



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

**“COMPOSICIÓN DE LOS ÓRDENES LEPIDOPTERA Y**  
**ODONATA EN EL BOSQUE HÚMEDO TROPICAL DE LA**  
**COMUNA DOS MANGAS, SANTA ELENA-ECUADOR”**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

**Previa a la obtención del Título de:**

**BIÓLOGA**

**AUTORA:**

**ESPINOZA RICARDO NATHALY GABRIELA**

**TUTOR:**

**BLGO. XAVIER PIGUAVE PRECIADO M.Sc.**

**LA LIBERTAD – ECUADOR**

**2024**

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**

**FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR**

**CARRERA DE BIOLOGÍA**

**“COMPOSICIÓN DE LOS ÓRDENES LEPIDOPTERA Y  
ODONATA EN EL BOSQUE HÚMEDO TROPICAL DE LA  
COMUNA DOS MANGAS, SANTA ELENA-ECUADOR”**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

**Previa a la obtención del Título de:**

**BIÓLOGA**

**AUTORA:**

**ESPINOZA RICARDO NATHALY GABRIELA**

**TUTOR:**

**BLGO. XAVIER PIGUAVE PRECIADO M.Sc.**

**LA LIBERTAD – ECUADOR**

**2024**

## **DECLARACIÓN DEL DOCENTE TUTOR**

En mi calidad de Docente Tutor del Trabajo de Integración Curricular, **“COMPOSICIÓN DE LOS ÓRDENES LEPIDOPTERA Y ODONATA EN EL BOSQUE HÚMEDO TROPICAL DE LA COMUNA DOS MANGAS, SANTA ELENA-ECUADOR”**, elaborado por **ESPINOZA RICARDO NATHALY GABRIELA**, 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 Bióloga, 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**



---

**DOCENTE TUTOR**

**Blgo. Xavier Piguave Preciado, M.Sc.**

**C.I.: 0913435046**

## **DECLARACIÓN DEL DOCENTE DE ÁREA**

En mi calidad de Docente Especialista, del Trabajo de Integración Curricular “COMPOSICIÓN DE LOS ÓRDENES LEPIDOPTERA Y ODONATA EN EL BOSQUE HÚMEDO TROPICAL DE LA COMUNA DOS MANGAS, SANTA ELENA-ECUADOR”, elaborado por **ESPINOZA RICARDO NATHALY GABRIELA**, 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 Bióloga, 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**



---

**DOCENTE DE ÁREA**

**Blga. Mayra Cuenca Zambrano M.Sc.**

**C.I. 1712887767**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo de investigación en primer lugar a Dios por brindarme salud, fuerzas para superar cualquier obstáculo que se ha presentado en el transcurso de mi vida y la sabiduría necesaria para culminar con éxito uno de mis más grandes objetivos.

A mi mamá, Angela Ricardo Rodriguez por su amor incondicional y por ser el pilar fundamental de mi vida, brindándome siempre su apoyo en cada objetivo propuesto.

A mis seres queridos, mi papá Marco Espinoza y mis abuelitos Juan Ricardo y Consuelo Rodriguez, quienes a pesar de no estar con nosotros sus recuerdos perdurarán en mi memoria por siempre alentándome a cumplir todas mis metas.

A mis familiares, por todo el apoyo, consejos y ánimos brindados en el transcurso de todos estos años para mi formación como profesional.

**Nathaly Gabriela Espinoza Ricardo**

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Estatal Península de Santa Elena, Facultad Ciencias del Mar, autoridades y personal académico, por la orientación y los conocimientos impartidos en el transcurso de mi formación profesional.

Al Blgo. Xavier Piguave Preciado M.Sc, tutor del presente trabajo de titulación por la confianza, el apoyo y las enseñanzas brindadas durante el desarrollo de la investigación.

Al Dr. Kenneth J. Tennessen, investigador asociado en la Colección de Artrópodos del Estado de Florida, al Dr. Keith R. Willmott, curador asociado en el Centro McGuire de Lepidópteros y Biodiversidad del Museo de Historia Natural de Florida, al Dr. Olaf Hendrik Mielke y al Dr. Eduardo Carneiro de la Universidad Federal de Paraná (UFPR) por la ayuda brindada en la identificación de las especies del presente trabajo investigativo.

Al Sr. Javier Rodríguez Guale, presidente de la comuna Dos Mangas y guías por permitirme realizar mi trabajo de investigación en el Bosque Protector Chongón-Colonche.

Finalmente, a cada uno de mis amigos Jennyfer Quimí, Jeancarlos Rodriguez, Anthony Plua, Katherine Cuvi, Daniela Mejillón, Arely Angel, Kevin Suárez y José Lainez por el apoyo brindado en el transcurso de los monitoreos.

**Nathaly Gabriela Espinoza Ricardo**

## TRIBUNAL DE GRADO

Trabajo de Integración Curricular presentado por **Espinoza Ricardo Nathaly Gabriela** como requisito parcial para la obtención del grado de Bióloga de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Trabajo de Integración Curricular APROBADO el 18 de diciembre del 2023:



---

Ing. Jimmy Villón Moreno, M. Sc.  
DIRECTOR/A DE CARRERA  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



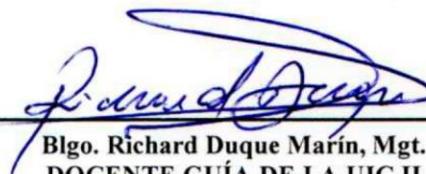
---

Blga. Mayra Cuenca Zambrano, M.Sc.  
DOCENTE DE ÁREA  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



---

Blgo. Xavier Piguave Preciado, M.Sc.  
DOCENTE TUTOR  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



---

Blgo. Richard Duque Marín, Mgt.  
DOCENTE GUÍA DE LA UIC II  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

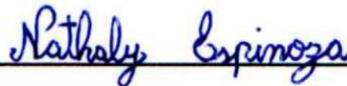


---

Lcdo. Pascual Roca Silvestre M.Sc.  
SECRETARIO/A DEL TRIBUNAL

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

La responsabilidad por lo datos, ideas y resultados expuestos en este trabajo de integración curricular: **“COMPOSICIÓN DE LOS ÓRDENES LEPIDOPTERA Y ODONATA EN EL BOSQUE HÚMEDO TROPICAL DE LA COMUNA DOS MANGAS, SANTA ELENA-ECUADOR”**, me corresponden exclusivamente, y el patrimonio intelectual de la misma y a la Universidad Estatal Península de Santa Elena.



---

**Nathaly Gabriela Espinoza Ricardo**

**C.I. 2450285925**

## ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN .....	1
2	JUSTIFICACIÓN .....	4
3	OBJETIVOS .....	6
3.1	Objetivo General .....	6
3.2	Objetivos específicos .....	6
4	HIPÓTESIS .....	7
5	MARCO TEÓRICO .....	8
5.1	Generalidades de la clase Insecta .....	8
5.2	Lepidópteros y Odonatos de la Región Neotropical.....	8
5.3	ORDEN LEPIDOPTERA .....	9
5.3.1	Generalidades .....	9
5.3.2	Clasificación.....	10
5.3.3	Principales familias de Ecuador .....	11
5.3.3.1	Papilionidae.....	11
5.3.3.2	Pieridae .....	12
5.3.3.3	Lycaenidae.....	12
5.3.3.4	Nymphalidae .....	13
5.3.3.5	Riodinidae .....	13
5.3.4	Morfología externa del orden Lepidoptera .....	13
5.3.4.1	Cabeza.....	14
5.3.4.2	Tórax .....	14
5.3.4.3	Abdomen .....	15
5.3.5	Ciclo de vida .....	15
5.3.5.1	Huevo.....	16

5.3.5.2	Larva .....	16
5.3.5.3	Pupa.....	17
5.3.5.4	Adulto .....	18
5.3.6	Reproducción .....	19
5.3.7	Alimentación.....	20
5.3.8	Importancia .....	20
5.4	ORDEN ODONATA .....	21
5.4.1	Generalidades .....	21
5.4.2	Clasificación.....	22
5.4.3	Principales familias de Ecuador .....	22
5.4.4	Ciclo de vida .....	23
5.4.4.1	Huevo.....	23
5.4.4.2	Larva .....	23
5.4.4.3	Metamorfosis .....	24
5.4.4.4	Emergencia.....	24
5.4.4.5	Adulto .....	25
5.4.5	Morfología externa del orden Odonata .....	25
5.4.5.1	Cabeza.....	25
5.4.5.2	Tórax .....	26
5.4.5.3	Abdomen .....	26
5.4.6	Alimentación.....	27
5.4.7	Reproducción .....	27
5.4.8	Importancia .....	28
5.5	Factores que influyen en la distribución de insectos .....	29
5.5.1	Factores físicos.....	29

