia de los coleópteros, especialmente en especies detritívoras y coprófagas ya que, a mayores porcentajes de humedad, el sustrato se vuelve más blando y estable, facilitando la excavación y la búsqueda de alimento.

Figura 29

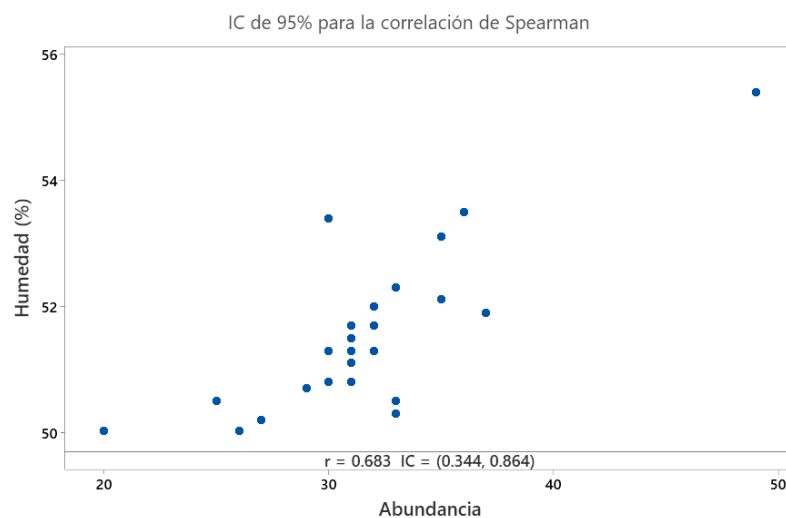
Dispersión de datos relacionando la variable humedad con la abundancia de coleópteros colectados en cada muestreo. Microhábitat Suelo Descubierto.



En el microhábitat de hojarasca se obtuvo una correlación positiva alta entre la abundancia de coleópteros y la humedad del suelo, con un coeficiente de Spearman de $r = 0,683$ y un intervalo de confianza del 95% $IC = (0,344; 0,864)$. Esta correlación es estadísticamente significativa ($p < 0,05$), lo que indica una relación clara y consistente, en donde a medida que la humedad aumenta, también lo hace la abundancia de individuos. En la gráfica de dispersión (Figura 30) se observa una tendencia ascendente, mostrando cómo los valores altos de humedad coinciden con mayores concentraciones de coleópteros. Esto ocurre porque la hojarasca retiene mejor la humedad, creando un ambiente más estable y con temperaturas menos extremas, donde se conserva la materia orgánica y se mantiene una alta disponibilidad de alimento y refugio.

Figura 30

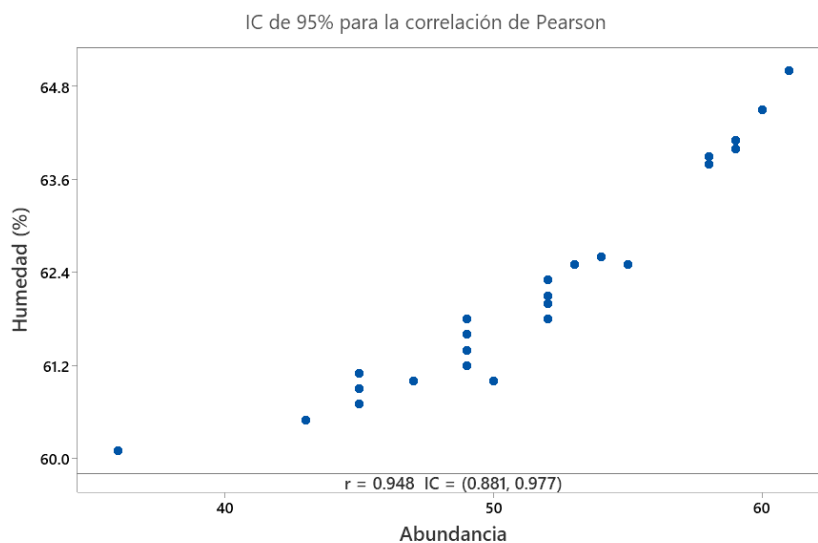
Dispersión de datos relacionando la variable humedad con la abundancia de coleópteros colectados en cada muestreo. Microhábitat Hojarasca.



En el microhábitat de troncos caídos la correlación entre la abundancia de coleópteros y la humedad resultó muy alta y positiva, con un coeficiente de Pearson $r = 0,948$ y un intervalo de confianza del 95% $IC = (0,881; 0,977)$. Esta relación es estadísticamente significativa ($p < 0,05$), confirmando una asociación directa en la que el incremento de la humedad coincide con un aumento en la abundancia de individuos. En la gráfica de dispersión (Figura 31) se aprecia un patrón ascendente muy marcado, con los puntos distribuidos a lo largo de una línea. Este microhábitat mantiene condiciones altamente favorables para los coleópteros, ya que la acumulación de materia orgánica en descomposición, junto con la retención de humedad dentro y alrededor de los troncos, crea un ambiente estable y húmedo que favorece la presencia de alimento, refugio y microespacios protegidos.

Figura 31

Dispersión de datos relacionando la variable humedad con la abundancia de coleópteros colectados en cada muestreo. Microhábitat Troncos Caídos.

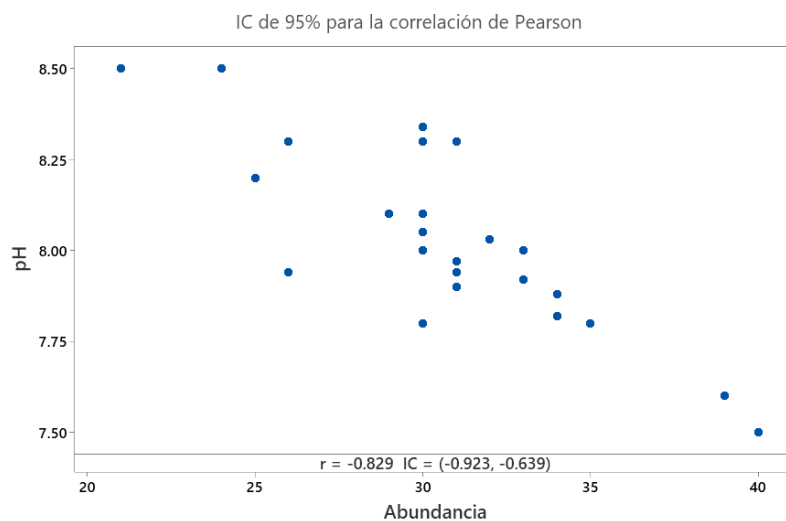


7.3.3. Abundancia-pH

En el microhábitat de suelo descubierto la correlación entre la abundancia y el pH del suelo dio un coeficiente de correlación $r = -0,829$ y el intervalo de confianza al 95 % fue $IC = (-0,923; -0,639)$ permitiendo establecer qué relación es estadísticamente significativa ($p < 0,05$). La relación negativa muy alta indica que a medida que el pH aumenta hacia valores más alcalinos (8.5) la abundancia de coleópteros disminuye de forma notable (Figura 32) ya que suelos con pH alcalino tienen menor contenido de materia orgánica y actividad microbiana reduciendo la disponibilidad de recursos, además de que estas condiciones favorecen la dominancia de pocas especies tolerantes como lo es el caso de *Deltochilum gibbosum* que a su vez disminuye el número total de individuos.

Figura 32

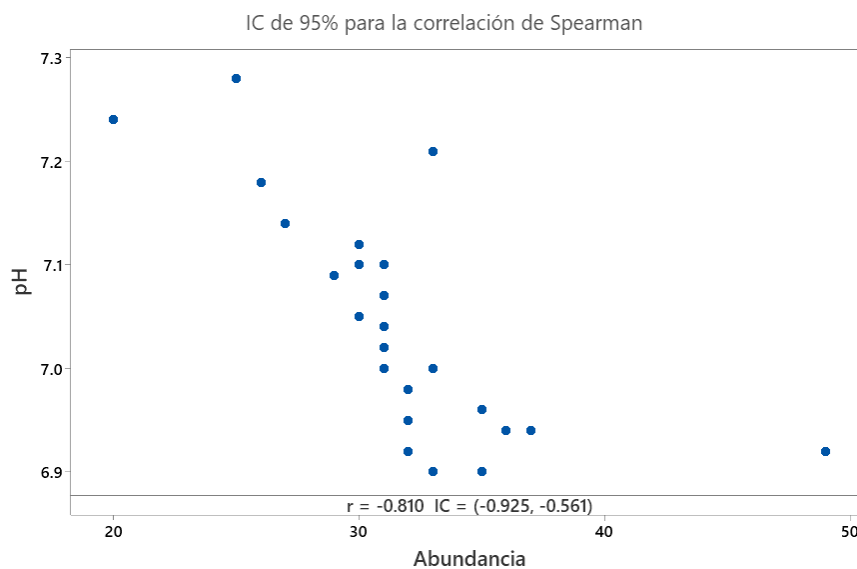
Dispersión de datos relacionando la variable pH con la abundancia de coleópteros colectados en cada muestreo. Microhábitat Suelo Descubierto.



La correlación entre la abundancia y el pH en el microhábitat de hojarascas dio un coeficiente de $r = -0,810$, con un intervalo de confianza al 95 % de $IC = (-0,925; -0,561)$, y la relación fue estadísticamente significativa ($p < 0,05$). Esta correlación negativa muy alta muestra que a medida que el pH aumenta acercándose a valores neutros o ligeramente alcalinos la abundancia de coleópteros disminuye. En la gráfica de dispersión (Figura 33) se observa claramente una tendencia descendente en la que las mayores abundancias se concentran en suelos con pH cercano a 6.9, mientras que conforme el pH se eleva hacia 7.3 la abundancia cae, indicando que los valores más bajos de pH favorecen una mayor descomposición de la materia orgánica y una disponibilidad superior de recursos alimenticios.

Figura 33

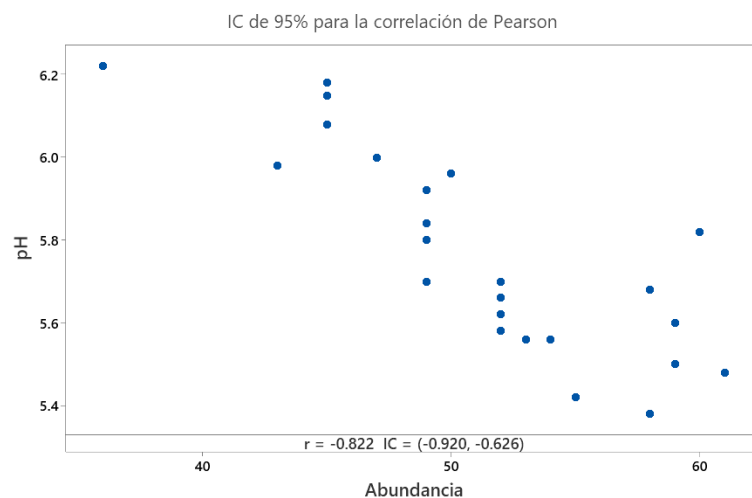
Dispersión de datos relacionando la variable pH con la abundancia de coleópteros colectados en cada muestreo. Microhábitat Hojarascas.



La correlación entre la abundancia y el pH en el microhábitat de troncos caídos fue $r = -0,822$, con un intervalo de confianza al 95 % de $IC = (-0,920; -0,626)$, mostrando una relación negativa muy alta y estadísticamente significativa ($p < 0,05$). Esto significa que conforme el pH aumenta hacia valores neutros la abundancia de coleópteros disminuye, mientras que, en suelos ligeramente ácidos, alrededor de un pH de 5.4, se alcanza el punto máximo de abundancia y en valores de 6.2 la cantidad de individuos disminuye levemente. En la gráfica de dispersión (Figura 34) se observa claramente la relación permitiendo deducir que los suelos con pH ligeramente ácido favorecen la descomposición y la liberación de compuestos orgánicos, manteniendo niveles de humedad y alimento que sostienen poblaciones más altas, mientras que los rangos neutros o algo alcalinos reducen la disponibilidad de recursos y limitan la presencia de especies sensibles, por lo cual existió una relación negativa similar en los tres microhábitats estudiados.

Figura 34

Dispersión de datos relacionando la variable pH con la abundancia de coleópteros colectados en cada muestreo. Microhábitat Troncos Caídos.

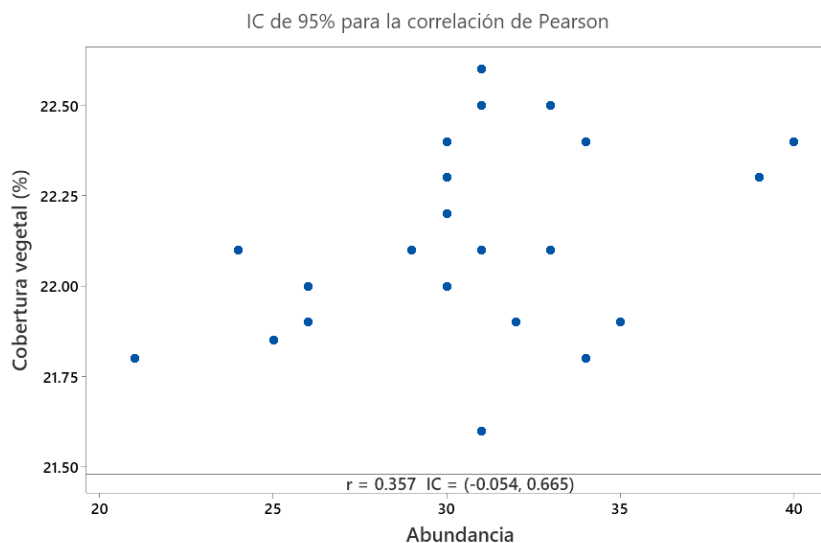


7.3.4. Abundancia-Cobertura vegetal

La correlación entre la abundancia y la cobertura vegetal en el microhábitat de suelo descubierto fue $r = 0,357$, con un intervalo de confianza al 95 % de $IC = (-0,054; 0,665)$, indicando una relación positiva baja y sin significancia estadística ($p > 0,05$). En la gráfica de dispersión (Figura 35) se aprecia una leve tendencia ascendente, pero los puntos están dispersos, sin formar un patrón claro. Aun así, puede notarse que en los pocos puntos donde la cobertura vegetal aumenta ligeramente, la abundancia tiende a incrementarse, permitiendo establecer que la vegetación, aunque escasa, ofrece sombra y microrefugios. Las diferencias entre puntos son tan pequeñas que el efecto no logra consolidarse, manteniendo una relación baja entre ambas variables.

Figura 35

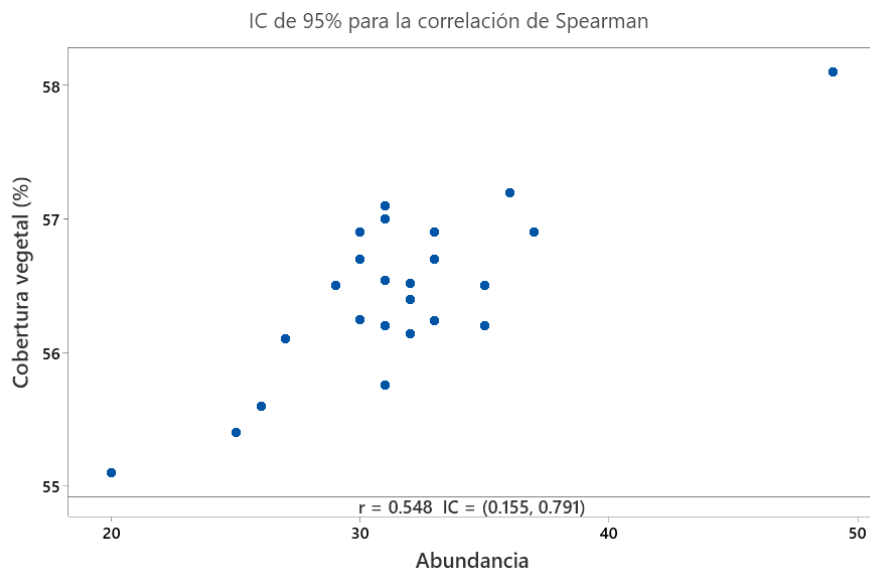
Dispersión de datos relacionando la variable Cobertura vegetal con la abundancia de coleópteros colectados en cada muestreo. Microhábitat Suelo Descubierto.



La correlación entre la abundancia y la cobertura vegetal en el microhábitat de hojarasca fue $r = 0,548$, con un intervalo de confianza al 95 % de IC = (0,155; 0,791), lo que representa una correlación positiva moderada y estadísticamente significativa ($p < 0,05$). En la gráfica de dispersión (Figura 36) se observa una tendencia clara al incremento de la abundancia conforme aumenta la cobertura vegetal y este patrón indica que, con la acumulación de hojarasca y vegetación densa, los coleópteros encuentran un ambiente más estable y con mejores condiciones de humedad, protección y disponibilidad de materia orgánica.

Figura 36

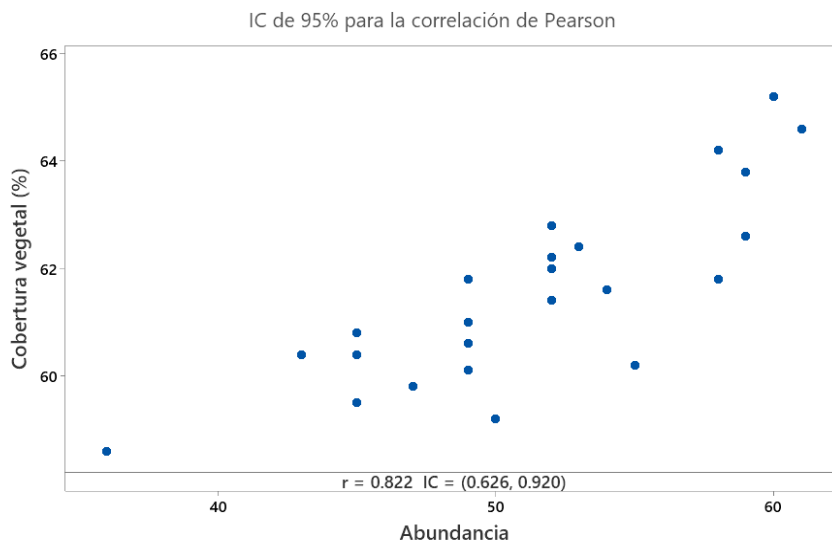
Dispersión de datos relacionando la variable Cobertura vegetal con la abundancia de coleópteros colectados en cada muestreo. Microhábitat Hojarasca.



En el microhábitat de troncos caídos la correlación entre la abundancia y la cobertura vegetal fue $r = 0,822$, con un intervalo de confianza al 95 % de IC = (0,626; 0,920), lo que indica una correlación positiva muy alta y estadísticamente significativa ($p < 0,05$). En la gráfica de dispersión (Figura 37) se observa una relación ascendente casi lineal, donde los puntos se agrupan siguiendo una tendencia clara de incremento de abundancia a medida que aumenta la cobertura vegetal debido a que donde hay mayor vegetación y acumulación de material orgánico, las condiciones son mucho más estables con mayor disponibilidad de refugios, humedad y alimento. La fuerza de esta relación indica que la cobertura vegetal es un factor estructural determinante dentro de este microhábitat, incrementando la abundancia al ofrecer un microambiente heterogéneo donde distintas especies pueden coexistir y aprovechar los recursos disponibles.

Figura 37

Dispersión de datos relacionando la variable Cobertura vegetal con la abundancia de coleópteros colectados en cada muestreo. Microhábitat Troncos Caídos.



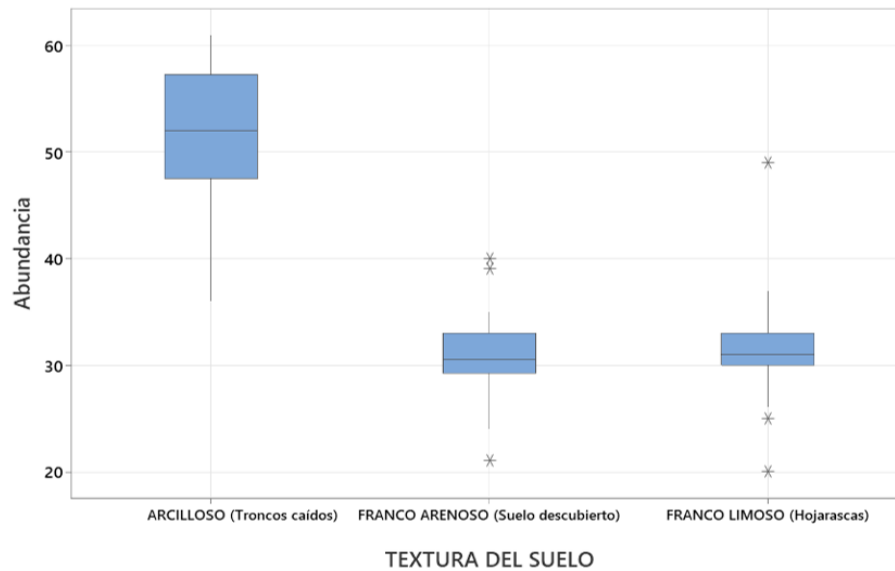
7.3.5. Abundancia-Textura del suelo

La variable textura del suelo no pudo ser incluida en los análisis de correlación, ya que dentro de cada microhábitat se mantuvo constante y no presentó variaciones entre los muestreos. La textura del suelo mostró variaciones marcadas entre microhábitats, con franco-arenosa en el suelo descubierto, franco-limosa en la hojarasca y una textura arcillosa bajo troncos caídos, de modo que se trató la variable más como categórica que como numérica. Pese a ello, es útil explorar cómo esas diferencias condicionan la abundancia de coleópteros, porque la estructura del sustrato modula la retención de humedad, la aireación y la velocidad de descomposición de la materia orgánica, factores que a su vez afectan disponibilidad de refugio y recursos para las distintas especies. Por esa razón, una vez realizado el test de normalidad de Shapiro-Wilk (Anexo 14A) se aplicó la prueba no paramétrica de comparación de Kruskal-Wallis.

La prueba de Kruskal-Wallis indicó una diferencia clara en la abundancia de coleópteros entre las tres texturas de suelo, con $H = 46.08$, $GL = 2$ y $p < 0,001$, que estuvo basada en 24 muestreos por textura y 72 observaciones en total. Las medianas fueron 52 individuos para el suelo arcilloso, 30.5 para el franco arenoso y 31 para el franco limoso, así que la hipótesis de medianas iguales queda descartada y se aprecia una separación marcada entre el arcilloso y las otras dos texturas.

Figura 38

Comparación de la abundancia con la textura de suelo de cada microhábitat de estudio.



La mayor abundancia en el suelo arcilloso se debe a que sus propiedades físicas favorecen a la comunidad de coleópteros edáficos, ya que una mayor retención de humedad, acumulación de materia orgánica y una estructura de poros más estable facilitan la alimentación, refugio y reproducción de las especies. En la gráfica de cajas (Figura 38) la caja del suelo arcilloso se ubica claramente por encima de las otras con una mediana elevada, y sus bigotes muestran escasa sobreposición con las cajas del suelo franco arenoso y franco limoso. Por el contrario, estas dos últimas presentan medianas semejantes alrededor de 30, IQR sobrepuestos y algunos valores atípicos que indican mayor variabilidad, estas diferencias permiten afirmar que la textura del suelo actúa como un filtro ambiental determinante de abundancia.

7.3.6. Diversidad-Variables

La Tabla 13 resume las correlaciones calculadas entre el índice de diversidad (Shannon-Weaver) y las variables ambientales por microhábitat, en donde la mayoría de las asociaciones resultaron débiles y no significativas, por lo cual presentar doce gráficos de dispersión añadiría poco valor visual. Las gráficas de las correlaciones se incluyen en los anexos 15, 16 y 17.

Tabla 13

Correlaciones entre el índice de diversidad (Shannon-Weaver) y variables ambientales en los distintos microhábitats.

Microhábitat	Variable	Test	r	IC 95%	Dirección-Fuerza	Significancia
Suelo Descubierto	Temperatura	Pearson	-0,355	-0,663; 0,057	(-) Baja	p > 0,05
	Humedad	Pearson	0,214	-0,208; 0,568	(+) Baja	p > 0,05
	pH	Pearson	-0,412	-0,699; -0,010	(-) Moderada	p < 0,05*
	Cobertura V.	Pearson	-0,358	-0,665; 0,053	(-) Baja	p > 0,05
Hojarascas	Temperatura	Spearman	-0,342	-0,662; 0,083	(-) Baja	p > 0,05
	Humedad	Spearman	0,317	-0,110; 0,645	(+) Baja	p > 0,05
	pH	Pearson	-0,244	-0,590; 0,177	(-) Baja	p > 0,05
	Cobertura V.	Pearson	0,630	0,303; 0,824	(+) Alta	p < 0,05*
Troncos Caídos	Temperatura	Pearson	0,170	-0,251; 0,536	(+) Muy baja	p > 0,05
	Humedad	Pearson	0,102	-0,315; 0,485	(+) Muy baja	p > 0,05
	pH	Pearson	-0,238	-0,585; 0,183	(-) Baja	p > 0,05
	Cobertura V.	Pearson	-0,009	-0,411; 0,396	(-) Nula	p > 0,05

* Estadísticamente significativo

De las doce correlaciones, dos fueron significativas. Una de ellas fue la correlación positiva alta entre la diversidad y la cobertura vegetal en el microhábitat Hojarasca

que es estadísticamente significativa ($p < 0,05$) con un coeficiente $r = 0,630$ y un IC 95% = (0,303; 0,824). En el microhábitat de Suelo descubierto también se logró establecer una correlación negativa moderada entre la diversidad y el pH con coeficiente $r = -0,412$ y un IC 95% = (-0,699; -0,010). Además, se registró ausencia de relación en Troncos caídos entre la diversidad y la cobertura vegetal puesto que $r = -0,009$; IC 95% = (-0,411; 0,396), prácticamente nula. El resto de los coeficientes se sitúa entre aproximadamente 0.1 y 0.4 y sus intervalos de confianza incluyen el cero, por lo que la evidencia no permite afirmar la existencia de asociaciones consistentes a escala de muestreo.

El índice de Shannon-Weaver integra riqueza y equidad por lo que sus cambios ocurren lentamente en comparación a la abundancia que respondió con fuerza a tanto a temperatura, humedad, pH y cobertura vegetal dentro de cada microhábitat. La composición y equidad de especies podrían estar relacionados a factores más complejos que los gradientes abióticos medidos.

7.3.7. Diversidad-Textura del suelo

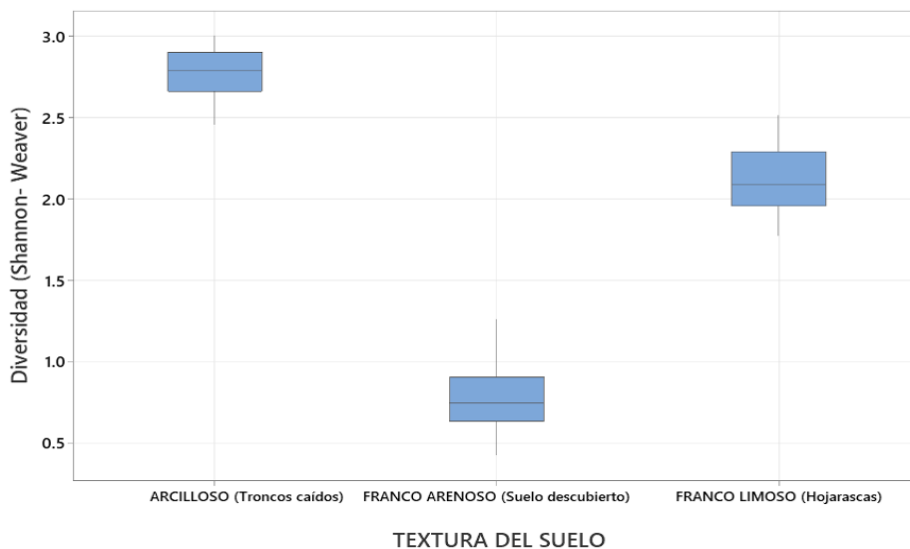
Debido a que no fue posible establecer una correlación directa con la textura del suelo, por las razones mencionadas anteriormente, se realizó una comparación mediante la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis entre los valores del índice de diversidad de Shannon-Weaver y las distintas texturas del suelo. Previamente, la

prueba de normalidad de Shapiro–Wilk indicó que los datos no seguían una distribución normal (Anexo 14B).

Al analizar los valores la diversidad de Shannon-Weaver también aparecen diferencias contundentes entre texturas, con $H = 63.01$, $GL = 2$ y $p < 0.001$, usando los mismos 24 muestreos por textura y 72 observaciones. Las medianas fueron 2,784 para el arcilloso, 0,743 para el franco arenoso y 2,083 para el franco limoso, lo que muestra que la diversidad varía notablemente entre microhábitats; el arcilloso presentó la mayor diversidad y el franco arenoso la más baja.

Figura 39

Comparación de la diversidad (Shannon-Weaver) con la textura de suelo de cada microhábitat de estudio.



El suelo arcilloso presentó una diversidad más elevada, debido a que ofrece condiciones microambientales más estables, con mayor retención de humedad, abundancia de materia orgánica y una estructura heterogénea que genera múltiples microhábitats donde distintas especies pueden coexistir. En la gráfica de cajas (Figura 39) se aprecia que la distribución de la diversidad en este tipo de suelo es más alta y no se superpone con los demás, mientras que el suelo franco arenoso muestra la menor diversidad, con valores dispersos y una mediana baja. El suelo franco limoso, en cambio, ocupa una posición intermedia con una mediana de 2,08 y una variabilidad moderada, evidenciando que la textura del suelo actúa como un factor determinante en la riqueza y distribución de los coleópteros, modulando directamente la diversidad edáfica.

7.3.8. Comparación de diversidad y abundancia entre microhábitats

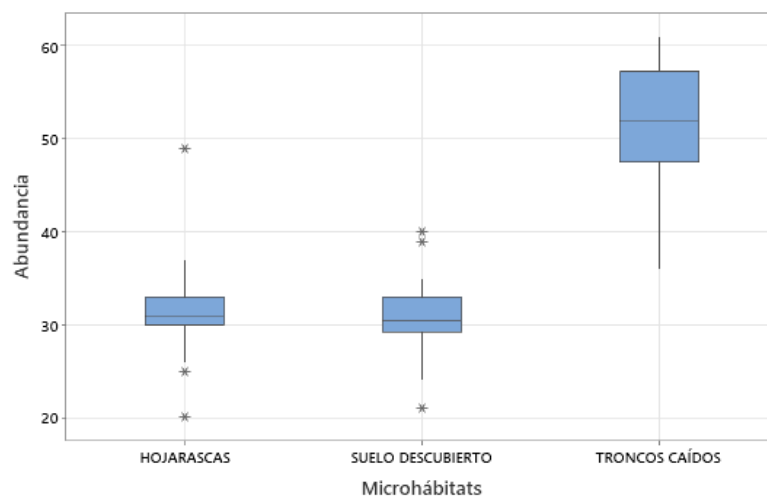
Una vez establecidas las correlaciones entre la abundancia y la diversidad de coleópteros con las variables microambientales, se consideró pertinente complementar estos análisis con una comparación general entre microhábitats. Para ello se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal–Wallis en el programa MINITAB 22.4.0, con el fin de evaluar si los valores de abundancia y diversidad difirieron significativamente entre suelo descubierto, hojarasca y troncos caídos. La elección de esta prueba se basó en los resultados del test de normalidad de Shapiro–Wilk ($p < 0,05$), que indicó una distribución no normal de los datos.

- Abundancia

El análisis no paramétrico de Kruskal–Wallis indicó diferencias significativas en la abundancia de coleópteros entre los tres microhábitats ($H = 45.84$; $GL = 2$; $p < 0.001$). Las medianas y rangos promedio muestran un patrón y es que troncos caídos presentó la mayor abundancia (mediana = 52; rango medio = 60), mientras que suelo descubierto (mediana = 30.5; rango medio = 22.9) y hojarasca (mediana = 31; rango medio = 26.6) exhibieron valores menores y similares entre sí. La gráfica de cajas (Figura 40) muestra que los troncos caídos desplazan la distribución hacia valores superiores, con una caja y bigotes más amplios evidenciando mayor variabilidad, y presentan poca superposición con las cajas de hojarasca y suelo descubierto que muestran cajas más estrechas, mediana cercana a 30 y algunos puntos atípicos que indican observaciones altas o bajas en muestreos puntuales.

Figura 40

Comparación de la abundancia de coleópteros en tres microhábitats (suelo descubierto, hojarasca y troncos caídos).



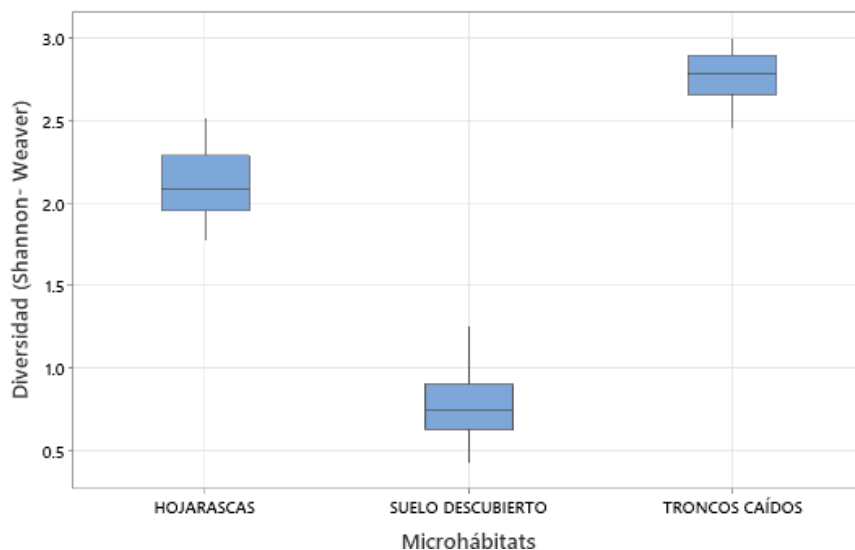
La complejidad estructural y la estabilidad microclimática de los troncos caídos favorecen la disponibilidad de refugio y recursos, promoviendo mayores abundancias de coleópteros. Por el contrario, el microhábitat de suelo descubierto que tiene una mayor exposición térmica, menor humedad y pH alcalino impone limitaciones fisiológicas que explican las abundancias reducidas observadas en cada muestreo.

- **Diversidad**

La prueba de Kruskal-Wallis dio valores de $H = 63.01$, $GL = 2$ y $p < 0.001$, evidenciando diferencias claras en la diversidad de coleópteros entre los tres microhábitats estudiados. En donde, microhábitat suelo descubierto mostró la menor diversidad, con una mediana de 0,743 y solo 10 especies registradas en la *Deltochilum gibbosum* la más dominante. En cambio, la hojarasca presentó una mediana de 2,083 y un total de 24 especies, el microhábitat de troncos caídos alcanzó la mayor diversidad, con una mediana de 2,784 y 33 especies registradas debido a que es el microhábitat más complejo y estable que además cuenta con abundante materia orgánica en descomposición que brinda refugio y alimento favoreciendo la presencia de un mayor número de especies.

Figura 41

Comparación de la diversidad de coleópteros en tres microhábitats (suelo descubierto, hojarasca y troncos caídos).



La gráfica de cajas (Figura 41) muestra la tendencia de cómo los valores de suelo descubierto se agrupan en la parte baja sin superponerse con los otros microhábitats. En la hojarasca la dispersión es más amplia, reflejando variabilidad en la diversidad de un muestreo a otro. Los troncos caídos, en cambio, presentan valores altos y poco dispersos, asociados a comunidades más diversas y estables. Los datos y la visualización permitieron afirmar que la estructura y los recursos del microhábitat son determinantes directos de la diversidad de coleópteros en el bosque húmedo de Dos Mangas.

8. DISCUSIÓN

Mediante la caracterización de microhábitats se evidenció una marcada variación ambiental en el bosque húmedo de Dos Mangas. En suelo descubierto se registraron valores más cálidos y secos ($T = 24.9 \pm 0.4$ °C, $H = 35.9 \pm 1.1$ % y cobertura = 22.2 ± 0.5 %), mientras que en hojarasca y troncos caídos la temperatura descendió y la humedad aumentó ($H = 51.6 \pm 1.3$ % y 62.2 ± 1.4 %, respectivamente). Este patrón de amortiguación térmica y mayor retención hídrica coincide con lo descrito por Maioglio et al. (2022) y Falconí-López et al. (2024), quienes señalan que la hojarasca y la madera muerta crean microclimas más estables y refugios para invertebrados.

Zeng et al. (2024) señalan que la acidez potencia la descomposición mediada por invertebrados, lo que coincide con el gradiente de pH registrado (suelo descubierto 8.0 ± 0.3 ; hojarasca 7.0 ± 0.1 ; troncos caídos 5.8 ± 0.2) indicando condiciones más ácidas y favorables para la descomposición y la actividad edáfica en troncos, mientras que Zumstein et al. (2021) relacionan el pH con cambios en la abundancia de coleópteros.

Pozo-Rivera et al. (2023) demostraron que la estructura del sustrato determina la composición de escarabajos en ambientes tropicales reafirmando que las diferencias

en textura y cobertura vegetal influyeron directamente en la retención de humedad y en la disponibilidad de materia orgánica puesto que en suelo descubierto predominó una fracción arenosa poco capaz de retener agua, mientras que en hojarasca y bajo troncos se observó mayor contenido de limo y arcilla, favoreciendo condiciones más húmedas y recursos para detritívoros tal.

La comunidad de Coleoptera en Dos Mangas estuvo fuertemente sesgada hacia microhábitats cubiertos y estables, registrándose 2 727 individuos correspondientes a 11 familias y 37 especies, de este total, 10 especies se registraron en suelo descubierto, 24 en hojarasca y 33 en troncos caídos, lo que indica concentración de riqueza en los parches con material en descomposición, tal como muestran Graf et al. (2021).

Villamarin-Cortez et al. (2022) mencionan que el predominio de una familia refleja la respuesta de los escarabajos a la disponibilidad de recursos en microhábitats húmedos, lo cual explica la dominancia de la familia Scarabaeidae con 18 especies y 2 151 individuos registrados en el área de estudio.

La fuerte dominancia se explica por tres especies que suman 1 577 individuos, *Deltochilum gibbosum* con 1026, *D. crenulipes* con 327 y *Canthidium haroldi* con 224, patrón coherente con la biogeografía y ecología del género descrita por González-Alvarado y Vaz-de-Mello (2021). La elevada dominancia en suelo

descubierto, $\lambda = 0.6369$, junto a la baja diversidad $H' = 0.8825$ y la baja equidad $J' = 0.3806$, se corresponde con escenarios de simplificación del hábitat reportados por Kohlmann et al. (2024).

Traylor et al. (2023) mencionan que la madera en descomposición actúa como reservorio que sostiene comunidades especializadas de coleópteros, lo que concuerda con que en troncos caídos se registraron 1 232 individuos y los mayores índices de diversidad $H' = 3.176$, Margalef = 4.497 además de equidad $J' = 0.9045$, evidenciando un ensamblaje equilibrado y funcional.

La dominancia masiva de la familia Scarabaeidae en Dos Mangas (78.86 % de los individuos) trae consecuencias funcionales bastante directas, porque los escarabajos coprófagos participan en tareas clave como el control de patógenos y la mezcla del suelo. Cuando hay tantos individuos de Scarabaeidae se modifican procesos básicos del ecosistema, tal como indican Pedersen et al. (2024) que las redes tróficas del escarabajo pelotero enlazan la disponibilidad de heces con servicios ecosistémicos como el incremento de la velocidad de reciclaje y la fertilidad local.

Grzechnik y Cabrero-Sañudo (2024) señalan a la temperatura como un factor primario que regula la actividad de los escarabajos peloteros, en concordancia con las correlaciones establecidas entre abundancia y temperatura que mostraron diferencias ya que en el suelo descubierto se observó una relación negativa ($r = -$

0.894, IC 95% = -0.954 a -0.768, $p < 0.05$) indicando que el aumento térmico reduce la actividad local. En la hojarasca la correlación también fue negativa ($r = -0.774$, IC 95% = -0.908 a -0.494, $p < 0.05$), reflejando la capacidad de esta capa para moderar las variaciones térmicas, tal como se ha documentado en estudios realizados en Ecuador (Villamarin-Cortez et al., 2022). Por lo contrario, en los troncos caídos la correlación con la temperatura fue positiva y muy alta ($r = 0.897$, IC 95% = 0.774 a 0.955, $p < 0.05$), sugiriendo que existe un rango térmico óptimo que estimula la actividad metabólica y la abundancia de coleópteros, fenómeno también descrito por Grzechnik y Cabrero-Sañudo, (2024).

Rangel-Acosta et al. (2025) indican que la retención hídrica influye en la densidad de coleópteros, lo que coincide con que la humedad presentó asociaciones positivas con la abundancia especialmente en troncos caídos ($r = 0.948$, IC 95% = 0.881 a 0.977, $p < 0.05$) y hojarasca (Spearman $r = 0.683$, IC 95% = 0.344 a 0.864, $p < 0.05$). La elevada riqueza observada en troncos caídos (1 232 individuos y 33 especies) responde a la estabilidad de la humedad y a la disponibilidad continua de recursos, en coherencia con lo propuesto por Graf et al. (2021) y Traylor et al. (2023).

El pH mostró correlaciones negativas muy altas en todos los microhábitats, destacando el suelo descubierto ($r = -0.829$, IC 95% = -0.923 a -0.639, $p < 0.05$), evidenciando que condiciones más alcalinas reducen los recursos derivados de la

descomposición, tal como explican Zumstein et al. (2021). En cuanto a la cobertura vegetal, las correlaciones fueron no significativas en el suelo descubierto ($r = 0.357$, $p > 0.05$), moderadas en hojarasca ($r = 0.548$, $p < 0.05$) y altas en troncos caídos ($r = 0.822$, $p < 0.05$), mostrando que la estructura vegetal amplifica la abundancia, como mencionan Villamarin-Cortez et al. (2022).

Aunque la textura permaneció constante dentro de cada microhábitat, la prueba de Kruskal–Wallis reveló diferencias significativas en abundancia ($H = 46.08$; $GL = 2$; $p < 0.001$), con mayores valores en suelos arcilloso tal como lo explican Portela-Salomão et al. (2022) en donde este tipo de sustratos arcillosos tienen mayor capacidad de retención de humedad brindando condiciones mas favorables para la presencia de coleopteros.

Las correlaciones entre variables y diversidad fueron en su mayoría débiles y no significativas, a diferencia de lo observado para la abundancia. Solo se registraron dos asociaciones relevantes diversidad-cobertura en hojarasca ($r = 0.630$, $IC\ 95\% = 0.303 - 0.824$, $p < 0.05$) y diversidad-pH en suelo descubierto ($r = -0.412$, $IC\ 95\% = -0.699 - -0.010$, $p < 0.05$). Esto coincide con lo señalado por Chao et al. (2020), quienes indican que índices como Shannon-Weaver requieren mayor esfuerzo de muestreo para detectar cambios sutiles, mientras que Roswell et al. (2021) destacan que la dominancia de unas pocas especies puede limitar la sensibilidad de H' , explicando el desajuste entre abundancia y diversidad.