5.5.1.1	Temperatura .....	29
5.5.1.2	Humedad.....	29
5.5.1.3	Precipitación.....	30
5.5.1.4	Nubosidad.....	30
5.5.2	Factores químicos.....	31
5.5.2.1	pH .....	31
5.5.2.2	Sólidos disueltos totales.....	31
5.5.3	Factor biológico .....	32
5.5.3.1	Fauna depredativa.....	32
6	MARCO METODOLÓGICO.....	33
6.1	Enfoque de estudio .....	33
6.2	Ubicación geográfica del área de estudio.....	33
6.3	Diseño del área de estudio.....	34
6.4	Fase de campo.....	36
6.4.1	Diseño y métodos de captura .....	36
6.4.2	Técnica de recolección.....	36
6.4.2.1	Técnica directa (Red Entomológica) .....	36
6.4.2.2	Técnica indirecta (Trampa Van Someren Rydon - VSR) .....	37
6.4.3	Métodos de identificación taxonómica .....	38
6.4.3.1	Plataforma iNaturalistEC .....	38
6.4.3.2	Claves de identificación y guías ilustradas .....	39
6.4.4	Método de captura-marcaje-recaptura.....	40
6.4.5	Técnica de Sacrificio.....	40
6.4.6	Preservación en seco: Triángulo de papel milano o glassine .....	41
6.4.7	Registro de factores ambientales.....	42

6.4.7.1	Físicos .....	42
6.4.7.2	Químicos.....	42
6.4.7.3	Biológico .....	43
6.5	Fase de laboratorio .....	43
6.5.1	Montaje directo: alfileres entomológicos.....	43
6.5.2	Técnica de relajación o ablandamiento de ejemplares secos .....	44
6.5.3	Codificación de muestras .....	45
6.5.4	Almacenamiento en cajas entomológicas .....	45
6.5.5	Análisis de resultados.....	45
6.5.5.1	Registro de datos .....	45
6.5.5.2	Diversidad y dominancia de organismos.....	46
6.5.5.2.1	Índice de diversidad Shannon (H') .....	46
6.5.5.2.2	Índice de Dominancia de Simpson .....	47
6.5.5.3	Índice de Margalef (D Mg): .....	47
6.5.5.4	Índice de Equitatividad de Pielou (J) (uniformidad) .....	48
6.5.5.5	Índice de similitud de Jaccard.....	48
6.5.5.6	Determinación del número de organismos mediante captura directa e indirecta.....	49
6.5.5.7	Correlación de variables .....	49
7	RESULTADOS .....	51
7.1	Composición de los órdenes .....	51
7.1.1	Composición del Orden Lepidoptera .....	51
7.1.2	Composición del Orden Odonata .....	53
7.2	Eficiencia de métodos de captura directa e indirecta.....	54
7.2.1	Relación de lepidópteros capturados con tipos de cebos .....	57

7.3	Diversidad de Lepidópteros por estación .....	60
7.4	Dominancia de Lepidópteros .....	61
7.5	Equidad de Lepidópteros por estación.....	62
7.6	Similitud del Orden Lepidóptera por estación.....	62
7.7	Diversidad de Odonatos por estación .....	63
7.8	Dominancia de Odonatos .....	64
7.9	Equidad de Odonatos por estación.....	65
7.10	Similitud del Orden Odonata por estación.....	66
7.11	Correlación de parámetros físicos, químicos y biológico con el Orden Lepidoptera y Odonata .....	67
7.11.1	Orden Lepidoptera .....	67
7.11.1.1	Correlación de parámetros con la diversidad de lepidópteros obtenidos en las 4 estaciones de estudio. ....	67
7.11.1.2	Correlación de parámetros con la diversidad de lepidópteros obtenidos en las 4 estaciones por monitoreo. ....	70
7.11.1.2.1	Temperatura ambiental .....	70
7.11.1.2.2	Humedad .....	71
7.11.1.2.3	Nubosidad .....	72
7.11.1.2.4	Precipitación .....	73
7.11.1.2.5	pH.....	74
7.11.1.2.6	SDT .....	75
7.11.1.2.7	Temperatura del agua.....	76
7.11.1.2.8	Fauna depredativa .....	77
7.11.1.3	Asociación de parámetros y diversidad de lepidópteros por monitoreo... ..	78
7.11.1.3.1	Temperatura .....	78

7.11.1.3.2	Humedad .....	78
7.11.1.3.3	Nubosidad .....	79
7.11.1.3.4	Precipitación .....	80
7.11.1.3.5	pH.....	81
7.11.1.3.6	SDT .....	81
7.11.1.3.7	Temperatura del agua.....	82
7.11.1.3.8	Fauna depredativa .....	83
7.11.1.4	Correlación de parámetros con la abundancia del orden Lepidoptera.....	83
7.11.1.5	Correlación de parámetros con abundancia de lepidópteros por estación.....	86
7.11.1.5.1	Estación 1.....	86
7.11.1.5.2	Estación 2.....	88
7.11.1.5.3	Estación 3.....	90
7.11.1.5.4	Estación 4.....	92
7.11.2	Orden Odonata .....	94
7.11.2.1	Correlación de parámetros con la diversidad de odonatos obtenidos en las 4 estaciones de estudio. ....	94
7.11.2.2	Correlación de parámetros con la diversidad de odonatos obtenidos en las 4 estaciones por monitoreo .....	96
7.11.2.2.1	Temperatura ambiental .....	96
7.11.2.2.2	Humedad .....	97
7.11.2.2.3	Nubosidad .....	98
7.11.2.2.4	Precipitación .....	99
7.11.2.2.5	pH.....	100
7.11.2.2.6	SDT .....	101

7.11.2.2.7	Temperatura del agua.....	102
7.11.2.3	Asociación de parámetros y diversidad de odonatos por monitoreo.....	103
7.11.2.3.1	Temperatura.....	103
7.11.2.3.2	Humedad.....	103
7.11.2.3.3	Nubosidad.....	104
7.11.2.3.4	Precipitación.....	105
7.11.2.3.5	pH.....	106
7.11.2.3.6	SDT.....	106
7.11.2.3.7	Temperatura del agua.....	107
7.11.2.4	Correlación de parámetros con la abundancia del orden Odonata.....	108
7.11.2.5	Correlación de parámetros con abundancia de odonatos por estación.....	110
7.11.2.5.1	Estación 1.....	110
7.11.2.5.2	Estación 2.....	112
7.11.2.5.3	Estación 3.....	114
7.11.2.5.4	Estación 4.....	116
8	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	118
8.1	Orden Lepidoptera en el sendero Las Cascadas.....	118
8.2	Orden Odonata en el sendero Las Cascadas.....	125
9	CONCLUSIONES.....	131
10	RECOMENDACIONES.....	133
11	BIBLIOGRAFÍA.....	134
12	ANEXOS.....	154

## ÍNDICE DE FIGURA

<b>Figura 5.1:</b> Morfología de un lepidóptero.....	15
<b>Figura 5.2:</b> Ciclo biológico del orden Lepidoptera (Gareca & Reichle, 2007).....	15
<b>Figura 5.3:</b> Morfología de larva de lepidóptero (Ciccale, 2022). ....	17
<b>Figura 5.4:</b> Morfología externa de crisálida de lepidóptero (Fernández et al., 2020). .....	18
<b>Figura 5.5:</b> Ciclo biológico del orden Odonata (Suhling et al., 2015).....	23
<b>Figura 5.6:</b> Partes principales en el cuerpo del orden Odonata, I: cabeza, II: tórax, III: abdomen, a. Anisóptero, b. Zygóptero. ....	25
<b>Figura 5.7:</b> Segmentos abdominales de Odonatos. ....	26
<b>Figura 5.8:</b> Rueda de acoplamiento de Odonatos (Wellenreuther & Sánchez-Guillén, 2016). ....	27
<b>Figura 6.1:</b> Sendero “Las Cascadas” del Bosque húmedo tropical de la Comuna Dos Mangas. (ArcGis, 2023; Modificado por: Espinoza, 2023). ....	34
<b>Figura 6.2:</b> Estaciones y transectos en el sendero "Las Cascadas" (ArcGis, 2023; Modificado por: Espinoza (2023). ....	35
<b>Figura 6.3:</b> Esquematización del uso de trampa (VSR): a) Trampa con cebo; b) ubicación de trampa a una altura de 2 metros; c) Ubicación de trampas en transecto lineal (Álvarez et al., 2004). ....	38
<b>Figura 6.4:</b> Logo de la plataforma iNaturalist Ecuador (iNaturalist, 2023). ....	39
<b>Figura 6.5:</b> Triángulo de glassine o papel milano. a) Rectángulo de 10x14 cm, b) Primer dobles, c) Segundo dobles, d) Tercer dobles para formar la tapa del sobre, e) Codificación de muestra (Andrade et al., 2013). ....	41
<b>Figura 6.6:</b> Plataformas digitales utilizadas durante el estudio: A) Freemeteo; B) Nasa Power (Freemeteo, 2023; NasaPower, 2023). ....	42
<b>Figura 6.7:</b> Montaje de insectos en bastidor (Steyskal et al., 1986). ....	44
<b>Figura 7.1:</b> Composición de familias del Orden Lepidoptera contabilizadas en el sendero Las Cascadas.....	51
<b>Figura 7.2:</b> Porcentaje de representatividad de lepidópteros en el sendero Las Cascadas.....	52