Portela-Salomão et al. (2022) indican que la mayor retención de humedad y materia orgánica favorece la presencia de más individuos, por ello la comparación mediante Kruskal-Wallis mostró diferencias claras entre microhábitats tanto en abundancia como en diversidad, confirmando que la estructura del sustrato influye directamente en las comunidades de coleópteros. La abundancia fue mayor en suelos arcillosos ($H = 45.84$, $p < 0.001$; mediana = 52.0) en comparación con suelos franco-arenosos y franco-limosos (30.5 y 31.0). En cambio, la diversidad alcanzó sus valores más altos en troncos caídos y hojarasca ($H = 63.01$, $p < 0.001$), ambientes que ofrecen mayor complejidad estructural y recursos, lo que coincide con lo señalado por Graf et al. (2021). La presencia de áreas expuestas favorece comunidades simplificadas y dominadas por pocas especies, como señalan Villamarin-Cortez et al. (2022).

Una vez analizados los resultados de las correlaciones entre las variables ambientales y las comunidades de Coleoptera, se acepta parcialmente la hipótesis alternativa, dado que las características de los microhábitats influyeron de manera significativa sobre la abundancia, pero no con igual intensidad sobre la diversidad, lo cual sugiere que aunque factores como la humedad, la temperatura y la cobertura vegetal determinan la disponibilidad de condiciones favorables para el aumento de individuos, la diversidad específica responde también a procesos ecológicos más complejos, como la competencia, la heterogeneidad espacial y la disponibilidad de recursos tróficos.

9. CONCLUSIONES

La caracterización de los microhábitats edáficos en el bosque húmedo de Dos Mangas confirmó una clara heterogeneidad en temperatura, humedad, pH, cobertura vegetal y textura del suelo, esta variación genera condiciones microambientales distintas que afectan la disponibilidad de recursos y refugios para los coleópteros. Los troncos caídos representan el microhábitat más estable y favorable gracias a su mayor humedad y cobertura, lo que favorece la descomposición y aporta hábitats protegidos. La hojarasca mantiene condiciones intermedias que ayudan a conservar humedad y regular la temperatura. Por el contrario, el suelo descubierto es más cálido y seco, con pH alcalino y menor cobertura, lo que limita la protección y la oferta de recursos.

La identificación de las comunidades de coleópteros en los tres microhábitats del bosque húmedo de Dos Mangas permitió evidenciar diferencias en riqueza, diversidad y dominancia al registrarse 37 taxones pertenecientes a 11 familias y 31 géneros, en donde Scarabaeidae fue la familia más representativa con 18 especies y 2151 individuos, destacando *Deltochilum gibbosum*, *D. crenulipes* y *Canthidium haroldi*, que concentraron más del 57 % de la abundancia total. En cuanto a la diversidad y equidad fueron mayores en el microhábitat de troncos caídos ($H' = 3,176$; $J' = 0,905$) y en hojarascas ($H' = 2,353$; $J' = 0,736$) siendo el suelo

descubierto el que presentó menor riqueza y diversidad ($H' = 0,883$; $J' = 0,381$), con fuerte dominancia de *D. gibbosum*.

Las características microambientales influyeron en la abundancia de Coleoptera, estableciéndose patrones claros entre los microhábitats donde la abundancia aumentó con la humedad y la cobertura, y disminuyó frente a incrementos de temperatura y pH en suelos expuestos. Los troncos caídos presentaron la correlación positiva más alta entre abundancia y humedad, $r = 0,948$ y también con la cobertura vegetal, $r = 0,822$. El suelo descubierto mostró correlaciones negativas fuertes con la temperatura, $r = -0,894$, y el pH, $r = -0,829$. La textura arcillosa del suelo, con mayor retención de agua, fue la que sostuvo las mayores abundancias ($H = 46.08$; $p < 0.001$), mientras que los suelos franco-arenosos mostraron los valores más bajos. Por el contrario, las características microambientales no influyeron notoriamente en la diversidad.

10. RECOMENDACIONES

Para futuros análisis se sugiere incluir variables edáficas complementarias como el contenido de materia orgánica, con el propósito de reforzar la comprensión de los vínculos funcionales entre las propiedades del suelo y la distribución ecológica de los coleópteros.

Se recomienda ampliar el esfuerzo de muestreo para cubrir todo el ciclo anual, incluyendo la estación lluviosa y la seca para así captar la variabilidad temporal en composición, abundancia y diversidad de las comunidades de Coleoptera, sobre todo en las especies coprófagas y saproxílicas que suelen responder fuertemente a la estacionalidad climática.

La exploración de microhábitats adicionales, como cavidades en troncos, raíces expuestas o epífitas, ayudaría a identificar componentes faunísticos que aún no han sido registrados y a ampliar el conocimiento sobre los gradientes estructurales que mantienen la diversidad de coleópteros en los ecosistemas tropicales.

11. BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, Z. (2019). Guía de especies vegetales del bosque húmedo tropical de Ecuador. *Universidad Nacional de Loja (UNL)*.
<https://doi.org/10.13140/RG.2.2.23190.60483>
- Alonso-Zarazaga, M. Á. (2015). Orden Coleoptera. *Revista IDE@- SEA*, 1(55), 1–18. http://sea-entomologia.org/IDE@/revista_55.pdf
- Arango Gutiérrez, G. P., y Vásquez Villegas, E. M. (2004). Los coleópteros y el compost. *Revista Lasallista de Investigación*, 1(1), 93-95.
<https://www.redalyc.org/pdf/695/69511014.pdf>
- Araújo, J., Da Silva, P., Salomão, R., y Moura, R. (2024). Microhabitat and seasonal influence on bess beetle (Coleoptera: Passalidae) assemblage in Altitudinal Atlantic Forest. *Austral Entomology*, 63(3), 393-405.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1111/aen.12706>
- Armendáriz Toledano, F., Zúñiga, G., García Román, J., y Mendoza Osiris, V. (2018). Guía ilustrada para identificar a las especies del género *Dendroctonus* presentes en México y Centroamérica. *Instituto Politécnico Nacional*. CDMX, México., 1-117.
https://www.researchgate.net/publication/327043016_Guia_ilustrada_para_identificar_a_las_especies_del_genero_Dendroctonus_presentes_en_Mexico_y_Centroamerica

- Astudillo-Sánchez, E., Pérez, J., Troccoli, L., Aponte, H., y Tinoco, O. (2019). Flora leñosa del bosque de garúa de la cordillera Chongón Colonche, Santa Elena – Ecuador. *Ecología Aplicada*, 18(2), 155-169.
<https://doi.org/https://doi.org/10.21704/rea.v18i2.1334>
- Bach, A., Mateus, L., Peres, C., Haugaasen, T., Louzada, J., Hawes, J., . . . Ferreira, J. (2023). Bait attractiveness changes community metrics in dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Ecology and Evolution*, 13(4).
<https://doi.org/https://doi.org/10.1002/ece3.9975>
- Barros-Díaz, C., Gallo-Pérez, A., Chiquito, M., León, P., Vela, S., Pérez-Correa, J., y Hurtado, C. (2023). Cordillera Chongón Colonche: un punto caliente de diversidad para la conservación de mamíferos en el occidente de Ecuador. *Mammalia Aequatorialis*, 5, 9-29.
<https://doi.org/https://doi.org/10.59763/mam.aeq.v5i.62>
- Bartlett, T. (2024). *Order Coleoptera - Beetles*. BugGuide:
<https://bugguide.net/node/view/60>
- Benetti, C. J., Alvarez Troncoso, R., y Garrido, J. (2006). *Microhábitats asociados a coleópteros acuáticos en dos ríos del noroeste ibérico*. Researchgate.net:
https://www.researchgate.net/publication/273689786_Microhabitats_asociados_a_coleopteros_acuaticos_en_dos_rios_del_noroeste_iberico
- Benisch, C. (2007). *Morfología del escarabajo*. kerkbtier.de:
<https://www.kerkbtier.de/Pages/Themenseiten/enKoerperbau.html>

- Bouchard, P., Smith, A., Douglas, H., Gimmel, M., Brunke, A., y Kanda, K. (2017). Biodiversity of Coleoptera. *Insect Biodiversity: Science and Society*, 1(2).
<https://doi.org/https://doi.org/10.1002/9781118945568.ch11>
- Cabrera, E. (2023). *Índice de dominancia de Simpson*. Barcelona Field Studies Centre: <https://geographyfieldwork.com/Simpson'sDiversityIndex.htm>
- Camero-Rubio , E. (2010). Los escarabajos del género *Eurysternus* Dalman, 1824 (Coleoptera: Scarabaeidae) de Colombia . *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 46, 147-179.
<https://doi.org/https://www.researchgate.net/publication/264558042>
- Carrara, R., Cheli, G. H., y Flores, G. E. (2011). Patrones biogeográficos de los tenebriónidos epigeos (Coleoptera: Tenebrionidae) del Área Natural Protegida Península Valdés, Argentina: implicaciones para su conservación. *Revista mexicana de biodiversidad*, 82(4), 1297-1310.
https://doi.org/https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-34532011000400023
- Carrillo-Suet, B. (2014). *Diversidad de Escarabajos Copronecrófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) en los municipios de Tamalín y Tantima Veracruz, México*. Universidad Veracruzana:
<https://cdigital.uv.mx/server/api/core/bitstreams/7ecdf1db-c617-42e8-a1da-2b892c0d4058/content>
- Carvajal , V., Villamarín , S., y Ortega, A. M. (2011). *Escarabajos de Ecuador. Principales Géneros*. Researchgate.net:

https://www.researchgate.net/profile/Santiago-Villamarin-Cortez/publication/294581162_Escarabajos_del_Ecuador_Principales_Generos/links/5b5a8057a6fdccf0b2f90d2e/Escarabajos-del-Ecuador-Principales-Generos.pdf

CELEC. (2012). *Estudio de Impacto Ambiental Definitivo de la Línea de Transmisión Chongón – Santa Elena*. Corporación Eléctrica del Ecuador: https://www.celec.gob.ec/transelectric/images/stories/baners_home/EIA/cap4_lt_chongon_santa_elena.pdf

Chamorro, W., Gallo, F., Delgado, S., Enríquez, S., Guasumba, V., y López-Iborra, G. (2019). Los escarabajos estercoleros (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) del Bosque Protector Oglán Alto, Pastaza, Ecuador. *Biota Colombiana*, 20(1), 34-49. <https://doi.org/10.21068/c2019.v20n01a03>

Chamorro, W., Marín-Armijos, D., Granda, V., y 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>

Chao, A., Kubota, Y., Zelený, D., Chiu, C.-H., Li, C.-F., y Kusumoto, B. (2020). Quantifying sample completeness and comparing diversities among assemblages. *Ecological Research*, 35(2), 277-438. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/1440-1703.12102>

- Chowdhury, F., Lloret, F., Jaime, L., Margalef-Marrase, J., y Espelta, J. (2024). Deadwood and Tree-related Microhabitat's abundance and diversity are determined by the interplay of drought-induced die-off and local climate. *Ecología y gestión forestal*, 563. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foreco.2024.121989>
- Cid-Arcos, M., y Ramírez-Cuadros, A. (2020). Nuevos registros distribucionales de *Tetraonyx sexguttata* (Olivier) (Coleoptera: Meloidae). *Revista Chilena de Entomología*, 46(4), 707-710. <https://doi.org/https://www.scielo.cl/pdf/rche/v46n4/0718-8994-rche-46-04-707.pdf>
- CIMEC. (2021). *Coefficiente correlación de Pearson: ¿qué es y cómo se interpreta?* Consultoría Estratégica de Investigación de Mercados: <https://www.cimec.es/coeficiente-correlacion-pearson/>
- CNULD. (2018). Biodiversidad y suelos: https://www.unccd.int/sites/default/files/2018-06/GLO%20Spanish_Ch9.pdf
- Cole, R., Holl, K., Zahawi, R., Wickey, P., y Townsend, A. (2016). Leaf litter arthropod responses to tropical forest restoration. *Ecology and Evolution*, 6(15), 5158–5168. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/ece3.2220>
- Corral, E., Rapp-Arraras, I., y Domingo-Santos, J. M. (2022). Estimating textural fractions of the USDA using those of the International System: A quantile

approach. *Geoderma*, 416.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2022.115783>

Crespo, G. (2015). Factores que influyen en el reciclaje de nutrientes en pastizales permanentes, avances en el. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 49(1), 1-10. <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193036208001.pdf>

Cupello, M., Silva, F., y Vaz-de-Mello, F. (2023). The Taxonomic Revolution of New World dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Frontiers in Ecology and Evolution*, 11. <https://doi.org/https://doi.org/10.3389/fevo.2023.1168754>

Denney, D., Jameel, I., Bemmels, J., Rochford, M., y Anderson, J. (2020). Small spaces, big impacts: contributions of micro-environmental variation to population persistence under climate change. *AoB PLANTS*, 12(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.1093/aobpla/plaa005>

Falconí-López, A., Grella, N., Donoso, D., Feldhaar, H., Tremlett, C., y Müller, J. (2024). Patterns of deadwood amount and deadwood diversity along a natural forest recovery gradient from agriculture to old-growth lowland tropical forests. *European Journal of Forest Research*, 143, 1321–1332. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10342-024-01671-3>

Flores-Cedeño, V. J. (2023). *Diversidad y abundancia de anfibios en el bosque protector Chongón – Colonche comuna Dos Mangas, provincia de Santa Elena – Ecuador*. La Libertad. UPSE, Matriz. Facultad de Ciencias del Mar: <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/9641>

- Freire-Fierro, A., Tirira, D., Batallas, R., Oleas, N., Rodríguez, C., Vogt, C., . . .
Donoso, D. (2024). Ecuadorian Red Lists and the IUCN Red List: A
Disconnect. *Biodiversity Information Science and Standards*, 8.
<https://doi.org/https://doi.org/10.3897/biss.8.138924>
- García, M., Vera, A., Benetti, C., y Blanco, L. (2016). Identificación y clasificación
de los microhábitats de agua dulce. *Acta Zoológica Mexicana*, 32(1), 12-31.
[https://www.scielo.org.mx/pdf/azm/v32n1/0065-1737-azm-32-01-
00012.pdf](https://www.scielo.org.mx/pdf/azm/v32n1/0065-1737-azm-32-01-00012.pdf)
- García-Garizábal, I. (2017). Rainfall variability and trend analysis in coastal arid
Ecuador. *International Journal of Climatology*, 37(13).
<https://doi.org/https://doi.org/10.1002/joc.5110>
- González, A., Sevillano, G., Coloma, J., Rodríguez, A., y Tapia, G. (2012).
*Generación de geoinformación para la gestión del territorio a nivel
nacional.* Geoportal IGM:
[https://www.geoportaligm.gob.ec/geodescargas/santa_elena/mt_santa_elen
a_geomorfologia.pdf](https://www.geoportaligm.gob.ec/geodescargas/santa_elena/mt_santa_elen_a_geomorfologia.pdf)
- González-Alvarado, A., y 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. *PLOS One*, 16(1).
<https://doi.org/https://doi.org/10.1371/journal.pone.0244657>

- Graf, M., Lettenmaier, L., Müller, J., y Hagge, J. (2021). Saproxyllic beetles trace deadwood and differentiate between deadwood niches before their arrival on potential hosts. *Insect Conservation and Diversity*, 15, 48–60. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/icad.12534>
- Granda, V. (2005). *Evaluación Preliminar de la Diversidad de Escarabajos (Insecta: Coleoptera) del Chocó Ecuatoriano*. Academia.edu: https://www.academia.edu/69293657/Evaluaci%C3%B3n_Preliminar_de_la_Diversidad_de_Escarabajos_Insecta_Coleoptera_del_Choc%C3%B3_Ecuatoriano?
- Grzechnik, S., y Cabrero-Sañudo, F. (2024). Effects of climatic and time-related variables on dung beetle communities: A case study in Central Spain. *Entomological Research*, 54(8). <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/1748-5967.12763>
- Gutiérrez-Rodríguez, W. (2023). Ensayo granulométrico de los suelos mediante el método del tamizado. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(2), 6908-6927. https://doi.org/https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i2.5834
- Haran, J., Li, X., Allio, R., Shin, S., Benoit, L., Oberprieler, R., . . . McKenna, D. (2023). Phylogenomics illuminates the phylogeny of flower weevils (Curculioninae) and reveals ten independent origins of brood-site pollination mutualism in true weevils. *Proceedings of the Royal Society B*, 290. <https://doi.org/https://doi.org/10.1098/rspb.2023.0889>

- Hartshorn, J. (2021). A Review of Forest Management Effects on Terrestrial Leaf Litter Inhabiting Arthropods. *Forests*, 12(1), 23. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/f12010023>
- Herrera-Álvarez, X., Blanco, J., Imbert, B., Álvarez, W., y Rivadeneira-Barba, G. (2020). Coarse Woody Debris' Invertebrate Community is Affected Directly by Canopy Type and Indirectly by Thinning in Mixed Scots Pine—European Beech Forests. *Forests*, 11(9), 975. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/f11090975>
- Huerta, C., Arellano, L., Cruz, M., Escobar, F., y Martínez, I. (2016). Los escarabajos del estiércol en los potreros ganaderos de Xico. *Instituto de Ecología, A. C.*, 20. https://doi.org/http://www1.inecol.edu.mx/cv/CV_pdf/libros/LibroEscarabajosXico_2016.pdf
- Humaizi, A. (2024). *Prueba de Shapiro-Wilk*. Medium: <https://medium.com/@maizi5469/10-0-shapiro-wilk-test-5be38fd3c2a6>
- Hunting, W. (2013). A taxonomic revision of the *Cymindis* (Pinacodera) limbata species group (Coleoptera, Carabidae, Lebiini), including description of a new species from Florida, U.S.A. *Zookeys*, 259, 1-73. <https://doi.org/https://doi.org/10.3897/zookeys.259.2970>
- INABIO. (2022). *Perfil de Biodiversidad*. Instituto Nacional de Biodiversidad: <http://inabio.biodiversidad.gob.ec/perfil-de-biodiversidad/#:~:text=Principales%20presiones%20o%20amenazas%20d>

e,del%20patrimonio%20biol%C3%B3gico%20del%20pa%C3%ADs.%E2
%80%9D

INAMHI. (2025). *Boletín de predicción climática Agosto-Octubre 2025*. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología: <https://servicios.inamhi.gob.ec/clima/>

Isaia, G., Dragomir, I., y Duduman, M. (2023). Diversidad de escarabajos capturados en trampas de caída en el bosque antiguo de Șinca, condado de Brașov, Rumania: reserva forestal versus bosque gestionado. *Forests*, 14(1), 60. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/f14010060>

Jardel-Peláez, E. (2015). Guía para la caracterización y clasificación de hábitats forestales. *Comisión Nacional Forestal - Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo*. <https://doi.org/https://www.researchgate.net/publication/288824608>

Jiménez Martínez, E. (2008). Guía de identificación de los principales insectos coleópteros asociados a los pinares de Nicaragua. *Guía técnica. Universidad Nacional Agraria, Managua, NI*.

Jiménez-Sánchez, E., Deloya, C., Zaragoza-Caballero, S., y Pérez-Zuñiga, J. (2017). Especies de Coleoptera (Insecta) de la Colección de Artrópodos de la Facultad de Estudios Superiores, Iztacala (CAFESI), UNAM, México. *Acta zoológica mexicana*, 33(2), 359-381. <https://www.scielo.org.mx/pdf/azm/v33n2/2448-8445-azm-33-02-00359.pdf>

- Kariyanna, B., Mohan, M., y Gupta, R. (2017). Biology, ecology and significance of longhorn beetles (Coleoptera: Cerambycidae). *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 5(54), 1207-1212.
- Kiernan, D. (2024). *Natural Resources Biometrics*. SUNY College of Environmental Science and Forestry: [https://stats.libretexts.org/Bookshelves/Applied_Statistics/Natural_Resources_Biometrics_\(Kiernan\)/10%3A_Quantitative_Measures_of_Diversity_Site_Similarity_and_Habitat_Suitability/10.01%3A_Introduction__Simpsons_Index_and_Shannon-Weiner_Index](https://stats.libretexts.org/Bookshelves/Applied_Statistics/Natural_Resources_Biometrics_(Kiernan)/10%3A_Quantitative_Measures_of_Diversity_Site_Similarity_and_Habitat_Suitability/10.01%3A_Introduction__Simpsons_Index_and_Shannon-Weiner_Index)
- Kirichenko-Babko, M., Danko, Y., Franus, M., y Stepniewski, W. (2020). Efecto de la humedad del suelo sobre la diversidad de artrópodos epigeos en el paisaje estepario. *Journal of Ecological Engineering*, 21(5), 137–147. <https://doi.org/https://doi.org/10.12911/22998993/122375>
- Kirmse, S. (2024). Structure and composition of a canopy-beetle community (Coleoptera) in a Neotropical lowland rainforest in southern Venezuela. *Royal Society Open Science*, 11. <https://doi.org/https://doi.org/10.1098/rsos.240478>
- Klimaszewski, J., Brunke, A., Work, T., y Venier, L. (2018). Rove Beetles (Coleoptera, Staphylinidae) as Bioindicators of Change in Boreal Forests and Their Biological Control Services in Agroecosystems: Canadian Case Studies. *Springer Nature*, 161–181. https://doi.org/doi.org/10.1007/978-3-319-70257-5_9

- Kober, K., Birkhofer, K., y Glemnitz, M. (2024). La alta humedad del suelo promueve la aparición de escarabajos terrestres y arañas en los suelos de los campos de trigo. *Basic and Applied Ecology*, 80, 72-80.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.baae.2024.09.001>
- Kohlmann, B., Portela-Salomão, R., y Solís, Á. (2024). New World dung beetle (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) colonization of a recent Miocene insular territory: The case of Costa Rica. *Ecology and Evolution*, 14(6).
<https://doi.org/https://doi.org/10.1002/ece3.11436>
- Koivula, M. (2011). ¿Organismos modelo útiles, indicadores o ambos? Escarabajos terrestres (Coleoptera, Carabidae) que reflejan las condiciones ambientales. *ZooKeys*, 100, 287-317.
<https://doi.org/https://doi.org/10.3897/zookeys.100.1533>
- LABSP. (2017). *Método de ensayo para hacer el análisis granulométrico por tamizado*. Laboratorio de Pavimentos :
<https://pavimentosulacivil.wordpress.com/wp-content/uploads/2018/01/prc3a1ctica-nc2b0-2-anc3a1lisis-granulomc3a9trico-por-tamizado.pdf>
- Linsley-Gressitt, J. (2025). *Form and function in coleopteran*. Encyclopaedia Britannica: <https://www.britannica.com/animal/beetle/Form-and-function>
- López-Giraldo, A., Ríos-Pulgarín, M., y Gil-Guarín, I. (2023). Características del hábitat que regulan la estructura de las comunidades de macroinvertebrados en ríos tropicales de montaña (Antioquía, Colombia). *Revista De Biología*

Tropical, 71(1).