<b>Figura 7.3:</b> Composición de familias del Orden Odonata contabilizadas en el sendero Las Cascadas. ....	53
<b>Figura 7.4:</b> Porcentaje de representatividad de odonatos en el sendero Las Cascadas. ....	54
<b>Figura 7.5:</b> Representación porcentual del número de organismos contabilizados mediante Red Entomológica y VSR. ....	55
<b>Figura 7.6:</b> Porcentajes de eficiencia en captura de Lepidópteros y Odonatos mediante Red entomológica y Trampa Van Someren Rydon en las 4 estaciones de estudio del sendero Las Cascadas: A) Estación 1; B) Estación 2; C) Estación 3; D) Estación 4..	56
<b>Figura 7.7:</b> Representación gráfica de las especies pertenecientes a las familias Nymphalidae (A), Hesperidae (B) y Erebidae (C) capturadas en VSR con cebo de fruta fermentada. ....	58
<b>Figura 7.8:</b> Representación gráfica de las especies pertenecientes a las familia Nymphalidae, capturadas en VSR con cebo de tejido de pescado en descomposición. ....	59
<b>Figura 7.9:</b> Índices de diversidad de Lepidópteros en las diferentes estaciones de estudio. ....	61
<b>Figura 7.10:</b> Dominancia de Lepidópteros en las estaciones de estudio. ....	61
<b>Figura 7.11:</b> Equidad de Lepidópteros en las estaciones de estudio. ....	62
<b>Figura 7.12:</b> Dendograma de similitud de comunidades de Lepidópteros en las estaciones de estudio. ....	63
<b>Figura 7.13:</b> Índices de diversidad de Odonatos en las diferentes estaciones de estudio. ....	64
<b>Figura 7.14:</b> Dominancia de Odonatos en las estaciones de estudio. ....	65
<b>Figura 7.15:</b> Equidad de Odonatos en las estaciones de estudio. ....	65
<b>Figura 7.16:</b> Dendograma de similitud de abundancia de Odonatos en las estaciones de estudio. ....	66
<b>Figura 7.17:</b> Correlación entre diversidad de lepidópteros de las estaciones (E1, E2, E3 y E4) entre temperatura ambiental (A), humedad (B), nubosidad (C), precipitación (D), pH (E), SDT (F), temperatura del agua (G) y fauna depredativa. (H).....	69

<b>Figura 7.18:</b> Correlación entre temperatura ambiental y diversidad de lepidópteros de las estaciones E1 (A), E2 (B), E3(C) y E4 (D). .....	70
<b>Figura 7.19:</b> Correlación entre humedad y diversidad de lepidópteros de las estaciones E1 (A), E2 (B), E3(C) y E4 (D). .....	71
<b>Figura 7.20:</b> Correlación entre nubosidad y diversidad de lepidópteros de las estaciones E1 (A), E2 (B), E3(C) y E4 (D). .....	72
<b>Figura 7.21:</b> Correlación entre precipitación y diversidad de lepidópteros de las estaciones E1 (A), E2 (B), E3(C) y E4 (D). .....	73
<b>Figura 7.22:</b> Correlación entre pH y diversidad de lepidópteros de las estaciones E1 (A), E2 (B), E3(C) y E4 (D). .....	74
<b>Figura 7.23:</b> Correlación entre SDT y diversidad de lepidópteros de las estaciones E1 (A), E2 (B), E3(C) y E4 (D). .....	75
<b>Figura 7.24:</b> Correlación entre temperatura del agua y diversidad de lepidópteros de las estaciones E1 (A), E2 (B), E3(C) y E4 (D). .....	76
<b>Figura 7.25:</b> Correlación entre fauna depredativa y diversidad de lepidópteros de las estaciones E1 (A), E2 (B), E3(C) y E4 (D). .....	77
<b>Figura 7.26:</b> Asociación entre diversidad de lepidópteros y temperatura ambiental por monitoreo. ....	78
<b>Figura 7.27:</b> Asociación entre diversidad de lepidópteros y humedad por monitoreo. ....	79
<b>Figura 7.28:</b> Asociación entre diversidad de lepidópteros y nubosidad por monitoreo. ....	80
<b>Figura 7.29:</b> Asociación entre diversidad de lepidópteros y precipitación por monitoreo. ....	80
<b>Figura 7.30:</b> Asociación entre diversidad de lepidópteros y pH por monitoreo. ....	81
<b>Figura 7.31:</b> Asociación entre diversidad de lepidópteros y SDT por monitoreo. ....	82
<b>Figura 7.32:</b> Asociación entre diversidad de lepidópteros y temperatura de agua por monitoreo. ....	82
<b>Figura 7.33:</b> Asociación entre diversidad de lepidópteros y fauna depredativa por monitoreo. ....	83

<b>Figura 7.34:</b> Correlación entre abundancia de lepidópteros con temperatura ambiental (A); humedad (B), nubosidad (C), precipitación (D), pH (E), SDT (F), temperatura del agua (G) y fauna depredativa (H).....	85
<b>Figura 7.35:</b> Correlación entre abundancia de lepidópteros de E1 y temperatura ambiental (A), humedad (B), nubosidad (C), precipitación (D), pH (E), SDT (F), temperatura del agua (G) y fauna depredativa (H).....	87
<b>Figura 7.36:</b> Correlación entre abundancia de lepidópteros de E2 y temperatura ambiental (A), humedad (B), nubosidad (C), precipitación (D), pH (E), SDT (F), temperatura del agua (G) y fauna depredativa (H).....	89
<b>Figura 7.37:</b> Correlación entre abundancia de lepidópteros de E3 y temperatura ambiental (A), humedad (B), nubosidad (C), precipitación (D), pH (E), SDT (F), temperatura del agua (G) y fauna depredativa. (H).....	91
<b>Figura 7.38:</b> Correlación entre abundancia de lepidópteros de E4 y temperatura ambiental (A), humedad (B), nubosidad (C), precipitación (D), pH (E), SDT (F), temperatura del agua (G) y fauna depredativa. (H).....	93
<b>Figura 7.39:</b> Correlación entre diversidad de odonatos de las estaciones (E1, E2, E3 y E4) entre temperatura ambiental (A), humedad (B), nubosidad (C), precipitación (D), pH (E), SDT (F) y temperatura del agua (G). .....	95
<b>Figura 7.40:</b> Correlación entre temperatura ambiental y diversidad de odonatos de las estaciones E1(A), E2 (B), E3 (C) y E4 (D).....	96
<b>Figura 7.41:</b> Correlación entre humedad y diversidad de odonatos de las estaciones E1 (A), E2 (B), E3 (C) y E4 (D).....	97
<b>Figura 7.42:</b> Correlación entre nubosidad y diversidad de lepidópteros de las estaciones E1 (A), E2 (B), E3 (C) y E4 (D).....	98
<b>Figura 7.43:</b> Correlación entre precipitación y diversidad de odonatos de las estaciones E1 (A), E2 (B), E3 (C) y E4 (D). .....	99
<b>Figura 7.44:</b> Correlación entre pH y diversidad de odonatos de las estaciones E1 (A), E2 (B), E3 (C) y E4 (D). .....	100
<b>Figura 7.45:</b> Correlación entre SDT y diversidad de odonatos de las estaciones E1 (A), E2 (B), E3 (C) y E4 (D). .....	101

<b>Figura 7.46:</b> Correlación entre temperatura del agua y diversidad de odonatos de las estaciones E1 (A), E2 (B), E3 (C) y E4 (D).....	102
<b>Figura 7.47:</b> Asociación entre diversidad de odonatos y temperatura ambiental por monitoreo. ....	103
<b>Figura 7.48:</b> Asociación entre diversidad de odonatos y humedad por monitoreo..	104
<b>Figura 7.49:</b> Asociación entre diversidad de odonatos y nubosidad por monitoreo. ....	105
<b>Figura 7.50:</b> Asociación entre diversidad de odonatos y precipitación por monitoreo. ....	105
<b>Figura 7.51:</b> Asociación entre diversidad de odonatos y pH por monitoreo. ....	106
<b>Figura 7.52:</b> Asociación entre diversidad de odonatos y SDT por monitoreo.....	107
<b>Figura 7.53:</b> Asociación entre diversidad de odonatos y temperatura del agua por monitoreo. ....	107
<b>Figura 7.54:</b> Correlación entre abundancia del orden Odonata y temperatura ambiental (A), humedad (B), nubosidad (C), precipitación (D), pH (E), SDT (F) y temperatura del agua (G).....	109
<b>Figura 7.55:</b> Correlación entre abundancia de odonatos de E1 y temperatura ambiental (A), humedad (B), nubosidad (C), precipitación (D), pH (E), SDT (F) y temperatura del agua (G).....	111
<b>Figura 7.56:</b> Correlación entre abundancia de odonatos de E2 y temperatura ambiental (A), humedad (B), nubosidad (C), precipitación (D), pH (E), SDT (F) y temperatura del agua (G).....	113
<b>Figura 7.57:</b> Correlación entre abundancia de odonatos de E3 y temperatura ambiental (A), humedad (B), nubosidad (C), precipitación (D), pH (E), SDT (F) y temperatura del agua (G).....	115
<b>Figura 7.58:</b> Correlación entre abundancia de odonatos de E4 y temperatura ambiental (A), humedad (B), nubosidad (C), precipitación (D), pH (E), SDT (F) y temperatura del agua (G).....	117

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 5.1:</b> Fases del ciclo de vida del Orden Lepidoptera (Mulanovich, 2007). .....	16
<b>Tabla 6.1:</b> Coordenadas de sitios de extracción de muestras. ....	34
<b>Tabla 6.2:</b> Coordenadas de transectos en las estaciones de muestreo. ....	35
<b>Tabla 6.3:</b> Interpretación de valores del coeficiente de correlación (Kazmier, 1990; Martínez y Campos, 2015; Choque, 2020). ....	50
<b>Tabla 7.1:</b> Índice de diversidad de Shannon y Margalef en las estaciones de estudio. ....	60
<b>Tabla 7.2:</b> Comparación de similitud de lepidópteros por estación. ....	63
<b>Tabla 7.3:</b> Índice de diversidad de Shannon y Margalef en las estaciones de estudio. ....	64
<b>Tabla 7.4:</b> Comparación de similitud de odonatos por estación. ....	66

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 12.1:</b> Cuento poblacional del Orden Lepidoptera .....	154
<b>Anexo 12.2:</b> Cuento poblacional del Orden Odonata .....	156
<b>Anexo 12.3:</b> Especies de Lepidópteros identificados en las diferentes estaciones... 157	
<b>Anexo 12.4:</b> Especies de Odonatos identificados en las diferentes estaciones .....	166
<b>Anexo 12.5:</b> Registro de coordenadas con GPS .....	169
<b>Anexo 12.6:</b> Activación de Trampas VSR. ....	169
<b>Anexo 12.7:</b> Captura directa (Red Entomológica). ....	169
<b>Anexo 12.8:</b> Toma de muestras.....	169
<b>Anexo 12.9:</b> Registro de parámetros químicos.....	170
<b>Anexo 12.10:</b> Revisión de trampas.....	170
<b>Anexo 12.11:</b> Identificación de especies en laboratorio Ciencias del Mar.....	170
<b>Anexo 12.12:</b> Planteamiento del Problema .....	171
<b>Anexo 12.13:</b> Correlación de parámetros con diversidad de Lepidópteros por estación .....	173
<b>Anexo 12.14:</b> Correlación de parámetros con diversidad de Lepidópteros por monitoreo .....	173
<b>Anexo 12.15:</b> Correlación de parámetros con abundancia de Lepidópteros. ....	174
<b>Anexo 12.16:</b> Correlación de parámetros con abundancia de Lepidópteros en E1 ..	174
<b>Anexo 12.17:</b> Correlación de parámetros con abundancia de Lepidópteros en E2 ..	175
<b>Anexo 12.18:</b> Correlación de parámetros con abundancia de Lepidópteros en E3. .	175
<b>Anexo 12.19:</b> Correlación de parámetros con abundancia de Lepidópteros en E4 ..	175
<b>Anexo 12.20:</b> Correlación de parámetros con diversidad de Odonatos por estación	176
<b>Anexo 12.21:</b> Correlación de parámetros con diversidad de Odonatos por monitoreo .....	176
<b>Anexo 12.22:</b> Correlación de parámetros con abundancia de Odonatos .....	177
<b>Anexo 12.23:</b> Correlación de parámetros con abundancia de Odonatos en E1.....	178
<b>Anexo 12.24:</b> Correlación de parámetros con abundancia de Odonatos en E2.....	178
<b>Anexo 12.25:</b> Correlación de parámetros con abundancia de Odonatos en E3.....	179
<b>Anexo 12.26:</b> Correlación de parámetros con abundancia de Odonatos en E4.....	179

## ABREVIATURAS

**D Mg:** Índice de Margalef

**E1=** Estación 1

**E2=** Estación 2

**E3=** Estación 3

**E4=** Estación 4

**H'** = Índice de Shannon

**J=** Equitatividad de Pielou

**pH:** Potencial de hidrógeno.

**ppm:** Partes por millón.

**r:** Coeficiente de correlación de Pearson

**r<sub>s</sub>:** Coeficiente de correlación de Spearman

**SDT:** Sólidos disueltos totales.

**sp:** Especie

**VSR:** Trampas Van Someren Rydon.

## GLOSARIO

**Artrópodo:** Animales invertebrados que poseen un exoesqueleto de quitina, cuerpo segmentado y apéndices articulados.

**Cremáster:** Ápice del último segmento de la pupa de un lepidóptero en forma de gancho.

**Crisálida:** Cubierta que envuelve al insecto durante su etapa de transformación de larva a adulto.

**Imago:** Corresponde al último estadio del desarrollo de un insecto una vez finalizado el proceso de metamorfosis.

**Instar:** Estadios de insectos.

**Ninfa:** Forma inmadura de los insectos, similar al adulto con carencia de estructuras completamente desarrolladas.

# COMPOSICIÓN DE LOS ÓRDENES LEPIDOPTERA Y ODONATA EN EL BOSQUE HÚMEDO TROPICAL DE LA COMUNA DOS MANGAS, SANTA ELENA-ECUADOR

Autor: Nathaly Gabriela Espinoza Ricardo  
Tutor: Blgo. Xavier Piguave Preciado, M.Sc.

## RESUMEN

Dentro del phylum Arthropoda los lepidópteros y odonatos son organismos de valor científico y educativo, considerados bioindicadores por su estrecha relación con la cobertura vegetal y los cuerpos de agua, es por ello que el presente estudio tiene como finalidad analizar la composición de los órdenes Lepidoptera y Odonata mediante la identificación de especies recolectadas en cuatro estaciones establecidos en el sendero Las Cascadas de Dos Mangas y su relación con los factores ambientales. Para la identificación y registro de ejemplares se utilizaron guías ilustradas, claves taxonómicas y la plataforma iNaturalistEc, para el conteo se implementaron dos técnicas de captura: Red entomológica para insectos de vuelo veloz y Trampas Van Someren Rydon (VSR) con cebo de fruta fermentada y tejido de pescado descompuesto, con un total de 32 trampas distribuidas en los 12 transectos de las 4 estaciones, permitiendo la contabilización de 1 825 lepidópteros y 957 odonatos con 65 y 12 especies respectivamente. En base a la diversidad de organismos por estación mediante el índice de Shannon se obtuvieron niveles de diversidad media para ambos órdenes, no obstante, las estaciones difirieron: Lepidoptera (E2  $H'=3.179$ ) y Odonata (E1  $H'=2.09$ ), con dominancia de las especies *Heliconius erato cyrbia* y *Argia translata*, respectivamente. Con respecto a las correlaciones entre diversidad y los diferentes parámetros sólo la diversidad de Lepidópteros obtuvo una asociación significativa con pH y temperatura del agua, rechazando la hipótesis alterna de que existe una menor diversidad de Lepidópteros y Odonatos en relación con los factores físicos, químicos y biológico.

**Palabras clave:** Lepidoptera, Odonata, Diversidad, Parámetros ambientales.

**COMPOSITION OF THE ORDERS LEPIDOPTERA AND ODONATA IN  
THE TROPICAL MOIST FOREST OF THE COMMUNE DOS MANGAS,  
SANTA ELENA-ECUADOR**

Autor: Nathaly Gabriela Espinoza Ricardo  
Tutor: Blgo. Xavier Piguave Preciado, M.Sc.