<https://doi.org/https://doi.org/10.15517/rev.biol.trop..v71i1.52093>

MAATE. (2013). *Conservación de áreas protegidas y bosques protectores de Guayaquil*. Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica: <https://www.ambiente.gob.ec/mae-conserva-areas-protegidas-y-bosques-protectores-de-guayaquil/>

Maioglio, O., Cerrato, C., Belló, C., y Meregalli, M. (2022). Diversity and Spatial Distribution of Leaf Litter Curculionidae (Coleoptera: Curculionoidea) in Two Ecuadorian Tropical Forests. *Diversity*, 14(10), 871. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/d14100871>

Marsh, C., Louzada, J., Beiroz, W., y Ewers, R. (2013). Optimización de cebos para la captura de escarabajos peloteros amazónicos (Coleoptera: Scarabaeinae). *PLoS ONE*, 8(8). <https://doi.org/https://doi.org/10.1371/journal.pone.0073147>

Martínez Ortega, R., Tuya Pendás, L., Martínez Ortega, M., Pérez Abreu, A., y Cánovas, A. (2009). El coeficiente de correlación de los rangos de Spearman caracterización. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*, 8(2). https://doi.org/http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1729-519X2009000200017

Mehrabi, Z., Slade, E., Solís, Á., y Mann, D. (2014). The Importance of Microhabitat for Biodiversity Sampling. *PLoS ONE*, 9(12), 1-18. <https://doi.org/https://doi.org/10.1371/journal.pone.0114015>

- Mera, D. X., y Sojos, O. L. (2023). Evaluación de la diversidad y abundancia de Coleópteros (Insecta) presentes en el Bosque Protector Chongón – Colonche, Santa Elena, Ecuador. *La Libertad. UPSE, Matriz. Facultad de Ciencias del Mar*, 116. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/9638>
- Molina Moreira, N., y Arias de López, M. (2019). Inventario Preliminar de la Clase Insecta en la Reserva Ecológica Arenillas, Ecuador. *INVESTIGATIO*, 12, 13-48. <https://doi.org/http://orcid.org/0000-0002-8197-1137>
- Mora-Aguilar, E., Arriaga-Jiménez, A., Correa, C., Silva, P., Korasaki, V., López-Bedoya, P., y Medina Hernández, M. (2023). Toward a standardized methodology for sampling dung beetles (Coleoptera: Scarabaeinae) in the Neotropics: A critical review. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 11. <https://doi.org/https://doi.org/10.3389/fevo.2023.1096208>
- Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. *M&T – Manuales y Tesis SEA*, 1. <https://doi.org/http://entomologia.rediris.es/sea/manytes/metodos.pdf>
- Muñoz, F., Huerta, A., y Curkovic, T. (2021). Diversidad de coleópteros epigeos en bosques de *Nothofagus glauca* y plantaciones de *Pinus radiata* en Chile central. *Revista colombiana de entomología*, 47(1), 1-9. <https://doi.org/10.25100/socolen.v47i1.7522>
- Narváez, V., y Zapata-Ríos, G. (2020). Manual para el muestreo de fauna silvestre con transectos lineales. *Wildlife Conservation Society*, 1-18. <https://www.researchgate.net/publication/343296023>

- Newton, A., y Peck, S. (1975). Trampas de caída con cebo para escarabajos. *El Boletín de los Coleopteristas*, 29(1), 45-46.
<https://doi.org/https://www.jstor.org/stable/3999838>
- Pedersen, K., Beeren, C., Oggioni, A., y Blüthgen, N. (2024). Mammal dung–dung beetle trophic networks: an improved method based on gut-content DNA. *PeerJ*, 12(e16627). <https://doi.org/https://doi.org/10.7717/peerj.16627>
- Pérez-Farrás, L. E. (2005). *Teoría de la Sedimentación*. Instituto de Ingeniería Sanitaria Ambiental:
https://cms.fi.uba.ar/uploads/institutos_teoría_sedimentación_8d6be3a941.pdf
- Perri, D., Bruzzone, O., y Easdale, M. (2023). Ecological relationships between coprophagous insects and livestock production: a review. *Bulletin of Entomological Research*, 113(6), 735-747.
<https://doi.org/10.1017/S0007485323000494>
- Pla, L. (2006). Biodiversidad: Inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. *Interciencia*, 31(8), 583-590.
https://doi.org/https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442006000800008
- Portela-Salomão, R., Alcântara Pires, D., Beggiato Baccaro, F., Schietti, J., Zagury, F., Pimentel Lima, A., y Magnusson, W. (2022). Water table level and soil texture are important drivers of dung beetle diversity in Amazonian lowland

forests. *Applied Soil Ecology*, 170.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2021.104260>

Pozo-Rivera, W., Quiloango-Chimarro, C., Paredes, X., Landívar, M., y Chiriboga,

C. (2023). Response of dung beetle diversity to remediation of soil ecosystems in the Ecuadorian Amazon. *PeerJ*, 11(e14975).

<https://doi.org/https://doi.org/10.7717/peerj.14975>

Rangel-Acosta, J., Martínez-Hernández, N., Siado-García, A., y Daza-Guerra, C.

(2025). Permanent or Transitory Crops? The Dilemma for Biodiversity Conservation: A Case Study with Dung Beetles (Scarabaeidae: Scarabaeinae) in the Colombian Caribbean. *Diversity*, 17(8), 574.

<https://doi.org/https://doi.org/10.3390/d17080574>

Reynoso, V., y Urbina-Cardona, N. (2017). Descripción y modelado del

microhábitat de los anfibios y reptiles que habitan la Selva Alta Perennifolia de Los Tuxtlas. *Instituto de Biología - Universidad Nacional Autónoma de México*.

<https://doi.org/https://www.researchgate.net/publication/356356927>

Robinson, S., McLaughlin, Ó., Marteinsdóttir, B., y O'Gorman, E. (2018). Soil

temperature effects on the structure and diversity of plant and invertebrate communities in a natural warming experiment. *Journal of Animal Ecology*,

87(3), 634–646. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/1365-2656.12798>

- Rossa, R., y Goczał, J. (2021). Global diversity and distribution of longhorn beetles (Coleoptera: Cerambycidae). *The European Zoological Journal*, 88(1), 289-302. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/24750263.2021.1883129>
- Roswell, M., Dushoff, J., y Winfree, R. (2021). A conceptual guide to measuring species diversity. *Oikos*, 130(3), 321-487. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/oik.07202>
- Ruiz, J. (2020). *Cómo medir la textura del suelo*. Agromática: <https://www.agromatic.es/textura-del-suelo/>
- Saenz Cortez, C., y Vilela Saldarriaga, J. (2023). *Determinación de la calidad ambiental de las ex relaveras Azalia y Chonta (Pasco, Perú), por medio de monitoreos ornitológicos*. Revista PUCP: <https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/Kawsaypacha/article/download/26094/25259?inline=1>
- Salnitska, M., Solodovnikov, A., y Orlov, I. (2022). Sampling and curation of rove beetles (Insecta, Coleoptera, Staphylinidae) for comprehensive and DNA-grade collections to enhance biodiversity exploration in Northern Eurasia. *Biodiversity Data Journal*. <https://doi.org/https://doi.org/10.3897/BDJ.10.e96080>
- Samih, A., Latifa, R., Soldati, F., y Maatouf, N. (2024). Response of beetle communities and functional groups to changes in structural and compositional biodiversity. *Arxius de Miscel·lània Zoològica*, 22, 169-183. <https://doi.org/https://doi.org/10.32800/amz.2024.22.0169>

- Schillhammer, H. (2000). Revision of the East Palaearctic and Oriental species of *Philonthus* STEPHENS Part 3. Thepolitus complex (Coleoptera: Staphylinidae, Staphylininae). *Koleopterologische Rundschau*, 70, 113-176. https://www.zobodat.at/pdf/KOR_70_2000_0113-0176.pdf
- Shah, N. A., Shah, N., y Zeeshan Raza, H. M. (2021). A short review on morphology, biomass and economics and ecological distribution of Scarabaeidae coleoptera scarab beetles. *Pure and Applied Biology*, 10(4), 1126-1133. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.19045/bspab.2021.100118>
- Shaheen, T., Guo, J., Wang, Y., Zhou, J., Tang, G., y Zhang, Z. (2024). Determination of Larval Instars of *Dastarcus helophoroides* (Coleoptera: Bothrideridae) Using Head Capsule Width Frequency Distribution. *Insects*, 15(12). <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/insects15121013>
- Shia , H., Wen, Z., Paull , D., y Guo, M. (2016). A framework for quantifying the thermal buffering effect of microhabitats. *Biological Conservation*, 204(2), 175-180. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.11.006>
- Silver, A., Perez, S., Gee, M., Xu, B., Garg, S., Will, K., y Gill, A. (2021). Persistence of the ground beetle (Coleoptera: Carabidae) microbiome to diet manipulation. *PLoS ONE*, 16(3). <https://doi.org/https://doi.org/10.1371/journal.pone.0241529>
- Silvestro, V. (2018). Revisión sistemática y análisis filogenético de la tribu Scotobiini (Insecta: Coleoptera: Tenebrionidae). *Universidad de Buenos Aires*.

https://doi.org/https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis_n6472_Silvestro.pdf

Solís, Á. (2020). *Métodos y técnicas de recolecta para coleópteros de la superfamilia Scarabaeoidea*.

<https://identomologica.com/uncategorized/metodos-y-tecnicas-de-recolecta-para-coleopteros-de-la-superfamilia-scarabaeoidea/>

Solís, A. (2021). *Coleópteros de Costa Rica*. Identomologica:

<https://identomologica.com/importancia/cientifica/los-coleopteros-de-costa-rica/>

Sun, X., Xu, M., y Jia, L. (2023). Responses of diversity and morphometric traits of ground beetles to soil chemical properties in industrial city of China.

Ecological Indicators, 154.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.110575>

Tews, J., Brose, U., Grimm, V., Tielbörger, K., Wichmann, M., Schwager, M., y

Jeltsch, F. (2004). La diversidad de especies animales está determinada por la heterogeneidad/diversidad del hábitat: la importancia de las estructuras

clave. *Journal of Biogeography*, 31(1), 1-176.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1046/j.0305-0270.2003.00994.x>

Thompson, R. (2012). Handbooks for the identification of british insects. *Royal*

Entomological Society, 5(5), 4-22.

https://doi.org/https://www.royensoc.co.uk/wp-content/uploads/2021/12/Vol05_Part05b.pdf

- Torres-Domínguez, D. M., Trevisan-Leivas, F. W., Londoño-Sanchez, C., Montoya-Lerma, J., y Armbrrecht, I. (2018). Redescubrimiento de *Omalodes* (*Omalodes*) Fassli Bickhardt, 1911 (Coleoptera: Histeridae) En Colombia y primer registro de la especie sobre cultivos de plátano (*Musa Paradisiaca*). *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 34, 1–5. <https://doi.org/https://www.scielo.org.mx/pdf/azm/v34/2448-8445-azm-34-e3412130.pdf>
- Traylor, C., Ulyshen, M., y McHugh, J. (2023). Forest age drives saproxylic beetle biodiversity in the southeastern United States. *Biological Conservation*, 285. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biocon.2023.110238>
- Trujillo-Miranda, A., Carrillo-Ruiz, H., Rivas-Arancibia, S., y Andrés-Hernández, R. (2016). Estructura y composición de la comunidad de escarabajos (Coleoptera: Scarabaeoidea) en el cerro Chacateca, Zapotitlán, Puebla, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87(1), 109-122. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rmb.2015.08.008>
- Van Hecke, T. (2012). Power study of anova versus Kruskal-Wallis test. *Journal of Statistics and Management Systems*, 15(2-3), 241–247. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/09720510.2012.10701623>
- Vergara Navarro, E. V., Montenegro Silva, L. M., y Serna, F. (2021). Catálogo de Coleoptera de la Colección Taxonómica Nacional de Insectos “Luis María Murillo” (CTNI) Cundinamarca, Colombia. *Corporación colombiana de*

investigación agropecuaria - *AGROSAVIA*, 1-300.

<https://doi.org/https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7404944>

Villalba-Fuentes, E., Fuentes-Castro, M., Cultid-Medina, C., y Jiménez-Ferbans, L.

(2022). Los escarabajos de la madera (Coleoptera: Passalidae) y su relación con los sitios de conservación. *Revista Conservación Colombiana*, 27(1), 60-66. <https://doi.org/10.54588/cc2021v27n01a04>

Villamarín-Cortez, S. (2010). Escarabajos Estercoleros (Coleoptera: Scarabaeinae)

de El Goaltal, provincia de Carchi, Ecuador: lista anotada de especies y ecología. *Avances*, 2(3), 98-103.

<https://doi.org/https://revistas.usfq.edu.ec/index.php/avances/article/download/52/54/55>

Villamarin-Cortez, S., Hankin, L., Coronado, S., Macdonald, J., y Ari-Noriega, J.

(2022). Diversity and distribution patterns of Ecuador's dung beetles (Coleoptera: Scarabaeinae). *Frontiers in Ecology and Evolution*, 10.

<https://doi.org/https://doi.org/10.3389/fevo.2022.1008477>

Wang, S.-H., Hu, S.-Y., Li, M., Liu, M., Sun, H., Zhao, J.-R., . . . Yuan, M.-L.

(2023). Comparative Mitogenomic Analyses of Darkling Beetles (Coleoptera: Tenebrionidae) Provide Evolutionary Insights into tRNA-like Sequences. *Genes*, 14(9), 1738.

<https://doi.org/https://doi.org/10.3390/genes14091738>

Wardhaugh, C. W., Edwards, W., y Stork, N. E. (2013). Variation in beetle

community structure across five microhabitats in Australian tropical

rainforest trees. *Insect conservation and diversity*, 6(4), 463-472.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1111/icad.12001>

Woodruff, R. (2002). Rice Beetle, *Dyscinetus Morator* (Fab.) (Insecta: Coleoptera: Scarabaeidae). *EDIS*, 2002(6). <https://doi.org/doi.org/10.32473/edis-in259-1999>

Zeng, X., Gao, H., Wang, R., Majcher, B., Woon, J., Cheng, W., . . . Ashton, L. (2024). Global contribution of invertebrates to forest litter decomposition. *Ecology Letters*, 27(4), 1-12.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1111/ele.14423>

Zumstein, P., Bruelheide, H., Fichtner, A., Schuldt, A., Staab, M., Härdtle, W., . . . Assmann, T. (2021). What shapes ground beetle assemblages in a tree species-rich subtropical forest? *Zookeys*, 907–927.
<https://doi.org/10.3897/zookeys.1044.63803>

12. ANEXOS

Anexo 1. Autorización emitida por el MAATE para la recolección de muestras de coleópteros.



Ministerio del Ambiente, Agua
y Transición Ecológica

AUTORIZACIÓN DE RECOLECCION DE ESPECIMENES DE ESPECIES DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA No. 677

ESTUDIANTES E INVESTIGADORES (SIN FINES COMERCIALES)

1.- AUTORIZACIÓN DE RECOLECTA DE ESPECÍMENES DE ESPECIES LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA

2.- CÓDIGO

MAATE-ARSFC-2025-0677

3.- DURACIÓN DEL PROYECTO

FECHA INICIO	FECHA FIN
2025-08-26	2026-02-26

4.- COMPONENTE A RECOLECTAR

Animal

El Ministerio del Ambiente y Agua, en uso de las atribuciones que le confiere la Codificación a la Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre autoriza a:

5.- INVESTIGADORES /TÉCNICOS QUE INTERVENDRÁN EN LAS ACTIVIDADES DE RECOLECCION

Nº de C.I./Pasaporte	Nombres y Apellidos	Nacionalidad	Nº REGISTRO SENESCYT	EXPERIENCIA	GRUPO BIOLÓGICO
0905260881	CORNEJO RODRIGUEZ MARIA HERMINIA	Ecuatoriana	4383R-11-2078	Especialista en entomología	Insecta
2450927740	JOSÉ MANUEL RODRÍGUEZ CARLOS	Ecuatoriana	No aplica	Estudiante	Insecta

6.- PARA QUE LLEVEN A CABO LA RECOLECCION DE ESPECIMENES DE ESPECIES LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA:

Nombre del Proyecto: Influencia de los microhábitats en la composición y estructura de las comunidades del orden Coleoptera en el bosque húmedo de Dos Mangas Santa Elena

7.- SE AUTORIZA LA RECOLECCION CON EL PROPOSITO DE:

Analizar la influencia de los microhábitats en las comunidades de Coleoptera en el bosque húmedo de Dos Mangas, mediante la caracterización de las variables fisicoquímicas y estructurales, relacionando los patrones de distribución, diversidad y abundancia.
Relacionar las características de los microhábitats con la distribución, diversidad y abundancia de Coleoptera en el área de estudio estableciendo los patrones.
Identificar las comunidades de Coleoptera presentes en cada tipo de microhábitat mediante análisis morfológico y la aplicación de claves taxonómicas.
Caracterizar los microhábitats del bosque mediante parámetros fisicoquímicos y estructurales.

8.- ÁREA GEOGRÁFICA QUE CUBRE LA RECOLECCIÓN DE LAS ESPECIES O ESPECÍMENES:

PROVINCIAS	SNAP	BOSQUE PROTECTOR
SANTA ELENA	NA	CORDILLERA CHONGÓN COLONCHE

9.- INFORMACIÓN DE LAS ESPECIES A RECOLECTAR

CLASE	ORDEN	FAMILIA	GENERO	ESPECIE	TIPO MUESTRA	N° MUESTRA	N° LOTE
Insecta	Coleoptera	Scarabaeidae	NA	NA	Organismo entero	3	
Insecta	Coleoptera	Carabidae	NA	NA	Organismo entero	3	
Insecta	Coleoptera	Cerambycidae	NA	NA	Organismo entero	3	
Insecta	Coleoptera	Curculionidae	NA	NA	Organismo entero	3	
Insecta	Coleoptera	Tenebrionidae	NA	NA	Organismo entero	3	
Insecta	Coleoptera	Chrysomelidae	NA	NA	Organismo entero	3	

10.- METODOLOGÍA APLICADA EN CAMPO

FASE DE RECOLECCIÓN:	Para la captura de coleópteros se emplearán 30 trampas de caída modificadas a partir del método de Newton y Peck (1975). Estas trampas consisten en un recipiente de plástico con dimensiones de 25 cm de longitud y 10 cm de diámetro enterrados al ras del suelo con un embudo de 2,5 cm de diámetro en su abertura, equipado en la parte superior con una estructura suspendida destinada a sostener el cebo en donde se consideró los principales hábitos tróficos de los coleópteros, incluyendo los coprófagos, que consumen heces; los necrófagos, que se alimentan de carroña; y los saprófagos, que aprovechan frutas en descomposición.
FASE DE PRESERVACIÓN:	Los ejemplares colectados en campo serán depositados en frascos rotulados de acuerdo con el microhábitat en el que fueron capturados, anestesiados con eugenol y preservados con alcohol al 70%. Posteriormente, serán trasladados a los laboratorios de la Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE), donde se realizará su identificación y clasificación.

11. METODOLOGIA APLICADA EN LABORATORIO

MÉTODOS EMPLEADOS EN EL LABORATORIO:	Los especímenes serán fijados en plataformas de poliestireno expandido utilizando alfileres entomológicos, lo que permitirá su manipulación y observación detallada bajo un estereoscopio. Para caracterizar la textura del suelo en los microhábitats seleccionados del bosque húmedo de Dos Mangas, se empleará una metodología combinada que integra el análisis granulométrico por tamizado y el método de sedimentación, lo cual permitirá una clasificación del suelo según el sistema textural del USDA, considerando las proporciones de arena, limo y arcilla.
---	---

12.- SE AUTORIZA LA UTILIZACIÓN DE LOS SIGUIENTES MATERIALES Y/O EQUIPOS PARA LA REALIZACIÓN DE ESTA RECOLECCION.

Grupo Biológico a Recolectar	Descripción	Tipo de Equipamiento
Insecta	GPS, CAMARA	Equipo en Campo
Insecta	ESTEREOSCOPIO	Equipo en Laboratorio

13.- COLECCIONES NACIONALES DEPOSITARIAS DEL MATERIAL BIOLÓGICO

Insecta	Museo de Entomología de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
---------	---

14.- RESULTADOS ESPERADOS

Se prevé registrar una comunidad diversa de coleópteros distribuida en al menos seis familias, con una representación estimada de entre 20 y 30 géneros. Al relacionar las variables ambientales y estructurales de los microhábitats con los datos biológicos obtenidos, se espera identificar patrones claros en la distribución, abundancia y diversidad de las comunidades de Coleoptera.

15.- CONTRIBUCIÓN DEL ESTUDIO PARA LA TOMA DE DECISIONES A LA ESTRATEGIA NACIONAL DE BIODIVERSIDAD 2011-2020.

METAS	DESCRIPCIÓN
Meta02.07.04AI 2017 se cuenta con una línea base espacialmente explícita sobre el estado de degradación de ecosistemas a nivel nacional.	La investigación busca generar información que permita comprender los patrones de distribución y abundancia de Coleoptera en función de características estructurales del microhábitat, registrando la diversidad entomológica asociada a distintos tipos de microhábitats. De este modo, se atiende la necesidad de llenar vacíos de conocimiento en una zona poco estudiada, promoviendo una visión más integral de la biodiversidad entomológica en ecosistemas tropicales poco representados.

DE ACUERDO A LAS SIGUIENTES ESPECIFICACIONES

1. Solicitud de: **JOSÉ MANUEL RODRÍGUEZ CARLOS**
2. Institución Nacional Científica : **UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA**
3. Fecha de entrega del informe final o preliminar: **2026/02/11**
4. Valoración técnica del proyecto: **GUARDERAS CHICAIZA DANNY VLADIMIR**
5. Esta Autorización **NO HABILITA LA MOVILIZACIÓN DE FLORA, FAUNA, MICROORGANISMOS Y HONGOS.**
6. Esta Autorización **NO HABILITA EXPORTACIÓN DE FLORA, FAUNA, MICROORGANISMOS Y HONGOS**, sin la correspondiente autorización del Ministerio del Ambiente y Agua.
7. Los especímenes o muestras recolectadas no podrán ser utilizadas en actividades de **BIOPROSPECCIÓN, NI ACCESO AL RECURSO GENÉTICO.**
8. Los resultados que se desprendan de la investigación, no podrán ser utilizados para estudios posteriores de Acceso a Recurso Genéticos sin la previa autorización del Ministerio del Ambiente y Agua.

OBLIGACIONES DEL/ LOS INVESTIGADOR/ES.

9. Ingresar al sistema electrónico de recolecta de especímenes de especies la diversidad biológica del ministerio del ambiente y agua, el o los informes parciales o finales en formato PDF, en el formato establecido.

Con los siguientes anexos:

- Escaneado de el o los certificados originales del depósito o recibo de las muestras, emitidas por las Colecciones Científicas Ecuatorianas como Internacionales depositarias de material biológico.
- Escaneado de las publicaciones realizadas o elaboradas en base al material biológico recolectado.
- Escaneado de material fotográfico que considere el investigador pueda ser utilizados para difusión. (se mantendrá los derechos de autor).

10. Citar en las publicaciones científicas, Tesis o informes técnicos el número de Autorización de Recolección otorgada por el Ministerio del Ambiente y Agua, con el que se recolecto el material biológico.

11. Depositar los holotipos en una institución científica depositaria de material biológico.
12. Los holotipos solo podrán salir del país en calidad de préstamo por un periodo no más de un año.
13. Las muestras biológicas a ser depositadas deberán ingresar a las colecciones respectivas siguiendo los protocolos emitidos por el Curador/a custodio de los especímenes.
14. Las muestras deberán ser preservadas, curadas y depositadas de lo contrario, se deberán sufragar los gastos que demanden la preparación del material para su ingreso a la colección correspondiente.

Del incumplimiento de las obligaciones dispuestas en los numerales, 9, 10, 11, 12, 13 y 14 se responsabiliza a **JOSÉ MANUEL RODRÍGUEZ CARLOS**.

DIRECTOR DE BIODIVERSIDAD
ALAVA CASTILLO JOEL FERNANDO
2025-08-25



Firmado electrónicamente por:
**JOEL FERNANDO ALAVA
CASTILLO**
Verificar electrónicamente con FirmatEC

Dirección: Calle Madrid 1156 y Andalucía
Código postal: 170525 / Quito-Ecuador
Teléfono: +593-2-538 7600
www.ambiente.gob.ec

Anexo 2. Solicitud de autorización para el desarrollo de la investigación en el bosque húmedo de Dos Mangas firmado por el presidente de la comuna.

La Libertad, 03 de Julio del 2025

Sr. Danilo Vera
Presidente de la Comuna Dos Mangas

En su Despacho.

De mi consideración

Yo, **Rodríguez Carlos José Manuel**, con C.I. **2450927740**, estudiante de la carrera de Biología de la **Facultad de Ciencias del Mar**, me dirijo a usted con el fin de solicitar su autorización para llevar a cabo actividades de investigación dentro del territorio de la comuna Dos Mangas, como parte de mi trabajo de titulación.

El proyecto lleva por título: **“Influencia de los microhábitats en la composición y estructura de las comunidades del orden Coleoptera en el bosque húmedo de Dos Mangas, Santa Elena”**, y tiene como objetivo principal analizar la influencia de los parámetros fisicoquímicos de los microhábitats en la distribución, diversidad y abundancia del orden Coleoptera.

Las actividades previstas incluyen la recolección de muestras de suelo y de organismos en puntos específicos previamente establecidos, cumpliendo con las normas ambientales vigentes y sin causar afectaciones al ecosistema ni a las actividades de la comunidad. Esta investigación tiene fines exclusivamente académicos.

Agradezco de antemano su atención y quedo atenta a una respuesta favorable.

Esperando que mi petición sea aceptada, le anticipo mis agradecimientos.

Atentamente,

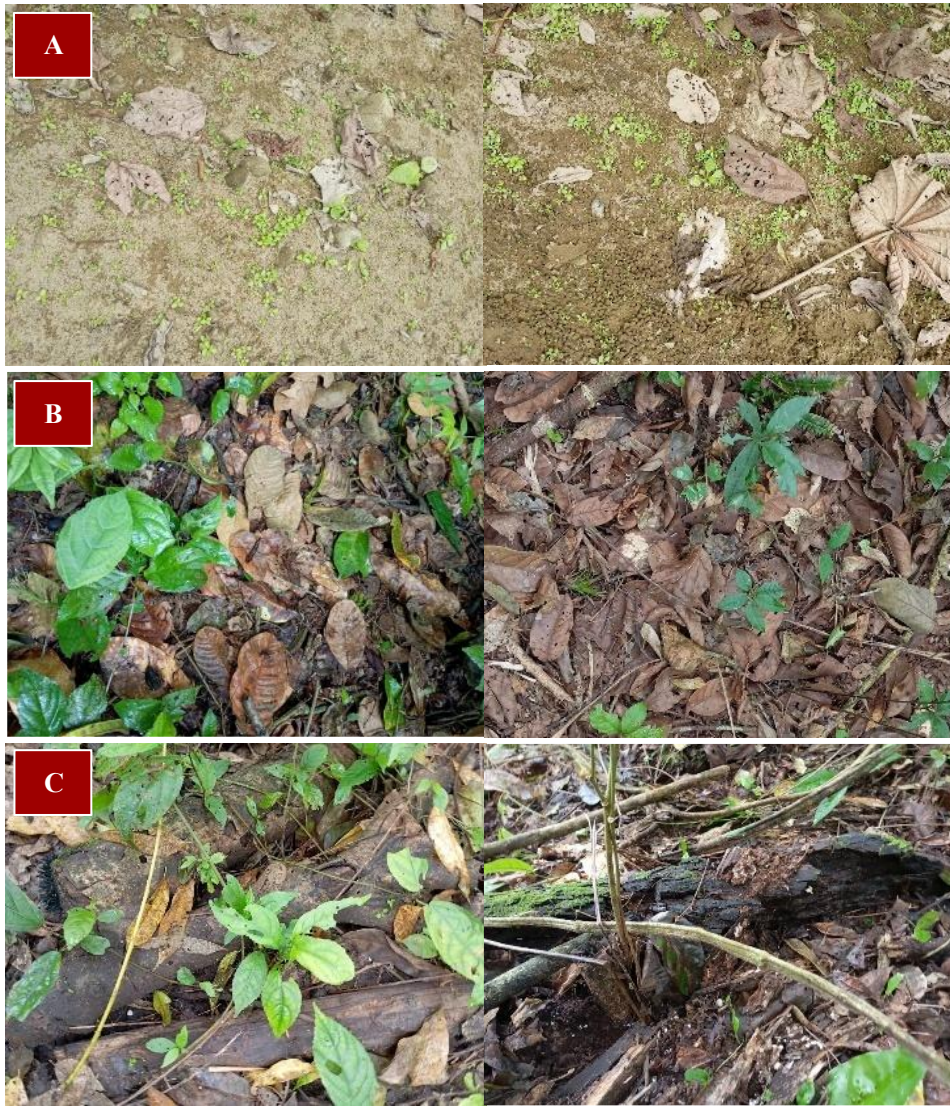
Jose Rodriguez

Rodríguez Carlos José Manuel
C.I. 2450927740
Estudiante de Biología
Facultad de Ciencias del Mar
Teléfono: 0960492089
Correo: jose.rodriguezcarlos@upse.edu.ec



Recibido
03/07/2025
04:27 PM
D. Vera

Anexo 3. Identificación de los microhábitats de estudio. A) Suelo descubierto, B) Hojarasca, C) Troncos caídos.



Anexo 4. Instalación de trampas pitfall en cada uno de los puntos de muestreo en los tres microhábitats de estudio.



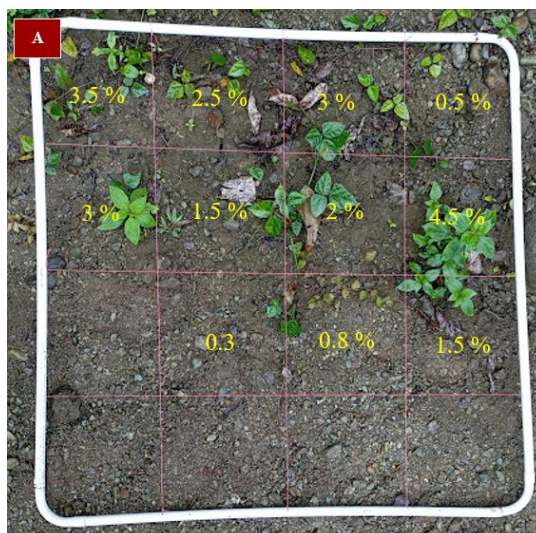
Anexo 5. Caracterización de los microhábitats mediante parámetros fisicoquímicos del suelo (Temperatura, humedad y pH).



Anexo 6. Caracterización de los microhábitats mediante parámetros estructurales (Textura del suelo y cobertura vegetal).

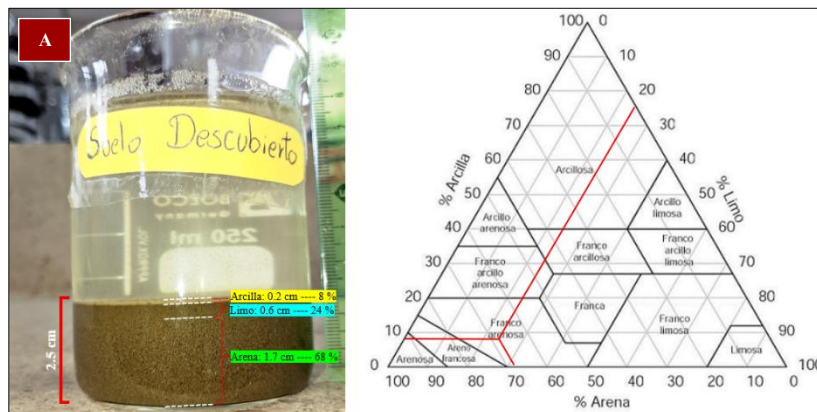


Anexo 7. Determinación de la cobertura vegetal en los microhábitats. A) Suelo Descubierta, B) Hojarascas, C) Troncos caídos.





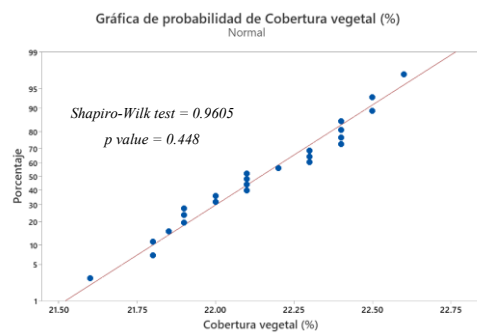
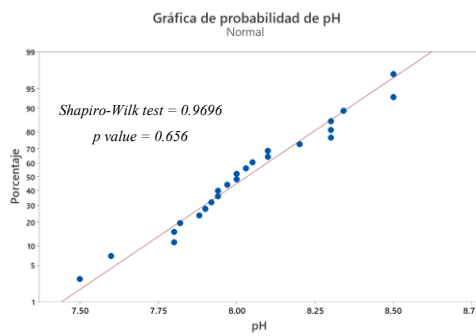
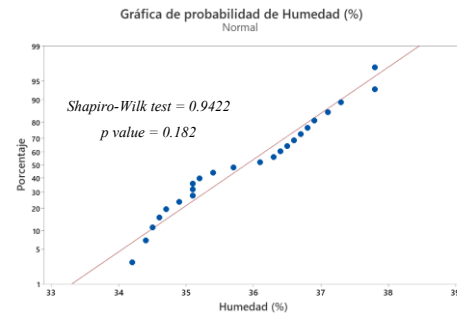
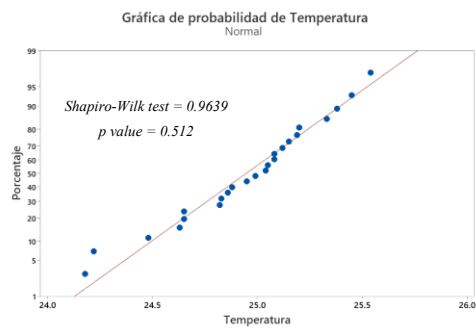
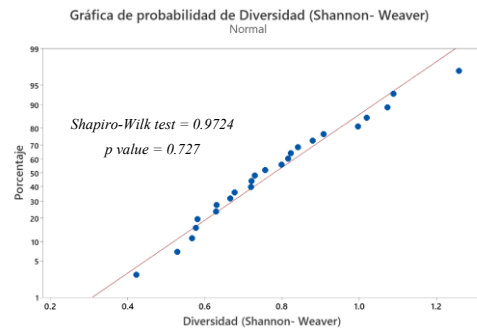
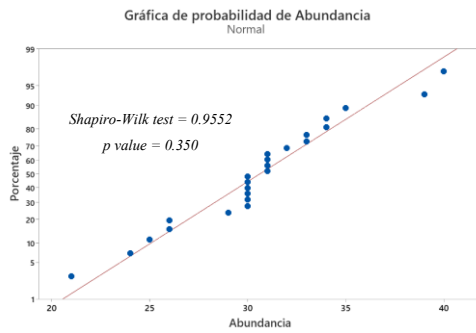
Anexo 8. Determinación de la textura del suelo de los microhábitats por el método de sedimentación. A) Suelo Descubierto, B) Hojarascas, C) Troncos caídos.



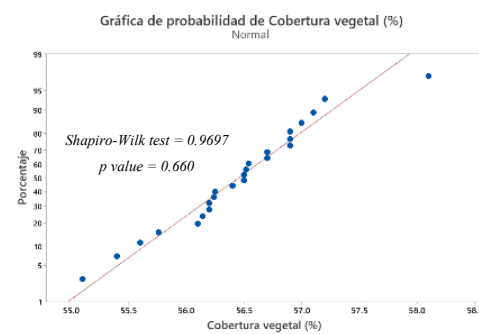
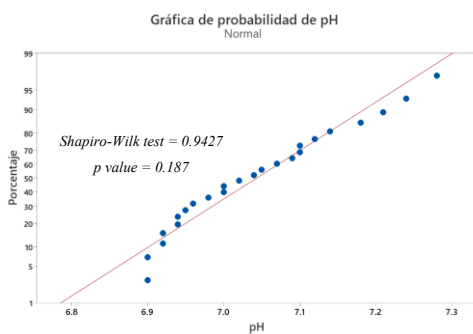
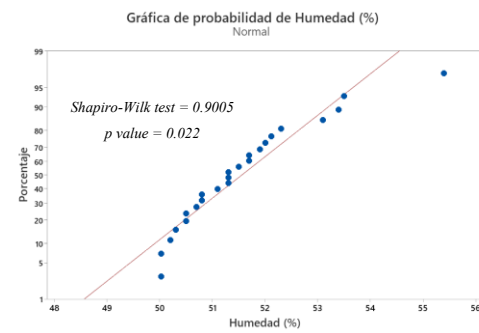
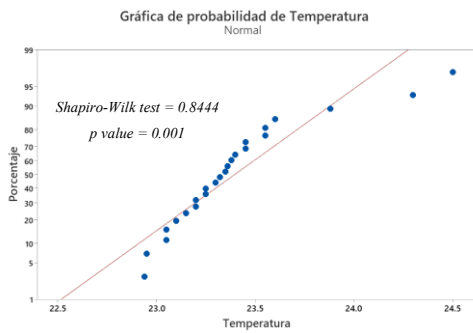
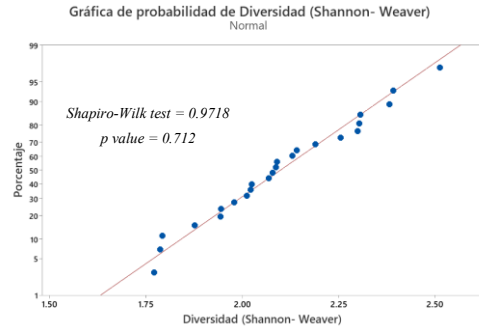
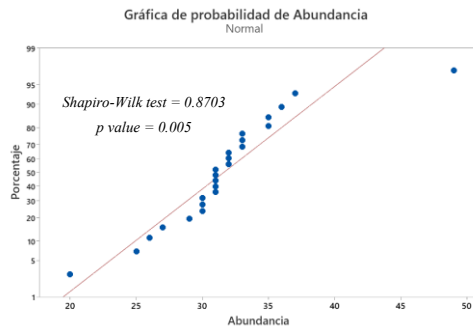
Anexo 10. Observación de morfológica de los coleópteros bajo microscopio digital para determinar el orden taxonómico.



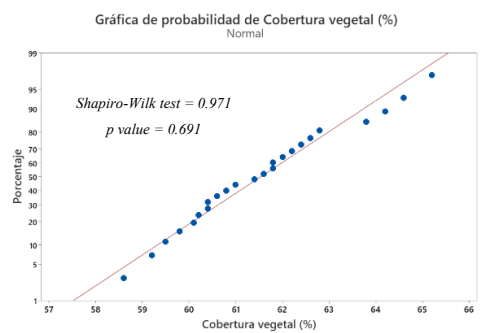
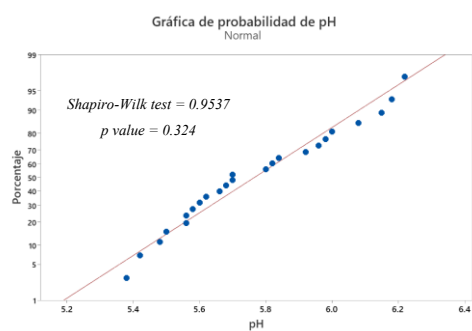
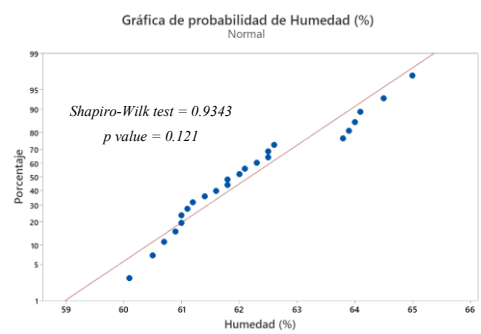
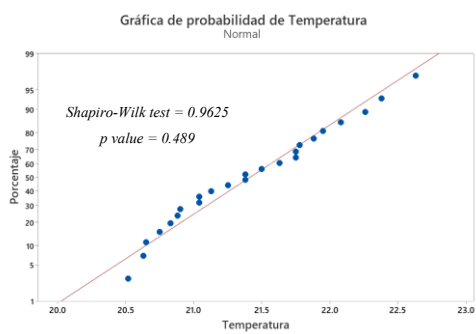
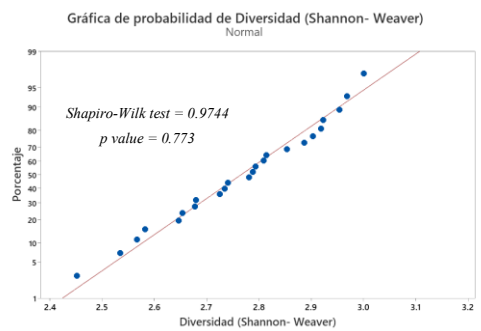
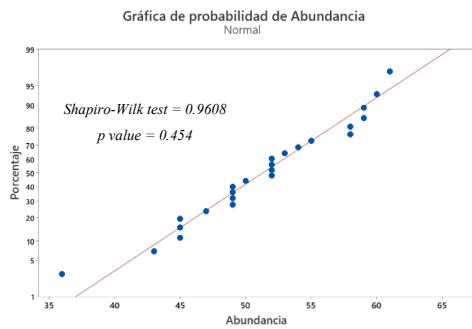
Anexo II. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk a los datos de abundancia, diversidad, temperatura, humedad, pH y cobertura vegetal del microhábitat suelo descubierto.



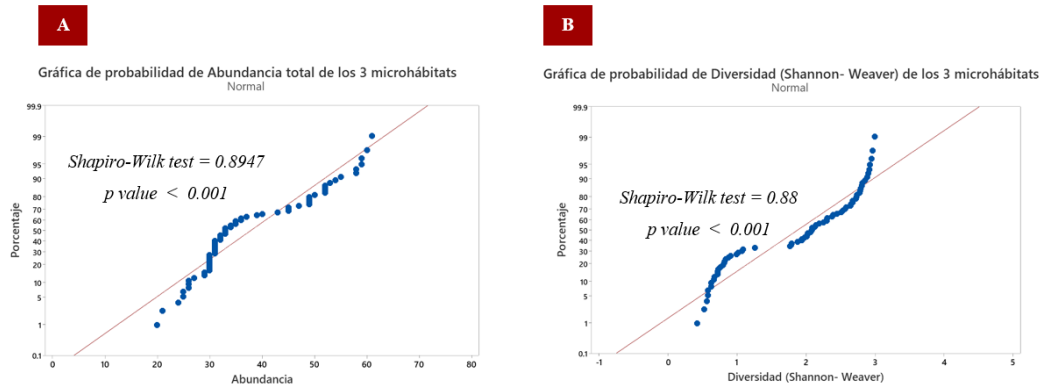
Anexo 12. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk a los datos de abundancia, diversidad, temperatura, humedad, pH y cobertura vegetal del microhábitat Hojarasca.