**ABSTRACT**

Within the phylum Arthropoda, lepidoptera and odonates are organisms of scientific and educational value, considered bioindicators due to their close relationship with plant cover and bodies of water, which is why the purpose of this study is to analyze the composition of the orders Lepidoptera and Odonata through the identification of species collected at four stations established on the Las Cascadas de Dos Mangas trail and their relationship with environmental factors. For the identification and registration of specimens, illustrated guides, taxonomic keys and the iNaturalistEc platform were used. For counting, two capture techniques were implemented: Entomological net for fast-flying insects and Van Someren Rydon (VSR) traps with fermented fruit bait and decomposed fish tissue, with a total of 32 traps distributed in the 12 transects of the 4 stations, allowing the accounting of 1 825 lepidopterans and 957 odonates with 65 and 12 species respectively. Based on the diversity of organisms per station using the Shannon index, average diversity levels were obtained for both orders; however, the stations differed: Lepidoptera (E2  $H'=3.179$ ) and Odonata (E1  $H'=2.09$ ), with dominance of the species *Heliconius erato cyrba* and *Argia translata*, respectively. With respect to the correlations between diversity and the different parameters, only the diversity of Lepidoptera obtained a significant association with pH and water temperature, rejecting the alternative hypothesis that there is a lower diversity of Lepidoptera and Odonates in relation to the physical, chemical and biological.

**Keywords:** Lepidoptera, Odonata, Diversity, Environmental parameters.

# 1 INTRODUCCIÓN

Los insectos pertenecen al phylum Arthropoda, con una predominancia del 80% de los animales y especies conocidos en la actualidad (Jiménez-Martínez, 2009). Dentro de este gran grupo se localizan los órdenes Lepidoptera y Odonata, considerados ejemplos claros de organismos con valor instrumental de tipo científico y educativo (Cordero-Rivera y Galicia-Mendoza, 2017).

El orden Lepidoptera, es el segundo grupo más diverso después de los coleópteros (Cárdenas et al., 2016). Ampliamente distribuidos, a excepción del Continente Antártico, localizándose desde tierras baldías, bosques, llanuras costeras o colinas macizas (Khan et al., 2023). Considerados importantes desde el punto de vista ecológico para el análisis del estado ecosistémico, presentando una gran abundancia en América del Sur. A nivel mundial se estima que poseen entre 112 000 a 165 000 especies descritas de mariposas y polillas (Pérez y Zeledón, 2014).

Numerosos estudios han considerado que Colombia, Perú y Ecuador son los países que poseen la mayor diversidad de organismos, reportando alrededor de 4 000 especímenes, superando de esta forma a Estados Unidos y Brasil cuyos territorios son más extensos (Checa y Willmott, 2014). Además, es importante mencionar que en Ecuador la comunidad de lepidópteros se encuentra representado con aproximadamente 2 726 especies de mariposas diurnas (Brito, 2013).

El orden Odonata, está conformado por libélulas y caballitos del diablo agrupando alrededor de 6 000 especies distribuidas en los ambientes acuáticos en todas las regiones del mundo, a excepción de la Antártida (Bybee et al., 2016). Ecuador cuenta con una diversidad aproximada de 340 especies de libélulas descritas formalmente, sin embargo, se menciona que la cantidad reflejada es menos de la tercera parte de la diversidad existente, dado que el país es rico en recursos hídricos, en especial en cuerpos de agua permanente (Bustamante, 2013).

Dado que la riqueza de estos organismos está directamente relacionada con la cobertura vegetal y cuerpos de agua son considerados como importantes bioindicadores ambientales por su sensibilidad ante los cambios en su entorno, de esta manera, permitiendo relacionarlos con varios factores físicos, químicos y biológico, componentes importantes que pueden influir con el estado de las comunidades de invertebrados, puesto que, muchas especies de insectos están adaptados a condiciones definidas lo que determinan su distribución y las posibilidades de alcanzar altas o bajas densidades.

Debido a esto, surge la necesidad de identificar y registrar especies en el medio, teniendo en consideración la variación e influencia de factores ambientales. En Ecuador, la mayor parte de investigaciones se han centrado principalmente en descripción y distribución de dichos ejemplares en bosques de la región Andina y Amazónica, mientras que en la Costa los estudios son reducidos (Dueñas y Palomeque, 2021).

En la Provincia de Santa Elena el primer estudio sobre el estado poblacional de lepidópteros y odonatos se realizó en un fragmento del Bosque húmedo tropical Olón proporcionando información sobre el estado actual de dichos órdenes (Mejillón & Suárez, 2023), sin embargo, no se llevó el registro de factores ambientales que permitan relacionarlos con las fluctuaciones de las poblaciones. Por este motivo, el presente documento tendrá la finalidad de analizar la composición de los órdenes Lepidoptera y Odonata mediante la identificación de especies recolectadas en cuatro estaciones establecidos en el sendero Las Cascadas de Dos Mangas y su relación con los factores ambientales.

## 2 JUSTIFICACIÓN

En los últimos años el crecimiento demográfico en el país ha ido en aumento y en consecuencia a esto las actividades antropogénicas sobre los espacios naturales han actuado de forma negativa, provocando la perturbación de las especies residentes del medio, haciendo necesaria la evaluación de estas áreas para conocer el estado actual de la comunidad.

Varios grupos de invertebrados han sido objeto de programas de seguimiento de la biodiversidad en los ecosistemas, puesto que proporcionan información valiosa sobre el estado del medio ambiente de forma eficaz y eficiente. Los grupos de invertebrados que generalmente son seleccionados para los monitoreos son los ejemplares pertenecientes a lepidópteros y odonatos, debido a que ambos órdenes cuentan con una ecología y taxonomía reconocida a nivel mundial permitiendo que los estudios sean altamente confiables (Boieiro et al., 2023).

Dichos organismos cuentan con todos los requisitos necesarios para ser considerados organismos bioindicadores del estado del ecosistema, puesto que son abundantes y fáciles de visualizar, presentan una importante diversidad específica, sus exigencias ecológicas son variadas, la metodología de muestreo no es complicada y viable.

Además, la caracterización taxonómica de las especies que se obtengan serán realizadas con bibliografía adecuada, que incluyen guías ilustradas, claves de identificación y el uso de plataformas web iNaturalist EC, permitiendo la identificación en el laboratorio

o incluso en el campo, por esto son considerados como grupos importantes en temas de biodiversidad y ecología, convirtiéndose en elementos claves dentro de los proyectos conservación (Flores, 2012).

La ejecución de este trabajo de investigación permitirá llenar un vacío en el campo de la identificación de lepidópteros y odonatos en el Bosque húmedo tropical de la comuna Dos Mangas mediante la creación de una base de datos de especies residentes en este ecosistema como importante instrumento para el conocimiento, conservación de estos recursos naturales y fuente de información para futuras investigaciones, puesto que son pocos los estudios realizados en la Península de Santa Elena que permiten obtener una base de distribución de organismos. Además, el presente trabajo proporcionará información sobre la relación existente entre los especímenes de interés y los factores físicos (temperatura, precipitación, humedad y nubosidad), químicos (pH y sólidos totales disueltos) y biológico (fauna depredadora).

## **3 OBJETIVOS**

### **3.1 Objetivo General**

- Analizar la composición de los órdenes Lepidoptera y Odonata mediante la identificación de especies recolectadas en cuatro estaciones establecidos en el sendero Las Cascadas de Dos Mangas y su relación con los factores ambientales.

### **3.2 Objetivos específicos**

- Identificar las especies de Lepidópteros y Odonatos mediante la utilización de claves de identificación, guías ilustradas y plataforma web iNaturalist EC.
- Determinar el número de especímenes de estudio de las diferentes estaciones a través del uso de Red entomológica (captura directa) y Trampa Van Someren Rydon VSR (captura indirecta).
- Comparar la diversidad de Lepidópteros y Odonatos entre las diferentes estaciones y su relación con los factores físicos, químicos y biológico.

## 4 HIPÓTESIS

**(H0):** Existe una menor diversidad de Lepidópteros y Odonatos en relación con los factores físicos, químicos y biológico.

## **5 MARCO TEÓRICO**

### **5.1 Generalidades de la clase Insecta**

Los insectos pertenecen al Phylum Arthropoda, siendo el grupo con mayor diversidad en todo el planeta, con más de un millón de organismos (Olaciregui, 2021). Estos individuos son conocidos como los ingenieros de la vida, debido a que proporcionan una gran variedad de servicios ecosistémicos de importancia como: polinización, control de plagas, reciclaje de nutrientes, además de servir como suministro de alimento en los primeros eslabones en la cadena trófica (Debinski, 2023).