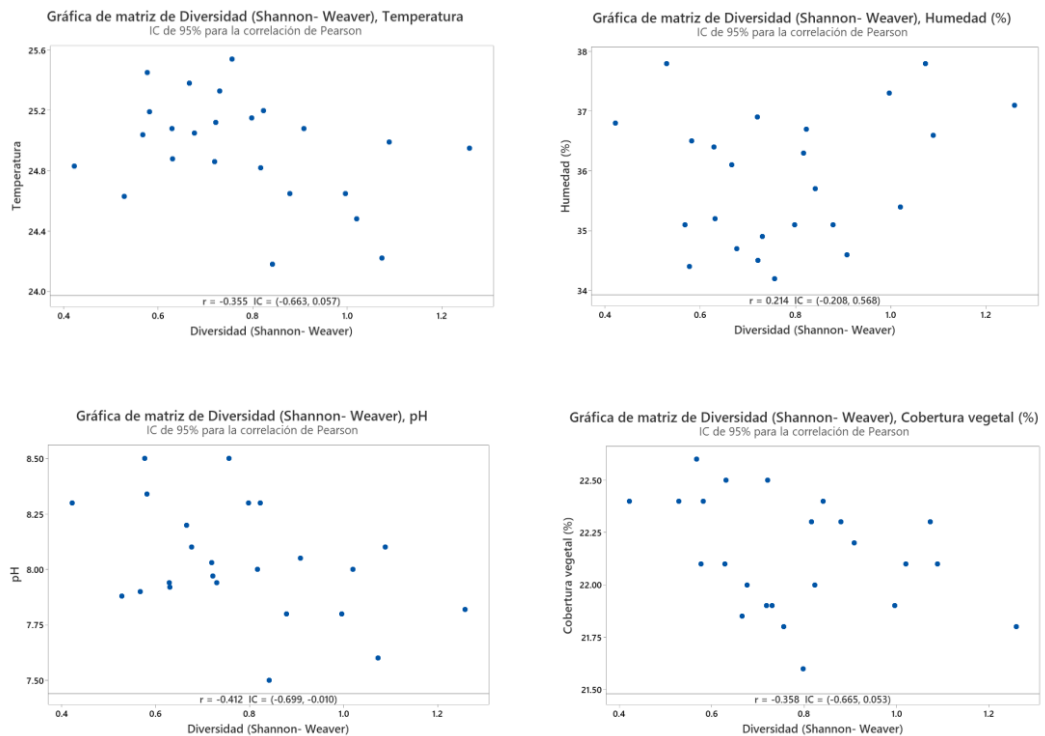
Anexo 13. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk a los datos de abundancia, diversidad, temperatura, humedad, pH y cobertura vegetal del microhábitat Troncos caídos



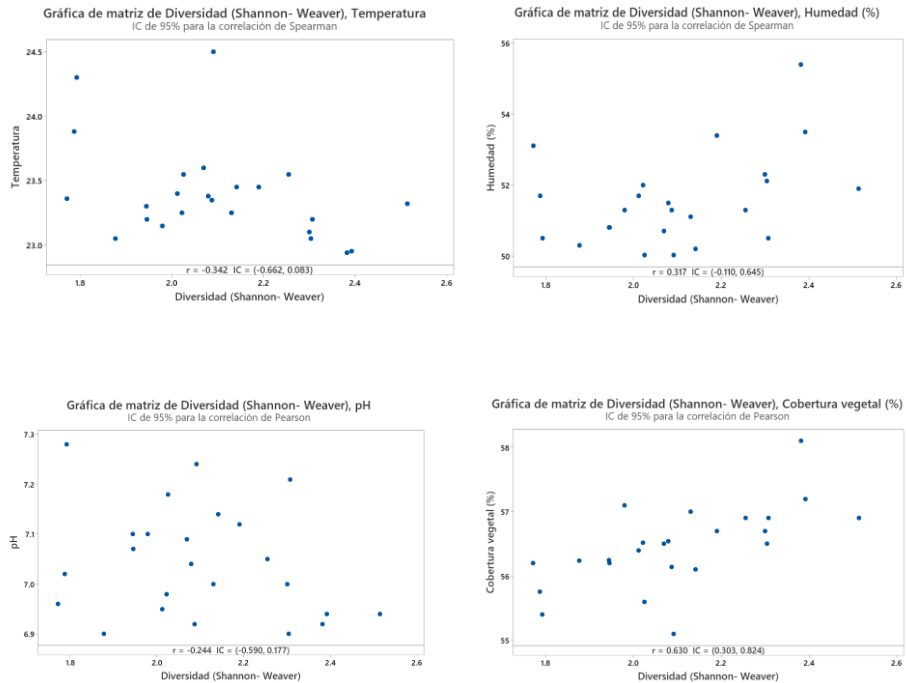
Anexo 14. Prueba de normalidad a los datos generales de los tres microhábitats de estudio. A) Abundancia, B) Diversidad.



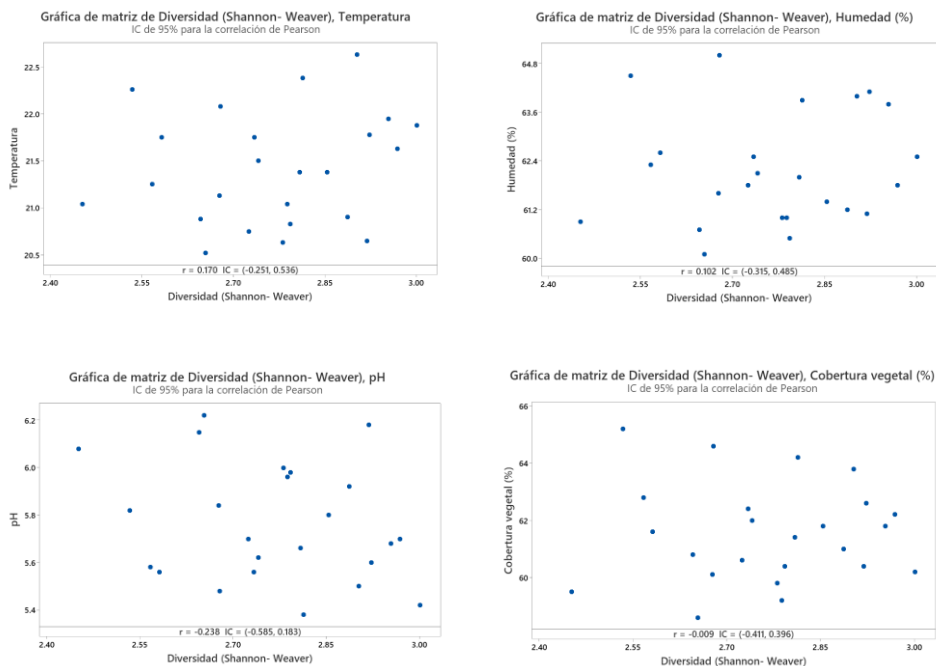
Anexo 15. Gráficas de las correlaciones establecidas entre la diversidad y la temperatura, humedad, pH y cobertura vegetal en el microhábitat Suelo Descubierto.



Anexo 16. Gráficas de las correlaciones establecidas entre la diversidad y la temperatura, humedad, pH y cobertura vegetal en el microhábitat Hojarascas.



Anexo 17. Gráficas de las correlaciones establecidas entre la diversidad y la temperatura, humedad, pH y cobertura vegetal en el microhábitat Troncos caídos.



Anexo 18. Visita al área de estudio por parte del docente tutor.



Anexo 19. Planteamiento del problema.

PROBLEMÁTICA

Ecuador es reconocido como uno de los países con mayor biodiversidad del planeta; no obstante, los esfuerzos investigativos se han concentrado principalmente en las regiones Andina y Amazónica, lo que ha generado una escasa representación de los ecosistemas costeros en la literatura científica (INABIO, 2022). En estudios previos en la provincia de Santa Elena, Ecuador, como el realizado en el bosque protector Chongón-Colonche, se han identificado 1406 especímenes adultos de coleópteros, distribuidos en 14 especies pertenecientes a cuatro familias, con una predominancia de la familia Scarabaeidae (Mera y Sojos, 2023). Sin embargo, en estas investigaciones se ha registrado la diversidad de Coleoptera desde una perspectiva general, sin considerar la influencia de microhábitats específicos como el suelo descubierto, la hojarasca y los troncos caídos sobre la composición de sus comunidades.

La carencia de un enfoque ecológico a microescala en las investigaciones limita la comprensión de los factores estructurales del microhábitat que condicionan la distribución y abundancia de estos insectos. En diversas investigaciones en otros ecosistemas tropicales se ha demostrado que los microhábitats albergan comunidades particulares de Coleoptera, lo que sugiere que la variabilidad microambiental es un determinante clave en la organización de sus comunidades (Granda, 2005).

En el bosque húmedo de Dos Mangas, ubicado en la provincia de Santa Elena, aún no se han estudiado con profundidad las asociaciones entre coleópteros y microhábitats. Esta ausencia de estudios impide establecer una línea base que permita evaluar el estado actual de sus comunidades, así como anticipar posibles cambios ante presiones ambientales o humanas.

Esta limitada comprensión de la relación entre la estructura del microhábitat y la distribución de Coleoptera en ecosistemas costeros evidencia un vacío en el conocimiento ecológico de la región. A partir de esta necesidad surge la pregunta de investigación que orienta el presente estudio: ¿Cómo influyen las características fisicoquímicas y estructurales de los microhábitats en la diversidad y abundancia de las comunidades del orden Coleoptera en el bosque húmedo de Dos Mangas, Santa Elena?

Anexo 20. Base de datos registrados en cada uno de los microhábitats de estudio.

	SUELO DESCUBIERTO						
MUESTREOS	Abundancia	Diversidad (Shannon)	Temperatura	Humedad (%)	pH	Cobertura vegetal (%)	Textura del suelo
Muestreo 1	33	0.6306	24.88	35.2	7.92	22.5	Franco-Arenoso
Muestreo 2	35	0.9964	24.65	37.3	7.80	23.0	Franco-Arenoso
Muestreo 3	32	0.7191	24.86	36.9	8.03	22.8	Franco-Arenoso
Muestreo 4	29	1.089	24.99	36.6	8.10	22.1	Franco-Arenoso
Muestreo 5	26	0.73	25.33	34.9	7.94	21.9	Franco-Arenoso
Muestreo 6	39	1.073	24.22	37.8	7.60	21.7	Franco-Arenoso
Muestreo 7	30	0.8791	24.65	35.1	7.80	22.3	Franco-Arenoso
Muestreo 8	30	0.4221	24.83	36.8	8.30	22.4	Franco-Arenoso
Muestreo 9	40	0.8417	24.18	35.7	7.50	21.8	Franco-Arenoso
Muestreo 10	33	1.02	24.48	35.4	8.00	22.9	Franco-Arenoso
Muestreo 11	30	0.9079	25.08	34.6	8.05	22.2	Franco-Arenoso
Muestreo 12	34	1.259	24.95	37.1	7.82	21.8	Franco-Arenoso
Muestreo 13	31	0.5671	25.04	35.1	7.90	22.6	Franco-Arenoso
Muestreo 14	31	0.7983	25.15	35.1	8.30	21.2	Franco-Arenoso
Muestreo 15	31	0.6288	25.08	36.4	7.94	22.8	Franco-Arenoso
Muestreo 16	34	0.5286	24.63	37.8	7.88	21.6	Franco-Arenoso
Muestreo 17	26	0.8227	25.2	36.7	8.30	21.8	Franco-Arenoso
Muestreo 18	21	0.7564	25.54	34.2	8.50	22.1	Franco-Arenoso
Muestreo 19	30	0.6764	25.05	34.7	8.10	22.0	Franco-Arenoso
Muestreo 20	25	0.666	25.38	36.1	8.20	21.2	Franco-Arenoso
Muestreo 21	31	0.7212	25.12	34.5	7.97	22.5	Franco-Arenoso
Muestreo 22	30	0.8163	24.82	36.3	8.00	22.3	Franco-Arenoso
Muestreo 23	30	0.5813	25.19	36.5	8.34	22.4	Franco-Arenoso
Muestreo 24	24	0.5766	25.45	34.4	8.50	22.1	Franco-Arenoso

	HOJARASCA						
MUESTREOS	Abundancia	Diversidad (Shannon)	Temperatura	Humedad (%)	pH	Cobertura vegetal (%)	Textura del suelo
Muestreo 1	27	2.141	23.45	50.2	7.14	56.10	Franco-Limoso
Muestreo 2	31	1.945	23.2	50.8	7.07	56.20	Franco-Limoso
Muestreo 3	30	1.944	23.3	50.8	7.10	56.25	Franco-Limoso
Muestreo 4	37	2.514	23.32	51.9	6.94	56.90	Franco-Limoso
Muestreo 5	26	2.025	23.55	50.0	7.18	55.60	Franco-Limoso
Muestreo 6	31	2.13	23.25	51.1	7.00	57.00	Franco-Limoso
Muestreo 7	31	1.979	23.15	51.3	7.10	57.10	Franco-Limoso
Muestreo 8	35	2.304	23.05	52.1	6.90	56.50	Franco-Limoso
Muestreo 9	32	2.012	23.4	51.7	6.95	56.40	Franco-Limoso
Muestreo 10	32	2.087	23.35	51.3	6.92	56.14	Franco-Limoso
Muestreo 11	29	2.069	23.6	50.7	7.09	56.50	Franco-Limoso
Muestreo 12	33	2.3	23.1	52.3	7.00	56.70	Franco-Limoso
Muestreo 13	36	2.392	22.95	53.5	6.94	57.20	Franco-Limoso
Muestreo 14	32	2.022	23.25	52.0	6.98	56.52	Franco-Limoso
Muestreo 15	20	2.091	24.5	50.0	7.24	55.10	Franco-Limoso
Muestreo 16	25	1.792	24.3	50.5	7.28	55.40	Franco-Limoso
Muestreo 17	49	2.382	22.94	55.4	6.92	58.10	Franco-Limoso
Muestreo 18	31	1.787	23.88	51.7	7.02	55.76	Franco-Limoso
Muestreo 19	31	2.079	23.38	51.5	7.04	56.54	Franco-Limoso
Muestreo 20	30	2.255	23.55	51.3	7.05	56.90	Franco-Limoso
Muestreo 21	33	1.877	23.05	50.3	6.90	56.24	Franco-Limoso
Muestreo 22	30	2.19	23.45	53.4	7.12	56.70	Franco-Limoso
Muestreo 23	33	2.307	23.2	50.5	7.21	56.90	Franco-Limoso
Muestreo 24	35	1.771	23.36	53.1	6.96	56.20	Franco-Limoso

	TRONCOS CAÍDOS						
MUESTREOS	Abundancia	Diversidad (Shannon)	Temperatura	Humedad (%)	pH	Cobertura vegetal (%)	Textura del suelo
Muestreo 1	50	2.788	21.04	61.0	5.96	59.2	Arcilloso
Muestreo 2	55	3.001	21.88	62.5	5.42	60.2	Arcilloso
Muestreo 3	45	2.919	20.65	61.1	6.18	60.4	Arcilloso
Muestreo 4	59	2.903	22.63	64.0	5.5	63.8	Arcilloso
Muestreo 5	45	2.646	20.88	60.7	6.15	60.8	Arcilloso
Muestreo 6	49	2.887	20.9	61.2	5.92	61	Arcilloso
Muestreo 7	61	2.679	22.08	65.0	5.48	64.6	Arcilloso
Muestreo 8	52	2.809	21.38	62.0	5.66	61.4	Arcilloso
Muestreo 9	54	2.582	21.75	62.6	5.56	61.6	Arcilloso
Muestreo 10	58	2.954	21.95	63.8	5.68	61.8	Arcilloso
Muestreo 11	52	2.741	21.5	62.1	5.62	62	Arcilloso
Muestreo 12	52	2.969	21.63	61.8	5.7	62.2	Arcilloso
Muestreo 13	53	2.734	21.75	62.5	5.56	62.4	Arcilloso
Muestreo 14	59	2.923	21.78	64.1	5.6	62.6	Arcilloso
Muestreo 15	52	2.567	21.25	62.3	5.58	62.8	Arcilloso
Muestreo 16	36	2.654	20.52	60.1	6.22	58.6	Arcilloso
Muestreo 17	45	2.452	21.04	60.9	6.08	59.5	Arcilloso
Muestreo 18	49	2.854	21.38	61.4	5.8	61.8	Arcilloso
Muestreo 19	49	2.677	21.13	61.6	5.84	60.1	Arcilloso
Muestreo 20	58	2.814	22.38	63.9	5.38	64.2	Arcilloso
Muestreo 21	43	2.793	20.83	60.5	5.98	60.4	Arcilloso
Muestreo 22	47	2.781	20.63	61.0	6	59.8	Arcilloso
Muestreo 23	49	2.725	20.75	61.8	5.7	60.6	Arcilloso
Muestreo 24	60	2.534	22.26	64.5	5.82	65.2	Arcilloso

Anexo 21. Reporte de Compilatio.


CERTIFICADO DE ANÁLISIS
magister

RODRÍGUEZ JOSE T TITULACION compilato

9%
Textos
sospechosos



< 1% Similitudes
0 % similitudes entre comillas
0 % entre las fuentes mencionadas

8% Idiomas no reconocidos

5% Textos potencialmente generados por la IA (ignorado)

Nombre del documento: RODRÍGUEZ JOSE T TITULACION compilato.docx

ID del documento: 7dbcb10ed374316fc9540d13cab47f2967348c1c

Tamaño del documento original: 9,73 MB

Depositante: MARIA HERMINIA CORNEJO RODRIGUEZ

Fecha de depósito: 5/11/2025

Tipo de carga: interface

fecha de fin de análisis: 5/11/2025

Número de palabras: 19.796

Número de caracteres: 134.534

Ubicación de las similitudes en el documento:


Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	 estructura de insecto.pdf estructura de insecto.pdf #4f1414 Viene de de mi grupo	< 1%	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: #ccc; position: relative;"><div style="width: 10%; height: 100%; background-color: #000;"></div></div>	Palabras idénticas: < 1% (11 palabras)
2	 Documento de otro usuario #583881 Viene de de otro grupo	< 1%	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: #ccc; position: relative;"><div style="width: 10%; height: 100%; background-color: #000;"></div></div>	Palabras idénticas: < 1% (10 palabras)
3	 Documento de otro usuario #7f004f Viene de de otro grupo	< 1%	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: #ccc; position: relative;"><div style="width: 10%; height: 100%; background-color: #000;"></div></div>	Palabras idénticas: < 1% (10 palabras)

Fuentes ignoradas Estas fuentes han sido retiradas del cálculo del porcentaje de similitud por el propietario del documento.

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	 Propuesta de investigación José Rodríguez 19_Mayo.docx Propuesta ... #58415e Viene de de mi grupo	6%	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: #ccc; position: relative;"><div style="width: 6%; height: 100%; background-color: #000;"></div></div>	Palabras idénticas: 6% (1137 palabras)
2	 Avance 1. Tema, problema, justificación.pdf Avance 1. Tema, proble... #52b5b7 Viene de de mi grupo	3%	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: #ccc; position: relative;"><div style="width: 3%; height: 100%; background-color: #000;"></div></div>	Palabras idénticas: 3% (582 palabras)
3	 Avance 2. Objetivos y Metodología.pdf Avance 2. Objetivos y Metodol... #6cb9f9 Viene de de mi grupo	< 1%	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: #ccc; position: relative;"><div style="width: 1%; height: 100%; background-color: #000;"></div></div>	Palabras idénticas: < 1% (75 palabras)

Anexo 22. Fichas de identificación de especies.

<i>Phanaeus sp.</i> MacLeay, 1819	
 <p><i>Phanaeus sp.</i> Vista dorsal (izquierda), lateral (centro) y ventral (derecha).</p>	Taxonomía <p>Reino: Animalia Filo: Arthropoda Clase: Insecta Orden: Coleoptera Familia: Scarabaeidae Género: <i>Phanaeus</i> Especie: <i>Phanaeus sp.</i></p>
Descripción	
<p>El género <i>Phanaeus</i> se caracteriza por un clipeo con dos dientes obtusos separados por una hendidura media, la cabeza en los machos presenta un cuerno cefálico curvado hacia atrás, cónico y engrosado en la base. El pronoto, de superficie lisa a simple vista, muestra una región aplanada triangular en los machos, en hembras es más convexo y sin cuerno. La coloración es predominantemente negra mate con reflejos rojizas metálicas poco notorias en el clipeo, pronoto o pigidio. Los élitros son negros, convexos, con estrías bien marcadas, mientras que el pigidio puede mostrar tonalidades rojizas en la zona central y verdosas en los márgenes. El abdomen es negro con reflejos verdosos o azulados en las patas (Carvajal et al., 2011). El ejemplar fue colectado en el microhábitat de troncos caídos con hábito alimenticio coprófago.</p>	

Deltochilum gibbosum (Fabricius, 1775)



Deltochilum gibbosum. Vista dorsal (izquierda) y ventral (derecha).

Taxonomía

Reino: Animalia

Filo: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Coleoptera

Familia: Scarabaeidae

Género: *Deltochilum*

Especie: *Deltochilum gibbosum*

Descripción

D. gibbosum es un escarabajo de cuerpo grande y globoso, con una longitud de 22 a 28 mm y coloración negro; la cabeza presenta un clipeo provisto de cuatro denticulos, siendo los internos agudos y los externos redondeados. El pronoto tiene ángulos anteriores agudos, con punteado denso y presencia de pequeños gránulos, mientras que los élitros descienden en el ápice, mostrando estrías bien marcadas, además de presentar de tres a cinco carinas longitudinales variables y una carina humeral corta. En los machos se observan prominentes gibas en el disco elitral, tibia anterior tridentada y tibias posteriores más curvadas, mientras que las hembras carecen de dichas gibas. El pigidio es grande, aplanado y orientado casi verticalmente, y los tarsos anteriores se encuentran reducidos o ausentes (Carrillo-Suet, 2014). El ejemplar fue colectado en los tres microhábitats de estudio con hábito alimenticio coprófago y necrófago.

Deltochilum crenulipes Paulian, 1938



Deltochilum crenulipes. Vista dorsal (izquierda) y ventral (derecha).

Taxonomía

Reino: Animalia

Filo: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Coleoptera

Familia: Scarabaeidae

Género: *Deltochilum*

Especie: *Deltochilum crenulipes*

Descripción

D. crenulipes es un escarabajo de talla mediana con longitudes que oscilan entre 14 y 16 mm, de cuerpo robusto y ovalado, más ancho a nivel medio de las élitras. La cabeza presenta un clipeo y dentición doble, mientras que el pronoto es más estrecho que los élitros y muestra un punteado lineal con márgenes laterales dando lugar a estrías ligeramente marcadas. El pygidium y la región ventral presentan punteado y carecen de pubescencia. Las patas, con fémures robustos y tibias provistas de dientes y espinas, están adaptadas a la excavación y manipulación de excrementos, lo que refleja su comportamiento coprófago característico (Chamorro et al., 2019). El ejemplar fue colectado en los microhábitats de suelo descubierto, hojarasca y troncos caídos con hábito alimenticio coprófago y necrófago.

Deltochilum pseudoparile Paulian, 1938



Deltochilum pseudoparile. Vista dorsal (izquierda) y ventral (derecha).

Taxonomía

Reino: Animalia

Filo: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Coleoptera

Familia: Scarabaeidae

Género: *Deltochilum*

Especie: *Deltochilum pseudoparile*

Descripción

D. pseudoparile es una especie mediana con ejemplares que suelen medir entre 10-14 mm de longitud. Su cuerpo es robusto y convexo, con la máxima anchura situada en la región media lo que le confiere un perfil dorsal redondeado. La coloración externa es uniforme, de tonalidades pardo-rojizas, sin manchas contrastantes, y tanto el pronoto como los élitros presentan micropuntos. El clípeo tiene un contorno simple y sin grandes proyecciones visible, las patas mantienen la morfología típica del grupo coprófago, con tibias y fémures adaptados a la excavación, y en los machos se observan denticulos en tibias y fémures, además de diferencias en la textura de los metafémures (Carvajal et al., 2011). El ejemplar fue colectado en los microhábitats de hojarascas y troncos caídos con hábito alimenticio coprófago.

Ontherus sp. Erichson, 1847



Ontherus sp. Vista dorsal (izquierda) y ventral (derecha).

Taxonomía

Reino: Animalia

Filo: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Coleoptera

Familia: Scarabaeidae

Género: *Ontherus*

Especie: *Ontherus sp.*

Descripción

Ontherus sp. es un escarabajo de tamaño moderado cercano a 15 mm de longitud y color negro; el escutelo es ausente, los élitros presentan ocho estrías bien definidas (nueve contando el margen flexionado), con interestrías ligeramente convexas. El pronoto es robusto y densamente punteado, mientras que el mesoesternón es de forma triangular y punteado en su región media. El metaesternón se estrecha anteriormente entre la mitad de las coxas, y el abdomen muestra seis esternitos visibles lateralmente, aunque solo tres evidentes en la zona media por la compresión ventral. Las tibias posteriores se expanden gradualmente hacia el ápice, sin carena en el margen externo, y los tarsos terminan en uñas bien desarrolladas (Chamorro et al., 2018). El ejemplar fue colectado en el microhábitat de troncos caídos con hábito alimenticio coprófago.

Oryctes nasicornis (Linnaeus, 1758)



Oryctes nasicornis. Vista dorsal (izquierda) y ventral (derecha).

Taxonomía

Reino: Animalia

Filo: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Coleoptera

Familia: Scarabaeidae

Género: *Oryctes*

Especie: *Oryctes nasicornis*

Descripción

O. nasicornis es un escarabajo robusto, de cuerpo convexo y brillante, cuya longitud varía entre 25 y 47 mm; presenta un marcado dimorfismo sexual. En los machos, la cabeza triangular lleva un cuerno clipeal largo e incurvado hacia atrás, mientras que el pronoto muestra un relieve transversal prominente con tubérculos romos; en las hembras, dicho cuerno se reduce a una protuberancia pequeña y el pronoto carece de tubérculos, mostrando en el pigidio una densa pilosidad rojiza. Los élitros son oblongos, muy convexos, con tubérculos humerales bien desarrollados y estrías longitudinales punteadas. El cuerpo es negro con reflejos rojizos, y la parte ventral junto con los fémures, cubierta por abundante pilosidad rojiza. Las patas son fuertes, con tibias anteriores adaptadas a la excavación y posteriores provistas de espinas, mientras que las antenas poseen diez artejos (Jiménez-Sánchez et al., 2017). El ejemplar fue colectado en el microhábitat de troncos caídos y tiene un hábito alimenticio saproxilófago.

Coprophanaeus morenoi Arnaud, 1982



Coprophanaeus morenoi. Vista dorsal (izquierda), lateral (centro) y ventral (derecha).

Taxonomía

Reino: Animalia

Filo: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Coleoptera

Familia: Scarabaeidae

Género: *Coprophanaeus*

Especie: *Coprophanaeus morenoi*

Descripción

C. morenoi es un escarabajo de tamaño mediano a grande, generalmente negro con leves reflejos metálicos; el clípeo presenta dos dientes bien marcados que, en vista frontal, forman una figura semejante a una “M”. En los machos, la cabeza exhibe una carina cefálica trituberculada distintiva y el pronoto desarrolla una prominencia bimórfica, ya sea en forma de cuña con lóbulos unidos por carinas gruesas, flanqueada por amplias concavidades; en las hembras estas estructuras son menos notorias. Los élitros son robustos, con estrías poco profundas e interestrías lisas, sin ornamentación lateral evidente. El pigidio es amplio y la superficie ventral del pronoto aparece lisa. Las patas son fuertes, con tibias anteriores provistas de espinas adaptadas a la excavación (Vergara Navarro et al., 2021). El ejemplar fue colectado los microhábitats de troncos caídos y hojarasca y tiene un hábito alimenticio coprófago y necrófago.

Eurysternus foedus Guérin-Méneville, 1844



Eurysternus foedus. Vista dorsal (izquierda) y ventral (derecha).

Taxonomía

Reino: Animalia

Filo: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Coleoptera

Familia: Scarabaeidae

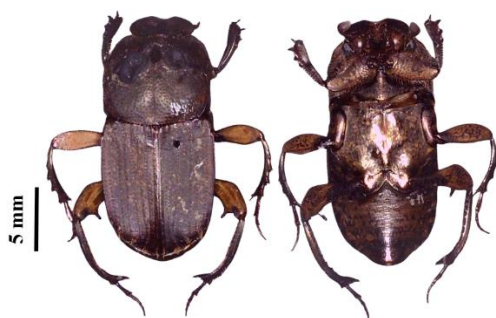
Género: *Eurysternus*

Especie: *Eurysternus foedus*

Descripción

E. foedus es un escarabajo de cuerpo alargado, con una longitud entre 13 y 16 mm, de color marrón a marrón verdoso. La cabeza carece de dientes en el clipeo; el pronoto es rugoso, con depresión triangular posterior y puntuación irregular, más marcada en las zonas deprimidas. Los élitros muestran ocho estrías y una quinta interestría más elevada, con disco ligeramente aplanado. El pigidio es convexo, no emarginado, con puntuación densa, mientras que las patas son robustas: en los machos, la tibia anterior es arqueada, mientras que en hembras conserva un ángulo apical espiniforme. Los fémures posteriores son brillantes en su mayor parte, con ápice mate y puntuado, y el aparato genital se caracteriza por parámetros recurvados y lamela accesoria con tres dientes (Camero-Rubio, 2010). El ejemplar fue colectado en los microhábitats de troncos caídos y hojarasca y tiene un hábito alimenticio coprófago.

Eurysternus caribaeus (Herbst, 1789)



Eurysternus caribaeus. Vista dorsal (izquierda) y ventral (derecha).

Taxonomía

Reino: Animalia

Filo: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Coleoptera

Familia: Scarabaeidae

Género: *Eurysternus*

Especie: *Eurysternus caribaeus*

Descripción

E. caribaeus es una especie de cuerpo alargado cuya longitud varía entre 10 y 20 mm, con coloración generalmente marón o rojiza, a menudo con puntos irregulares distribuidos por toda la superficie. La cabeza carece de dientes en el clipeo y presenta puntuación fina, mientras que el pronoto es convexo, con puntuación ocelada uniforme y cuatro callosidades brillantes bien definidas. Los élitros son mates, con ocho estrías marcadas y la quinta interestría convexa, delimitadas lateralmente por una carina elevada. En los machos, la tibia anterior presenta tres dientes apicales y una carina ventral completa, mientras que en las hembras los tres dientes son normales. El pigidio se encuentra densamente punteado y el aparato genital se distingue por una lamela accesoria con un pequeño diente triangular (Camero-Rubio , 2010). El ejemplar fue colectado los microhábitats de hojarasca y suelo descubierto presentando un hábito alimenticio coprófago.

Onthophagus sp. Latreille, 1802



Onthophagus sp. Vista dorsal (izquierda) y ventral (derecha).

Taxonomía

Reino: Animalia

Filo: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Coleoptera

Familia: Scarabaeidae

Género: *Onthophagus*

Especie: *Onthophagus* sp.

Descripción

El género *Onthophagus* se caracteriza por presentar un cuerpo de tamaño variable que va desde 3-12 mm, con forma ovoidal a subcilíndrica y habitualmente abombada en vista dorsal; la cabeza muestra un clipeo con gran variación morfológica, desde bordes rectos o truncados hasta lóbulos diferenciados, y en muchos machos se observan proyecciones clipeales o cuernos cefálicos, mientras que el pronoto puede ser liso, rugoso o con tubérculos y suele mostrar márgenes laterales rebordados; los élitros presentan un patrón de estrías y puntuación; las patas son robustas y adaptadas a excavar, con tibias anteriores provistas de cuatro dientes en el margen externo, tibias medias y posteriores de forma triangular y dilatadas en el ápice, además de un tarso basal posterior alargado casi del mismo tamaño que el espolón tibial. (Chamorro et al., 2019). El ejemplar fue colectado los microhábitats de troncos caídos y hojarasca presentando un hábito alimenticio coprófago.

Canthon mutabilis basalis Schmidt, 1920



Canthon mutabilis basalis. Vista dorsal (izquierda) y ventral (derecha).

Taxonomía

Reino: Animalia

Filo: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Coleoptera

Familia: Scarabaeidae

Género: *Canthon*

Especie: *Canthon mutabilis*

Subespecie: *C. mutabilis basalis*

Descripción

Esta subespecie de *C. mutabilis* mide entre 5-6 mm y se distingue por poseer la cabeza y el pronoto de color negro brillante, sus élitros muestran una llamativa tonalidad naranja en la parte superior que contrasta con el fondo oscuro, patrón no presente en las demás variedades. El cuerpo es compacto y moderadamente convexo en vista dorsal; el pronoto tiene bordes bien formados, sin protuberancias cordiales o cuernos sobresalientes en esta variedad. Los élitros tienen estrías longitudinales bien marcadas, con interestrías de superficie más lisa. La superficie corporal muestra punteado fino ya que los márgenes laterales de los élitros y las epipleuras están visibles y sin ornamentación extra (Chamorro et al., 2019). El ejemplar fue colectado los microhábitats de troncos caídos y hojarasca presentando un hábito alimenticio coprófago.

Anomala testaceipennis Blanchard, 1851



Anomala testaceipennis. Vista dorsal (izquierda) y ventral (derecha).

Taxonomía

Reino: Animalia

Filo: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Coleoptera

Familia: Scarabaeidae

Género: *Anomala*

Especie: *Anomala testaceipennis*

Descripción

A. testaceipennis es un escarabajo de tamaño mediano, de 12 a 15 mm, con cuerpo ovalado y convexo. La cabeza y el pronoto presentan coloración verde metálica brillante, con clipeo ancho ligeramente emarginado y punteado fino, frente más oscura. El pronoto es ancho, convexo y con ángulos posteriores agudos; los élitros son alargados, testáceos amarillentos, cubriendo completamente el abdomen, con estrías longitudinales marcadas e interestrías planas y suavemente punteadas. La región ventral es verde metálico con reflejos bronceados, y las patas robustas, con protibias tridentadas adaptadas para excavar y tarsos terminados en uñas simples. Los machos tienen antenas con láminas más largas y pigidio ligeramente proyectado, mientras que las hembras presentan antenas más cortas y abdomen más ancho (Carvajal et al., 2011). El ejemplar fue colectado en el microhábitat de hojarasca presentando un hábito alimenticio saprófago.

Onthophagus incensus Say, 1835



Onthophagus incensus. Vista dorsal (izquierda), lateral (centro) y ventral (derecha).

Taxonomía

Reino: Animalia

Filo: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Coleoptera

Familia: Scarabaeidae

Género: *Onthophagus*

Especie: *Onthophagus incensus*

Descripción

O. incensus es un escarabajo de pequeño a mediano tamaño, con longitudes que oscilan entre 5 y 10 mm, de cuerpo ovalado y alargado, generalmente de color pardo oscuro a negro. La cabeza presenta un margen anterior en forma de V bien definida, mientras que el pronoto es convexo con ángulos laterales redondeados. Los élitros muestran ocho estrías longitudinales marcadas y las tibias anteriores poseen cuatro dientes evidentes en el borde externo, lo que refleja su adaptación al hábito excavador. Exhibe dimorfismo sexual, pues los machos poco desarrollados presentan solo una ligera protuberancia entre clipeo y frente, mientras que los bien desarrollados muestran un cuerno curvado detrás de cada ojo; en cambio, las hembras carecen de cuernos y su clipeo se asemeja al de los machos menos desarrollados (Huerta et al., 2016). El ejemplar fue colectado en el microhábitat de hojarascas y troncos caídos presentando un hábito alimenticio coprófago.

Onthophagus rhinolophus Harold, 1869



Onthophagus rhinolophus. Vista dorsal (izquierda), lateral (centro) y ventral (derecha).

Taxonomía

Reino: Animalia

Filo: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Coleoptera

Familia: Scarabaeidae

Género: *Onthophagus*

Especie: *Onthophagus rhinolophus*

Descripción

O. rhinolophus es una especie pequeña, de unos 7 mm de longitud por 4 mm de ancho, con la cabeza y el pronoto de color verde metálico a veces con tonos cobrizos, mientras que los élitros son más oscuros y presentan siete estrías bien definidas. La cabeza muestra una frente ligeramente rugosa con dos cuernos medianos y un clípeo provisto de una proyección prominente en forma de pala redondeada. El pronoto es convexo y posee una fóvea lateral pequeña y redondeada, mientras que el escutelo no es visible entre la base de los élitros. Las tibias anteriores presentan cuatro dientes distales grandes y carecen de tarsos, en tanto que las tibias medias y posteriores se expanden gradualmente hacia el ápice con tarsos triangulares y el primer segmento alargado en las patas posteriores. Sus antenas poseen un mazo con tres lamelas bien desarrolladas (Villamarín-Cortez, 2010). El ejemplar fue colectado en el microhábitat de hojarascas y troncos caídos presentando un hábito alimenticio coprófago y necrófago.

Lagochile obscurata Ohaus, 1905



Lagochile obscurata. Vista dorsal (izquierda) y ventral (derecha).

Taxonomía

Reino: Animalia

Filo: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Coleoptera

Familia: Scarabaeidae

Género: *Lagochile*

Especie: *Lagochile obscurata*

Descripción

L. obscurata es un escarabajo de tamaño mediano a grande (18–22 mm), de cuerpo convexo y robusto. La cabeza presenta clipeo profundamente escotado en el margen anterior, con mandíbulas de borde externo sinuado o dentado. El pronoto carece de margen basal y el escutelo es grande, mostrando una mancha negra triangular característica que distingue al género. El mesoesterno posee un proceso largo, robusto y redondeado en el ápice, orientado hacia adelante y arriba; los mesoepímeros están cubiertos por el húmero elital. Las metatibias llevan sedas espiniformes apicales, mientras que los fémures posteriores carecen de órgano estridulador. Los machos suelen presentar protarsos engrosados, y en todos los tarsos las uñas mayores son sencillas (Carvajal et al., 2011). El ejemplar fue colectado en el microhábitat de troncos caídos presentando un hábito alimenticio saprófago.

Dyscinetus morator (Fabricius, 1798)



Dyscinetus morator. Vista dorsal (izquierda) y ventral (derecha).

Taxonomía

Reino: Animalia

Filo: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Coleoptera

Familia: Scarabaeidae

Género: *Dyscinetus*

Especie: *Dyscinetus morator*

Descripción

D. morator es un escarabajo que mide entre 18-25 mm de longitud, con un cuerpo suboval, oblongo y ligeramente convexo, de color negro con un leve brillo metálico. La cabeza posee un clípeo de margen anterior recto, mientras que el pronoto es amplio, convexo y de superficie uniforme sin tubérculos. Los élitros muestran como carácter diagnóstico cinco cóstulas (crestas) longitudinales bien definidas formadas por series de punturas, con intervalos lisos. Las tibias y tarsos están adaptados para ser excavadoras, con dimorfismo sexual marcado en los protarsos, puesto que en los machos el último segmento tarsal anterior es ensanchado y las garras terminales son desiguales, mientras que en las hembras los tarsos son normales y las garras simétricas (Woodruff, 2002). El ejemplar fue colectado en el microhábitat de troncos caídos presentando un hábito alimenticio saprófago.

Canthidium haroldi Preudhomme de Borre, 1886



Canthidium haroldi. Vista dorsal (izquierda) y ventral (derecha).

Taxonomía

Reino: Animalia

Filo: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Coleoptera

Familia: Scarabaeidae

Género: *Canthidium*

Especie: *Canthidium haroldi*

Descripción

C. haroldi es una especie pequeña de entre 6 y 10 mm, con un cuerpo convexo y compacto de coloración general parda oscura a negra con reflejos metálicos verdosos y rojizos, y tegumento dorsal liso, brillante y sin setas. La cabeza presenta el margen anterior del clipeo sinuado y bidentado, los ojos son estrechos en su parte dorsal. El pronoto es convexo, con puntuación fina y dispersa, mientras que el escutelo no es visible. Los élitros muestran ocho estrías poco profundas con puntuaciones finas y separadas. Las tibias anteriores poseen tres dientes externos y un espolón apical simple, mientras que las tibias medias y posteriores son expandidas hacia el ápice, además el último esternito abdominal es más ancho en las hembras (Carvajal et al., 2011). El ejemplar fue colectado en los tres microhábitats de estudio presentando un hábito alimenticio coprófago.

Aphodius sp. Hellwig, 1798



Aphodius sp. Vista dorsal (izquierda) y ventral (derecha).

Taxonomía

Reino: Animalia

Filo: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Coleoptera

Familia: Scarabaeidae

Género: *Aphodius*

Especie: *Aphodius sp.*

Descripción

Aphodius sp. es un escarabajo pequeño de 5-8 mm, cuyo cuerpo es alargado, con clípeo muy ancho que cubre dorsalmente al labro y las mandíbulas, lo cual limita su visibilidad ventral; el pigidio queda parcialmente cubierto por los élitros. En las patas posteriores se observan dos espolones apicales y las tibias medias y posteriores poseen carinas transversas marcadas. La protibia se ensancha gradualmente desde la base hacia el ápice, rematada por tres dientes apicales que aumentan progresivamente en longitud. Los segmentos tarsales son cilíndricos, alargados y carecen de formas triangulares, lo que distingue la antenación y las patas de esta especie de otras en el género (Carvajal et al., 2011). El ejemplar fue colectado en el microhábitat de suelo descubierto y hojarasca presentando un hábito alimenticio coprófago.

Hesperus australis (MacLeay, 1871)



Hesperus australis. Vista dorsal (izquierda) y ventral (derecha).

Taxonomía

Reino: Animalia

Filo: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Coleoptera

Familia: Staphylinidae

Género: *Hesperus*

Especie: *Hesperus australis*

Descripción

Hesperus australis es un estafilínido de cuerpo alargado y estrecho, con un tamaño aproximado de 9–11 mm. La cabeza es negra, con antenas moniliformes y mandíbulas robustas. El pronoto es ancho, de tonalidad negra, más estrecho hacia la cabeza y ligeramente convexo. Los élitros son cortos, de color café, dejando expuestos sus segmentos abdominales, los cuales presentan una combinación de tonalidades negras y pardas hacia el ápice. Las patas son de color marrón amarillento, relativamente largas y adaptadas para la movilidad rápida. El abdomen es flexible y segmentado, terminando en un pigidio aguzado característico del grupo (Jiménez Martínez, 2008). El ejemplar fue colectado en el microhábitat de hojarasca y troncos caídos con hábito alimenticio necrófago.

Philonthus politus (Linnaeus, 1758)

Taxonomía

Reino: Animalia

Filo: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Coleoptera

Familia: Staphylinidae

Género: *Philonthus*

Especie: *Philonthus politus*



Philonthus politus. Vista dorsal (izquierda) y ventral (derecha).

Descripción

P. politus es un estafilínido estafilínido mediano, con adultos que miden entre 8 y 11 mm de longitud. Presentan un tegumento negro brillante, donde los élitros destacan por su tonalidad metálica verdosa o amarillenta. El pronoto, más ancho que largo, posee punteado fino y pilosidad corta, mientras que la cabeza es relativamente amplia, con ojos desarrollados y frente finamente punteada. Una característica diagnóstica de gran utilidad en su identificación es la coloración bicolor del primer segmento antenal, con la cara ventral amarilla en contraste con la dorsal negra. Los élitros, como es típico en el grupo, son cortos y dejan varios tergitos abdominales expuestos, lo que acentúa la silueta alargada del insecto (Schillhammer, 2000). El ejemplar fue colectado en los microhábitats de hojarascas y troncos caídos con hábito alimenticio necrófago.