### **5.2 Lepidópteros y Odonatos de la Región Neotropical.**

La región Neotropical, mayormente conocida como América tropical o trópico americano abarca una amplia variedad de diferentes biomas y tipos de hábitats que han sido objeto de numerosos estudios en los últimos años, debido a que en ella alberga niveles excepcionales de riqueza de especies con una alta importancia científica (Antonelli et al., 2018).

Entre los diferentes grupos que exhiben estos ecosistemas los organismos de gran prevalencia y diversidad lo conforman los Lepidópteros, con una estimación mayor del 42% de especies descritas, debido a que se encuentran estrechamente relacionadas con la cobertura vegetal y mediante esto desempeñan un importante rol en la ecología de

las comunidades para un correcto funcionamiento del ecosistema (Brito y Buestán, 2014).

En el Neotrópico la población de odonatos posee aproximadamente 1 636 especies descritas repartidas en 186 géneros, la alta concentración de estos organismos radica en la estrecha relación que posee este grupo de individuos con el medio, sobre todo durante la fase de ninfa, donde la interacción con plantas y excelentes características fisicoquímicas del ecosistema permiten el adecuado desplazamiento de organismos en los cuerpos de agua, promoviendo su riqueza y distribución en estadios inmaduros (Cuéllar et al., 2018).

## **5.3 ORDEN LEPIDOPTERA**

### **5.3.1 Generalidades**

La palabra Lepidoptera proviene del vocablo griego lepidos - escama y pteron – ala, que significa “alas con escamas”, siendo una de las características destacadas del taxón. Pertenecen al segundo orden de insectos más grande, diverso, extendido y ampliamente reconocido de la clase Insecta del Phylum Arthropoda (Llorente-Bousquets et al., 2014; Perveen & Khan, 2017).

### 5.3.2 Clasificación

Los lepidópteros históricamente han sido clasificados en base a sus hábitos de vuelo (comportamiento): mariposas diurnas (Rhopalocera) y nocturnas o polillas (Heterocera). Estos agrupamientos actualmente se los considera obsoletos, debido a que, para determinar si un lepidóptero pertenece a un Rhopalocera o a un Heterocera es necesario examinar diversas características morfológicas como: antenas, forma o extensión de palpos labiales y mecanismo de acoplamiento de las alas (Ramos-González, 2017).

Según, Zhang (2011), menciona que el orden Lepidoptera se clasifica en 4 subordenes: Zeugloptera, Aglossata, Heterobathmiina y Glossata. El suborden Zeugloptera está únicamente representado por una familia, Micropterigidae, pequeño grupo de mariposas con mandíbulas funcionales en los individuos adultos (Olivares et al., 2011).

El suborden Aglossata pertenece a un linaje de lepidópteros primitivos con aspecto de tricópteros denominados “polillas del Kauri”, representados por la familia Agathiphagoidea (Callirgos, 2015). El suborden Heterobathmiina está conformado por especies primitivas y diurnas conocidas como polillas metálicas, las cuales se encuentran distribuidas en el sur de Sudamérica (Cohen, 2002). Dentro del suborden Glossata “con lengua” se incluyen todas las superfamilias de mariposas que cuentan con espiritrompa (probócide), en este grupo se encuentra la mayoría de los lepidópteros que se han descrito en la actualidad (Gómez, 2014).

### **5.3.3 Principales familias de Ecuador**

Guerrero (2019), señala que Ecuador es uno de los países más ricos en diversidad de Lepidópteros al ser parte de la región Neotropical, con una estimación del 35% del total de organismos identificados en la actualidad, es importante recalcar que a nivel mundial existen más de 250 000 especies, de los cuales sólo la mitad han sido descritos. Sin embargo, en el Ecuador la mayor representatividad de lepidópteros lo comprende el subórden Glossata, donde los infraordenes Exoporia y Heteroneura han sido reportados dentro del país. Exoporia es un grupo de mariposas primitivas donde se incluye la superfamilia Hepialoidea, mientras que Heteroneura se divide en Monotrysia y Ditrysia. El primer grupo contiene a las superfamilias Nepticuloidea e Incurvarioidea, mientras que en el segundo se engloba a la mayor parte de lepidópteros presentes en el país, agrupados en las subfamilias: Tineoidea, Cosmoidea, Zygaenoidea, Thyridoidea, Pyraloidea, Geometroidea, Uranioidea, Drepanoidea, Hedyloidea, Hesperoidea, Papilionoidea, Bombycoidea y Noctuoidea (Piñas & Pesántez, 1997).

Dentro de la subfamilia Papilionoidea se reconocen 5 familias: Papilionidae, Pieridae, Lycaenidae, Nymphalidae y Riodinidae, los cuales albergan una gran diversidad de especies de interés de estudio (Frentiu, 2010).

#### **5.3.3.1 Papilionidae**

Es una de las familias de vuelo diurno llamativas por sus patrones de coloración y grandes dimensiones, se encuentran ampliamente distribuidas a nivel mundial habitando en lugares con clima húmedo y tropical, exceptuando los polos, se

caracterizan por poseer una prolongación en la vena  $M_3$  de las alas posteriores lo cual les confiere el nombre de “colas de golondrina” o “colitas de espada”. Este grupo se divide en 3 subfamilias: Baroniinae, Parnassiinae y Papilioninae (Penco y Di Iorio, 2014).

### **5.3.3.2 Pieridae**

Dentro de la familia Pieridae es posible encontrar especies cosmopolitas de tamaño mediano, se caracterizan por sus tonalidades claras, entre ellas, blancas, amarillas o anaranjadas, sin embargo, ciertas especies pueden presentar mimetismo. Este grupo se divide en las siguientes subfamilias: Pseudopontiinae, Dismorphiinae, Pierinae y Coliadinae (Maes, 2007).

### **5.3.3.3 Lycaenidae**

Está conformada por una gran diversidad de especies, siendo la mayor parte de ellas pequeñas. Una de las principales características que distinguen a esta familia es que los machos poseen sus patas delanteras de tamaño reducido, lo contrario a las hembras. La parte dorsal de sus alas generalmente exhiben colores brillantes que varían entre azul, verde, rojo o naranja, además, en la parte posterior de las mismas cuentan con manchas en forma de ojos, así como pequeños filamentos a modo de protección contra depredadores (De la Luz & Madero, 2011).

El grupo se divide en 8 subfamilias: Lipteninae, Poritiinae, Liphyrinae, Miletinae, Curetinae, Lycaeninae, Theclinae y Polyommattinae, de los cuales las 3 últimas sólo se

encuentran en las zonas templadas del norte, cabe mencionar, que la clasificación en este grupo aún está en proceso de cambio (Heppner, 2004).

#### **5.3.3.4 Nymphalidae**

Son el mayor grupo de mariposas diurnas a nivel mundial, se caracterizan por destacar por sus variados colores, formas, tamaño mediano y gran capacidad de vuelo. Se divide en las siguientes subfamilias: Limenitinae, Nymphalinae, Heliconiinae, Libytheinae, Charaxinae, Apaturinae, Morphinae, Satyrinae, Calinaginae y Danainae (Centro de Manejo de Vida Silvestre Awacachi, 2006).

#### **5.3.3.5 Riodinidae**

Esta familia se encuentra ampliamente distribuida en la región Neotropical, con una representación total de 1 532 especies, a este grupo se los denomina comúnmente como mariposas “marcas de metal” debido a las pequeñas manchas metálicas que presentan en sus alas (Barreiro, 2021). Dentro de este grupo las especies destacan por su gran diversidad, mimetismo y morfología, puesto que exhiben una gran variación de forma, color y patrón alar. Actualmente, esta familia se divide en 3 subfamilias: Riodininae, Euselasiinae y Nemeobiinae (Espeland et al., 2015).

### **5.3.4 Morfología externa del orden Lepidoptera**

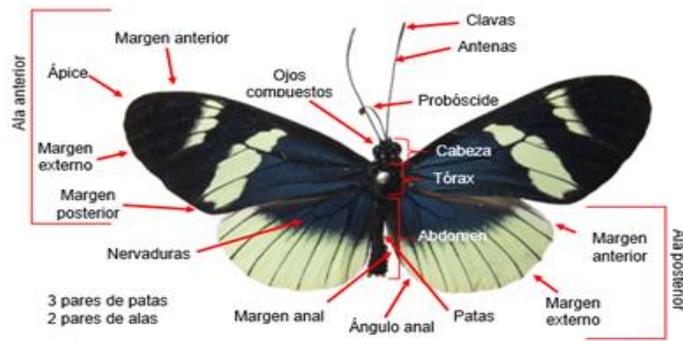
Los lepidópteros tienen el cuerpo dividido en 3 segmentos: Cabeza, tórax y abdomen.