Philonthus sp. Stephens, 1829



Philonthus sp. Vista dorsal (izquierda) y ventral (derecha).

Taxonomía

Reino: Animalia

Filo: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Coleoptera

Familia: Staphylinidae

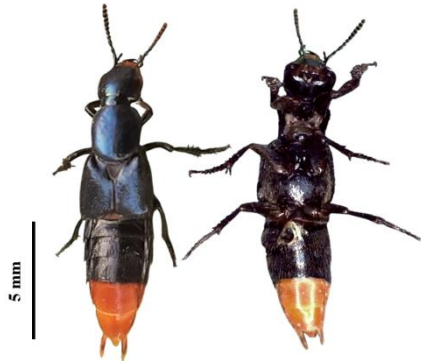
Género: *Philonthus*

Especie: *Philonthus* sp.

Descripción

El género *Philonthus* comprende estafilínidos de talla media a grande, con cuerpo alargado, aplanado dorsoventralmente y élitros cortos que dejan expuestos varios tergitos abdominales, el tegumento suele ser brillante con tonalidades que van del negro al metálico y presenta puntuación bien definida en pronoto y élitros; la cabeza es prognata con ojos desarrollados y mandíbulas robustas adaptadas a la depredación, mientras que las antenas son filiformes con once artejos, el pronoto muestra márgenes laterales definidos y variabilidad en su escultura y proporciones, y las patas son fuertes, con protibias provistas de denticulos y tarsos 5-5-5 (Jiménez Martínez, 2008). El ejemplar fue colectado en los microhábitats de hojarasca y troncos caídos con hábito alimenticio necrófago.

Xenopygus analis (Erichson, 1840)



Xenopygus analis. Vista dorsal (izquierda) y ventral (derecha).

Taxonomía

Reino: Animalia

Filo: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Coleoptera

Familia: Staphylinidae

Género: *Xenopygus*

Especie: *Xenopygus analis*

Descripción

X. analis es un estafilínido de tamaño medio, con una longitud que varía entre 12 y 15 mm. La cabeza y el pronoto presentan una coloración metálica verde a azulada, generalmente más oscura en los élitros, los cuales muestran puntos finos y densos. La cabeza posee puntuación gruesa y dispersa, con alrededor de diez marcas dorsales visibles, mientras que el pronoto exhibe dos hileras longitudinales de seis a ocho puncturas bien definidas. El abdomen es predominantemente oscuro en los segmentos anteriores, pero los tergitos VII y VIII muestran tonalidades amarillentas a rojizas, carácter distintivo de la especie. Las antenas presentan los artejos medios transversos, confiriendo una apariencia algo comprimida hacia el ápice, y el escapo resulta más corto que la suma de los artejos II y III (Vergara Navarro et al., 2021). El ejemplar fue colectado en el microhábitat de hojarascas y troncos caídos con hábito alimenticio necrófago.

Rhynchophorus palmarum (Linnaeus, 1758)



Rhynchophorus palmarum. Vista dorsal (izquierda), lateral (centro) y ventral (derecha).

Taxonomía

Reino: Animalia

Filo: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Coleoptera

Familia: Curculionidae

Género: *Rhynchophorus*

Especie: *Rhynchophorus palmarum*

Descripción

R. palmarum es un gorgojo grande, de cuerpo ovoideo-convexo y cutícula dura de color negro mate, con élitros surcados longitudinalmente. El adulto mide aproximadamente entre 26 y 53 mm de longitud y unos 14 mm de ancho. La cabeza es relativamente pequeña, provista de un rostrum alargado y curvado ventralmente; en los machos el rostrum suele tener setas cortas y robustas próximas al ápice, mientras que en las hembras es más largo, delgado y curvado, con menor cantidad de setas notable. El pronoto y los élitros protegen el abdomen completamente, el pronoto carece de apéndices conspicuos más allá del rostrum, y las patas son fuertes para excavar, con tibias adaptadas. Las uñas de los tarsos son sencillas, sin ornamentaciones complejas (Jiménez Martínez, 2008). El ejemplar fue colectado en los microhábitats de troncos caídos y hojarasca presentando un hábito alimenticio saprófago.

Metamasius hemipterus (Linnaeus, 1758)



Metamasius hemipterus. Vista dorsal (izquierda), lateral (centro) y ventral (derecha).

Taxonomía

Reino: Animalia

Filo: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Coleoptera

Familia: Curculionidae

Género: *Metamasius*

Especie: *Metamasius hemipterus*

Descripción

M. hemipterus es un curculiónido de tamaño medio (15–20 mm), de cuerpo ovalado y convexo, con coloración general amarillo-rojiza a amarillenta oscura, adornada con manchas y líneas negras en el pronoto y élitros. La cabeza es pequeña y presenta un rostro largo y curvado ventralmente, con antenas clavadas insertadas hacia la mitad posterior; los ojos son grandes, ovalados y negros. El pronoto es más largo que ancho, con manchas negras características dispuestas en forma central y lateral, mientras que los élitros muestran estrías bien definidas con interestrías punteadas y manchas oscuras irregulares. Las patas son robustas, con fémures engrosados y tibias terminadas en espuelas, adaptadas para la locomoción y el agarre; los tarsos poseen cuatro artejos claramente visibles (Vergara Navarro et al., 2021). El ejemplar fue colectado en los microhábitats de troncos caídos y hojarasca presentando un hábito alimenticio saprófago.

Simulatacalles pustulosus Morimoto & Lee, 1992



Simulatacalles pustulosus. Vista dorsal (izquierda), lateral (centro) y ventral (derecha).

Taxonomía

Reino: Animalia

Filo: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Coleoptera

Familia: Curculionidae

Género: *Simulatacalles*

Especie: *Simulatacalles pustulosus*

Descripción

S. pustulosus es un curculiónido de pequeño tamaño (5–6 mm) que se distingue por la marcada pustulación del pronoto y los élitros, donde las pústulas de las interestrías varían en número y tamaño: pequeñas y ovaladas en la base y el ápice, más alargadas en la región media. Carece de escutelo, presenta un rostro con dos hileras de punturas dorsolaterales y antenas formadas por un funículo de siete artejos con clava proporcionalmente larga. En la región ventral, los ventritos 1 y 2 muestran hileras irregulares de punturas y el metasterno es muy corto (Jiménez Martínez, 2008). El ejemplar fue colectado en los microhábitats de troncos caídos y hojarasca presentando un hábito alimenticio saprófago.

Taeniotus scalatus (Gmelin, 1790)



Taeniotus scalatus. Vista dorsal (izquierda) y ventral (derecha).

Taxonomía

Reino: Animalia

Filo: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Coleoptera

Familia: Cerambycidae

Género: *Taeniotus*

Especie: *Taeniotus scalatus*

Descripción

T. scalatus es un cerambícido de tamaño mediano a grande, con una longitud que varía entre 28 y 40 mm, cuerpo alargado y robusto. La cabeza presenta un rostro plano, con ojos laterales prominentes y antenas largas y filiformes que se insertan próximas al extremo frontal; en los machos suelen sobrepasar la longitud corporal. El pronoto es alargado, con espinas laterales notorias. Los élitros son alargados y de color oscuro, ornamentados con máculas y franjas pubescentes amarillentas o cremosas dispuestas en la sutura, la región media y los márgenes laterales, patrón distintivo de la especie; presentan además estrías marcadas. El abdomen es de tonalidad oscura, las patas son fuertes, con fémures engrosados y tibias adaptadas para la locomoción. Las larvas se desarrollan en tejidos subcorticales de árboles, mientras que los adultos son principalmente nocturnos (Vergara Navarro et al., 2021). El ejemplar fue colectado en el microhábitat de troncos caídos presentando un hábito alimenticio xilófago.

Andrachydes transandinus (Tippmann, 1953)



Andrachydes transandinus. Vista dorsal (izquierda) y ventral (derecha).

Taxonomía

Reino: Animalia

Filo: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Coleoptera

Familia: Cerambycidae

Género: *Andrachydes*

Especie: *Andrachydes transandinus*

Descripción

A. transandinus es un cerambícido con longitud de 19–20 mm. El cuerpo presenta color marrón, con pubescencia en la cabeza, pronoto, escutelo y base de los élitros, incluyendo una banda transversal amarilla antes de la mitad que resalta sobre el fondo oscuro. La cabeza es alargada con un clipeo estrecho, sus antenas son filiformes, en machos más del doble de la longitud corporal y en hembras aproximadamente 1,5 veces, con escapo robusto y artículos con granulación fina. El pronoto muestra tubérculos laterales posteriores amplios y anteriores más pequeños. El escutelo es lanceolado y densamente pubescente, mientras que los élitros son poco alargados, con ápice truncado y punteado fino. Las patas son robustas, con fémures medianos y posteriores aplanados ventralmente y lobulados, tibias más finas y tarsos punteados (Vergara Navarro et al., 2021). El ejemplar fue colectado en el microhábitat de troncos caídos presentando un hábito alimenticio xilófago.

Omalodes fassli Bickhardt, 1911



Omalodes fassli. Vista dorsal (izquierda) y ventral (derecha).

Taxonomía

Reino: Animalia

Filo: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Coleoptera

Familia: Histeridae

Género: *Omalodes*

Especie: *Omalodes fassli*

Descripción

O. fassli presenta un cuerpo pequeño de 6-8 mm con forma ovado-convexa, cuya cabeza presenta un frons con una depresión medial superficial. El pronoto es liso y carece de puncturas laterales, mientras que los élitros muestran estrías dorsales débiles y las subhumerales externas solo visibles en el tercio posterior. El propygidium presenta punctación fuerte y dispersa, el pygidium conserva un patrón de punteado. En la región ventral, el mesoventrito exhibe un reborde marginal marcado antes de los ángulos mediales, y el prosternum muestra quilla y lóbulo bien definidos. Sus patas, de conformación típica del género, están adaptadas a la vida en sustratos en descomposición, lo que refuerza su rol en los microhábitats (Torres-Domínguez et al., 2018). El ejemplar fue colectado en el microhábitat de troncos caídos y hojarascas presentando un hábito alimenticio necrófago.

Euspilotus azurescens (Marseul, 1855)



Euspilotus azurescens. Vista dorsal (izquierda) y ventral (derecha).

Taxonomía

Reino: Animalia

Filo: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Coleoptera

Familia: Histeridae

Género: *Euspilotus*

Especie: *Euspilotus azurescens*

Descripción

E. azurescens es pequeño de aproximadamente 5-7 mm de longitud con cuerpo compacto, suboval y convexo. Su cabeza, parcialmente retraída bajo el pronoto en reposo, presenta frente finamente punteada y antenas geniculadas. El pronoto muestra foveas punteadas en los ángulos anteriores y los élitros presentan una puntuación relativamente extensa, mientras que el pygidium se rodea de un sulcus marcado. La región ventral, incluyendo prosternum y mesosternum, mantiene la conformación típica de la subfamilia Saprininae, y las tibias presentan dentículos apicales adaptados a cavar, con tarsos cilíndricos propios del género. La coloración azulada metálica, reflejada en el epíteto *azurescens*, varía ligeramente entre ejemplares y poblaciones, pero contribuye a la identificación visual de la especie (Vergara Navarro et al., 2021). El ejemplar fue colectado en el microhábitat de troncos caídos presentando un hábito alimenticio necrófago.

Ammophorus peruvianus Guérin, 1831



Ammophorus peruvianus. Vista dorsal (izquierda) y ventral (derecha).

Taxonomía

Reino: Animalia

Filo: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Coleoptera

Familia: Tenebrionidae

Género: *Ammophorus*

Especie: *Ammophorus peruvianus*

Descripción

A. peruvianus presenta un cuerpo de 7-9 mm, subovalado y convexo, con contornos redondeados y tegumento opaco de aspecto rugoso; la cabeza muestra antenas con un club bien definido de 3–4 artejos ensanchados y las inserciones visibles bajo el margen frontal, mientras que el pronoto es oval-transverso, sin carena lateral y con puntuación fina. Los élitros están recorridos por nueve estrías longitudinales que se dirigen hacia la parte posterior. En la región ventral los ventritos I–III son subiguales, el IV más corto y el V semicircular. Las patas son cortas y robustas, con protibias triangulares y expandidas apicalmente, metatarsos más largos que los anteriores y espinas tibiales firmes (Silvestro, 2018). El ejemplar fue colectado en el microhábitat de suelo descubierto presentando un hábito alimenticio saprófago.

Parepitragus sp. Casey, 1907



Parepitragus sp. Vista dorsal (izquierda) y ventral (derecha).

Taxonomía

Reino: Animalia

Filo: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Coleoptera

Familia: Tenebrionidae

Género: *Parepitragus*

Especie: *Parepitragus* sp.

Descripción

El género *Parepitragus* lo conforman pequeños tenebriónidos, con una longitud aproximada de 8 a 12 mm, cuyo cuerpo compacto y convexo adopta una forma suboval a subrectangular; el pronoto es relativamente ancho y los élitros presentan estriación y puntuación visibles, rasgos comunes dentro del género. La superficie dorsal muestra un punteado marcado que en ocasiones adquiere un aspecto pulverulento, mientras que las antenas, con los artejos distales ensanchados, y la fórmula tarsal 5-5-4 (Vergara Navarro et al., 2021). El ejemplar fue colectado en el microhábitat de suelo descubierto presentando un hábito alimenticio saprófago.

Cymindis limbata Dejean, 1831



Cymindis limbata. Vista dorsal (izquierda) y ventral (derecha).

Taxonomía

Reino: Animalia

Filo: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Coleoptera

Familia: Carabidae

Género: *Cymindis*

Especie: *Cymindis limbata*

Descripción

C. limbata es un carábido de talla media, con una longitud que varía entre 8-10 mm, de cuerpo aplanado y élitros alargados que sobrepasan el abdomen; el tegumento es pardo oscuro a bronceado con un brillo tenue y en muchos ejemplares se distingue una mancha pálida en la región humeral. La cabeza es ancha, con ojos laterales convexos y antenas filiformes homogéneas, mientras que el pronoto, más ancho que largo, presenta márgenes laterales convergentes y puntuación fina. Los élitros muestran estrías delgadas con intervalos lisos y hombros marcados, generalmente acompañados de la mancha clara; el venter es oscuro con setas dispersas y las patas largas, con tarsos 5-5-5, facilitan su desplazamiento rápido (Hunting , 2013). El ejemplar fue colectado en el microhábitat de troncos caídos presentando un hábito alimenticio necrófago.

Galerita aequinoctialis Chaudoir, 1852



Galerita aequinoctialis. Vista dorsal (izquierda) y ventral (derecha).

Taxonomía

Reino: Animalia

Filo: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Coleoptera

Familia: Carabidae

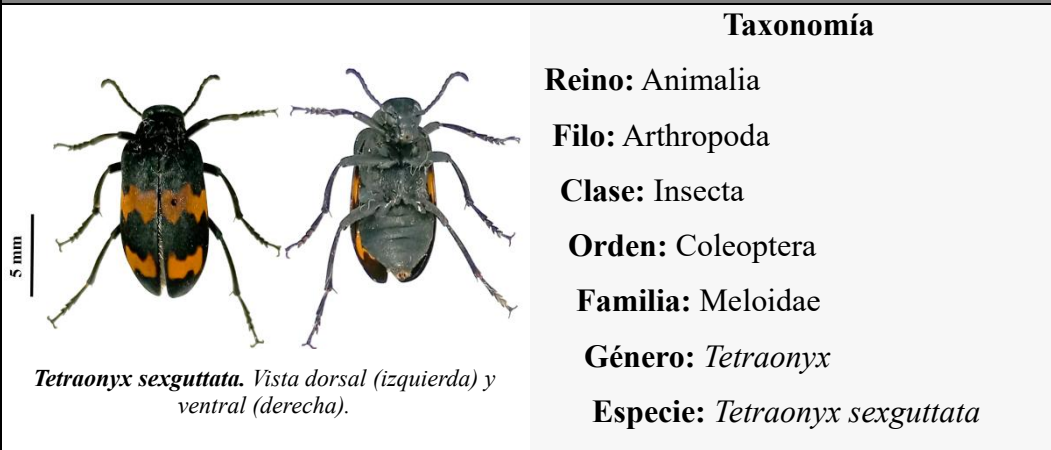
Género: *Galerita*

Especie: *Galerita aequinoctialis*

Descripción

G. aequinoctialis es un carábido de tamaño medio, con cuerpo alargado y moderadamente convexo, de coloración oscura uniforme; la cabeza es estrecha y prognata, con ojos laterales bien desarrollados y antenas filiformes que se ensanchan en la base y se afinan ligeramente hacia el extremo. El pronoto es transversal, con márgenes laterales rebordeados y disco generalmente liso o finamente puntuado, mientras que los élitros presentan estrías longitudinales finas con puntuación puntiforme y una sutura marcada que cubre por completo el abdomen. El venter muestra esternitos con puntuación variable y las patas son largas y delgadas, adaptadas a la locomoción, con fórmula tarsal 5-5-5 característica de la familia Carabidae (Vergara Navarro et al., 2021). El ejemplar fue colectado en el microhábitat de troncos caídos presentando un hábito alimenticio necrófago.

Tetraonyx sexguttata (Olivier, 1795)



Taxonomía

- Reino:** Animalia
Filo: Arthropoda
Clase: Insecta
Orden: Coleoptera
Familia: Meloidae
Género: *Tetraonyx*
Especie: *Tetraonyx sexguttata*

Descripción

T. sexguttata es de tamaño mediano, con una longitud aproximada de 10–12 mm y cuerpo blando, alargado-ovalado, con el pronoto más estrecho que los élitros. La cabeza es prognata, con ojos bien desarrollados y antenas filiformes. El pronoto carece de carinas marcadas y presenta punteado fino, mientras que los élitros, de consistencia blanda y cubriendo el abdomen, exhiben una notable variabilidad cromática: algunos individuos presentan seis manchas claras, otros solo cuatro o bien dos franjas transversales anaranjadas a en la región media que puede unirse a lo largo de la sutura, configurando una banda continua como lo es el caso de este ejemplar registrado en el estudio. El vientre suele ser oscuro y las patas largas y esbeltas, características que acompañan su adaptación a la movilidad (Cid-Arcos y Ramírez-Cuadros, 2020). El ejemplar fue colectado en el microhábitat de hojarascas y troncos caídos con hábito alimenticio fitófago.

Phalacrus sp. Paykull, 1800



Phalacrus sp. Vista dorsal (izquierda) y ventral (derecha).

Taxonomía

Reino: Animalia

Filo: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Coleoptera

Familia: *Phalacridae*

Género: *Phalacrus*

Especie: *Phalacrus* sp.

Descripción

El género *Phalacrus* consta de coleópteros pequeños, de apenas 4-5 mm de longitud, con cuerpo brillante de tonalidad negro brillante, la cabeza no se estrecha detrás de los ojos, el frontoclípeo apenas emarginado y las antenas terminan en una clava de tres artejos, siendo el último alargado. El pronoto es transversal, con disco finamente punteado y márgenes rebordeados, mientras que los élitros, de hombros poco prominentes, muestran estriación débil y superficies lisas con micropuntuación dispersa, lo que acentúa su aspecto brillante. Las patas siguen la fórmula tarsal 5-5-5, con espolones tibiales 2-2-2 y setación femoral típica del género, y el venter exhibe una puntuación fina (Thompson, 2012). El ejemplar fue colectado en el microhábitat de troncos caídos con hábito alimenticio fitófago.

Neoathyreus lanuginosus (Klug, 1843)



Neoathyreus lanuginosus. Vista dorsal (izquierda) y ventral (derecha).

Taxonomía

Reino: Animalia

Filo: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Coleoptera

Familia: Geotrupidae

Género: *Neoathyreus*

Especie: *Neoathyreus lanuginosus*

Descripción

N. lanuginosus es un escarabajo de tamaño mediano, que alcanza alrededor de 13 mm, de cuerpo corto, ancho y convexo, con superficie cubierta por una pubescencia corta y dispersa. La cabeza presenta una carina clypeo-frontal trituberculada, mandíbulas robustas y antenas con maza lamelar. El pronoto exhibe dos carenas longitudinales bien marcadas que delimitan una depresión central. Los élitros son de una tonalidad marrón, con estrías poco visibles e interestrías planas, mientras que el pygidium posee un surco basal ancho. La superficie ventral es más lisa y con setación fina, y las patas, especialmente las protibias con dientes en el margen externo, muestran adaptaciones para el excavado, complementadas por metatibias y tarsos robustos que facilitan el movimiento en el sustrato (Vergara Navarro et al., 2021). El ejemplar fue colectado en el microhábitat suelo descubierto con hábito alimenticio saprófago.

Agrypnus sp. Eschscholtz, 1829



Agrypnus sp. Vista dorsal (izquierda) y ventral (derecha).

Taxonomía

Reino: Animalia

Filo: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Coleoptera

Familia: Elateridae

Género: *Agrypnus*

Especie: *Agrypnus* sp.

Descripción

Este género agrupa coleópteros de tamaño medio, con ejemplares que alcanzan entre 10 y 14 mm de longitud, de cuerpo alargado. La cabeza muestra frons con puntuación moderada, clipeo levemente proyectado y antenas filiformes, más largas en los machos, que pueden replegarse en surcos prosternales. El pronoto es ancho, con ángulos posteriores rectos y márgenes laterales carenados. Los élitros presentan estrías longitudinales finas con interestrías planas y puntuación bien marcada, a menudo con un patrón de pequeñas escamas. Posee un proceso prosternal articulado y en el hypomeron pueden observarse receptáculos para alojar los tarsos anteriores en reposo. Las patas son robustas, con tibias provistas de espolones apicales y tarsos simples con garras que llevan una seta basal (Vergara Navarro et al., 2021). El ejemplar fue colectado en el microhábitat hojarascas y troncos caídos con hábito alimenticio saprófago.