#### **5.3.4.1 Cabeza**

Los adultos en la cabeza presentan ojos compuestos bien desarrollados y en ciertas especies se puede observar un pequeño ocelo detrás de la base de la antena. Las antenas están formadas por tres segmentos: basal o escapo, pedicelo y el resto denominado flagelo, poseen una gran variación de formas, en especial las polillas, las cuales pueden ser: plumosas, filiformes, fusiformes, dilatadas, ciliadas, fasciculadas, setosas, lameladas, dentadas y pectinadas. Además, cuentan con una espiritrompa, órgano especializado en su alimentación, sin embargo, en varias especies de polillas el aparato bucal se encuentra atrofiado imposibilitando su alimentación en la fase adulta (Pérez, 2017).

#### **5.3.4.2 Tórax**

Estos organismos están compuestos por tres segmentos: Protórax, mesotórax y metatórax, en él se encuentran tres pares de patas articuladas y dos pares de alas membranosas cubiertas de escamas, a cada par se lo puede clasificar como alas anteriores y posteriores (Figura 5.1). En las alas anteriores se observa un margen que culmina en el ápice del ala y recorre hasta la parte inferior de la misma, en ciertas especies en el ángulo anal del apéndice del organismo el borde se prolonga generando una o varias colas con la finalidad de que ante un ataque el depredador fije en éstas su atención y evitar dañar parte de su estructura. Ambos pares de alas poseen líneas denominadas nervaduras o venas alares, pequeños conductos donde circula la hemolinfa, además, estas nervaduras son de gran utilidad para su clasificación taxonómica (Nuñez, 2019).



**Figura 5.1:** Morfología de un lepidóptero.

### 5.3.4.3 Abdomen

En él se aloja el sistema digestivo, circulatorio y nervioso (Nuñez, 2019). Está dividido en 10 segmentos, en los 8 primeros se puede observar la típica estructura: tergo, pleuras, esterno y un espiráculo en cada costado, mientras que en los últimos segmentos se encuentra el aparato genital externo (genitalia) (García-Barros et al., 2015).

### 5.3.5 Ciclo de vida

Los lepidópteros son insectos ovíparos de metamorfosis completa, el ciclo de vida se compone de cuatro fases (Figura 5.2): huevo, larva (oruga), pupa (capullo o crisálida) y adulto (imago) (Cabrerizo et al., 2014).



**Figura 5.2:** Ciclo biológico del orden Lepidoptera (Gareca & Reichle, 2007).

### 5.3.5.1 Huevo

Las hembras depositan sus huevos en plantas nutricias u hospederas que servirán de alimento a las larvas cuando eclosionen, lo cual ocurre generalmente entre 3 a 7 días (Hernández, 2020) (Tabla 5.1).

**Tabla 5.1:** Fases del ciclo de vida del Orden Lepidoptera (Mulanovich, 2007).

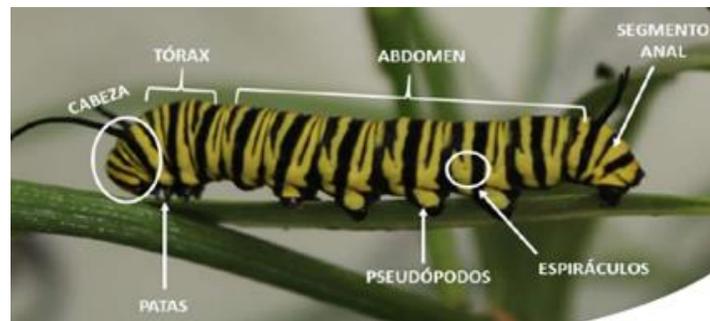
<b>Huevo</b>	Fase embrionaria.
<b>Larva u oruga</b>	Fase de alimentación y crecimiento.
<b>Pupa o crisálida</b>	Fase de metamorfosis.
<b>Adulto</b>	Fase sexualmente madura y con capacidad para volar.

Dependiendo de la especie pueden colocar alrededor de 100 y 500 huevos de forma individual o en tandas dispuestos en hileras agrupadas entre sí, el tamaño de los mismos varía entre  $\frac{1}{4}$  mm y 1 mm, algunos pueden superar esta dimensión en proporción al tamaño del individuo (Centro de Manejo de Vida Silvestre Awacachi, 2006). Los huevos varían en su apariencia, pueden ser truncados, alargados, ovoides, esféricas o semiesféricas, mientras que algunos poseen espinas como sistema de defensa. Se encuentran envueltos por una cubierta denominada “chorion” que generalmente es la primera comida de la oruga (Mulanovich, 2007).

### 5.3.5.2 Larva

Durante esta fase la función de la larva se limita en: alimentarse y crecer. A lo largo de su crecimiento la oruga transforma grandes cantidades de follaje en reservas alimenticias necesarias para las fases de pupa y adulto. Las larvas poseen 6 patas menos

pronunciadas que en los adultos con tres segmentos corporales: cabeza, tórax y abdomen (Figura 5.3).



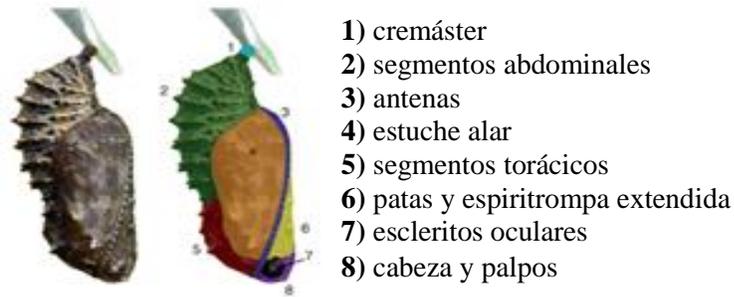
**Figura 5.3:** Morfología de larva de lepidóptero (Ciccale, 2022).

La cabeza está constituida por fuertes mandíbulas, un duro exoesqueleto y ojos simples, seguida de un cuerpo alargado donde se encuentra el tracto digestivo (Changoluisa, 2012; Fajardo & Lopera, 2014). El tiempo estimado de este estadio varía entre 3 a 4 semanas y debido al constante crecimiento se genera un desgaste y pérdida de exoesqueleto o piel, a este proceso se le denomina “muda” y cada muda produce un nuevo “instar”, el primer instar de larva se da cuando emerge del huevo y posteriormente atravesará por 4 proceso de muda, dando como resultado un total de 5 instar, alcanzando en la última muda el tamaño completo (Changoluisa, 2012).

### **5.3.5.3 Pupa**

Cuando la oruga llega a su último estadio larval deja de alimentarse y busca un sitio adecuado donde se fija y construye una capa de hilos de seda denominada crisálida o capullo. Algunas especies lo hacen quedando colgadas boca abajo, mientras que otras se fijan boca arriba, en ramas, suelo o entre hojarasca (Figura 5.4). La crisálida puede

variar en tamaños, forma y patrón característicos por especie permitiendo su identificación (Fernandez et al., 2020).



**Figura 5.4:** Morfología externa de crisálida de lepidóptero (Fernández et al., 2020).

Tan pronto se forma la pupa empiezan los cambios, durante el proceso el insecto parece estar en reposo, sin embargo, dentro de la envoltura se disuelven los músculos, nervios y exoesqueleto, a partir de los cuales se formarán nuevos tejidos y miembros. Al finalizar el proceso a menudo se puede observar al adulto formado a través de la cubierta quitinosa de la crisálida, la cual posee nervios sensoriales permitiéndole responder a estímulos externos como luz y temperatura (Morales & Ortiz, 2003).

#### **5.3.5.4      Adulto**

Al finalizar la formación de tejidos, el imago (insecto adulto) emerge de la crisálida, posteriormente con las alas blandas colgando buscará un lugar adecuado para extenderlas y permitir el bombeo de la hemolinfa por las nervaduras alares, una vez desplegadas adoptan una postura de reposo y el sol las irá secando progresivamente hasta adquirir suficiente rigidez, permitiendo al insecto volar con la finalidad de dispersarse, alimentarse y reproducirse. Es importante mencionar que en esta fase ya

no habrá crecimiento, por lo tanto, el organismo conservará el mismo tamaño con el que salió del capullo (Lloret, 2006).

### **5.3.6 Reproducción**

La reproducción de los lepidópteros inicia poco después de emerger de la pupa, durante esta etapa los organismos adultos desarrollan un proceso denominado cortejo, a través del cual machos o hembras dependiendo de la especie, emitirán una serie de señales visuales (maniobras de vuelo), táctiles, acústicas o químicas como forma de comunicación u atracción (Barro y Nuñez, 2011).

La comunicación química es una de las más utilizadas al momento de encontrar pareja, para esto los organismos desarrollan mechones sexuales (androconios) o glándulas que les permiten emitir feromonas sexuales, proceso denominado “conducta de llamado”, los cuales al ser liberados al aire permitirá ser reconocidas por el sexo opuesto (Londoño & Giraldo, 2016). Posteriormente, cuando la hembra se encuentre receptiva el macho se aferrará a su genital, a través de sus valvas e insertará el edeago o pene con el objeto de implantar su esperma (Chacón & Montero, 2007).

El apareamiento puede durar algunas horas, sin embargo, una vez finalizada la cópula la hembra es capaz de poner huevos fértiles de forma inmediata, dando inicio al ciclo biológico de los lepidópteros. Es importante mencionar que las feromonas utilizadas son específicas de cada especie, de esta forma se permitirá aislar organismos que se encuentren estrechamente relacionados entre sí (Miller & Hammond, 2003).

### **5.3.7 Alimentación**

Los lepidópteros se alimentan principalmente en su estado larval, consumiendo grandes cantidades de follaje que le permitirá obtener las reservas energéticas necesarias para el desarrollo de su ciclo biológico. Durante la fase larval pueden presentar 3 tipos de alimentación: Monófagas, se alimentan de una sola especie de vegetal, la cual suele ser la planta hospedera; Oligófagas, se alimentan de un grupo específico de especies de plantas pertenecientes a la misma familia; Polífagas, consumen una gran variedad de especies de plantas (DeVries, 1987; Huiñapi, 2019).

En su estado adulto se describen 3 tipos de hábitos alimenticios: Frugívoras, aquellos organismos que se alimentan de frutas, principalmente fermentadas; Nectívoras, aquellas que se alimentan del néctar de las flores; Necrófagas, aquellas que absorben los nutrientes necesarios de materia en descomposición como carroña y excremento de aves o mamíferos (Martínez, 2020). Sin embargo, existen especies de lepidópteros que no se alimentan en su estado adulto al tener su aparato bucal atrofiado o carecer de él, estos organismos absorben los nutrientes necesarios de las reservas energéticas que se encuentran almacenados en sus tejidos (Medina, 2009).

### **5.3.8 Importancia**

Los lepidópteros son un grupo de insectos ampliamente conocidos que se han convertido en organismos emblemáticos en temas ambientales y educativos, no solo por tener un mayor porcentaje de especies presentes en el ecosistema, sino también

poseen una importancia ecológica al ser polinizadores y servir de alimento a otros individuos. En el ámbito educativo ofrecen un taxón modelo para estimación de impacto ambiental, seguimiento de poblaciones, estudios de conservación, ecología, evolución, sistemática o genética (Perveen & Khan, 2017).

La generación de información sobre la población de especies residentes en determinados entornos es de suma importancia para la economía, debido a que, ciertos grupos poseen organismos con alimentación voraz considerados como plagas, capaces de dañar los cultivos y a la vez generar un impacto negativo en el patrimonio de las personas. Sin embargo, la prevalencia de determinados grupos puede potenciar el ecoturismo, mediante la creación de lepidoptarios con la finalidad de incentivar a turistas y habitantes locales a conocer más sobre la ecología de estos organismos (Gareca y Reichle, 2007).

## **5.4 ORDEN ODONATA**

### **5.4.1 Generalidades**

El término Odonata proviene del griego “odon” que significa diente, el cual hace referencia a las fuertes mandíbulas que poseen los integrantes de este grupo de insectos (Ramírez, 2010). El orden Odonata comprende a insectos depredadores y voladores en las etapas de larva y adulto conocidos como libélulas y caballitos del diablo, en la actualidad está conformado por 6 000 especies estrechamente relacionados con los ambientes acuáticos por su ciclo de vida (Carvajal, 2020).

### **5.4.2 Clasificación**

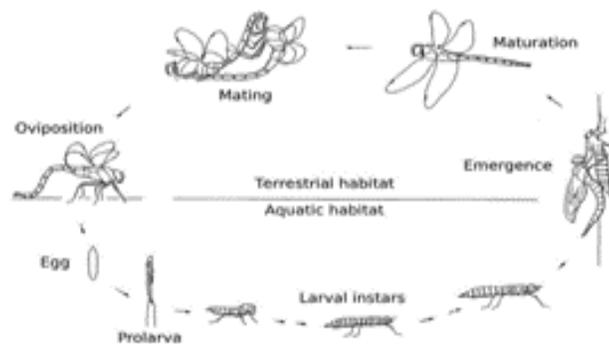
Palacio (2021), menciona que actualmente se reconocen 3 subórdenes: Zygoptera, Anisoptera y Anisozygoptera. El suborden Zygoptera agrupa a los denominados caballitos del diablo, organismos de apariencia frágil y con una gran capacidad de vuelo. Dentro del grupo Anisoptera están las libélulas conocidas generalmente como “dragonflies” de apariencia grande y robusta, en reposo mantienen las alas en un ángulo recto a su cuerpo (Gill et al., 2007). Mientras que Anisozygoptera agrupa a organismos que poseen características morfológicas de los otros subórdenes, como cuerpos gruesos y alas pecioladas (Ware, 2021). Los dos primeros grupos presentan una gran cantidad de especies, mientras que el último posee un número reducido al estar incluidas en él las familias fósiles (Dijkstra et al., 2013).

### **5.4.3 Principales familias de Ecuador**

Carvajal (2020), señala que en Ecuador sólo se cuenta con los grupos Zygoptera y Anisoptera, dentro de los cuales en el país se han reportado alrededor de 15 familias: Polythoridae, Dicteriadidae, Calopterygidae, Lestidae, Perilestidae, Pseudostigmatidae, Megapodagrionidae, Platysticidae, Protoneuridae, Coenagrionidae, Agrionidae, Aeshnidae, Gomphidae, Corduliidae y Libellulidae, donde se los puede encontrar a partir de los 0 m de altitud hasta los 3 500 m.

#### 5.4.4 Ciclo de vida

Los odonatos a diferencia de otros insectos son organismos hemimetábolos, es decir, pasan por las etapas de: huevo, larva/ninfa, metamorfosis, emergencia y adulto (Figura 5.5), sin necesidad de pasar por un estadio pupal, durante su ciclo de vida presentan una fase inmadura acuática y una fase adulta terrestre, donde la larva y el adulto muestran un aspecto diferente (Sanchez et al., 2009).



**Figura 5.5:** Ciclo biológico del orden Odonata (Suhling et al., 2015)

##### 5.4.4.1 Huevo

Los adultos se encargan de dispersar los huevos en la vegetación cercana a cuerpos de agua, sustratos sumergidos o los liberan directamente en el medio acuático (Cerrutti y Alvis, 2015).

##### 5.4.4.2 Larva

El estado larval generalmente es el de mayor duración del orden, gran parte de estos organismos pasan más de un año como ninfas hasta atravesar el número de estadios necesarios para convertirse en adulto, el número de intermudas por las que deben

atravesar las ninfas varía de acuerdo a la especie, sin embargo, se estima que el proceso oscila entre 10 a 15 veces, una vez finalizadas las mudas las ninfas sufren una serie de modificaciones que le permitirán avanzar al siguiente estadio (Cerrutti & Alvis, 2015).

#### **5.4.4.3 Metamorfosis**

Previamente antes de la fase de emergencia se da paso a la metamorfosis del organismo, el cual se basa en una serie de cambios: morfológicos, fisiológicos y conductuales como producto de un cambio hormonal, permitiendo la formación del adulto, además, se presentan otros cambios como el crecimiento y pigmentación de los ojos, retracción del labio inferior e hinchazón de las bolsas vestigiales de las alas (Moreno y Ripoll, 2018; Ortega, 2020).

#### **5.4.4.4 Emergencia**

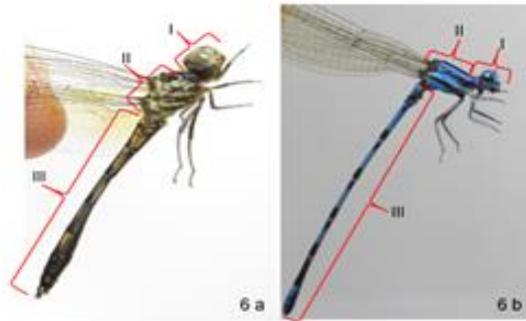
Los odonatos, tienden a emerger en zonas con poco viento hasta finalizar su ciclo biológico y de esta forma evitar sufrir daños, durante esta fase el organismo se encuentra vulnerable ante los depredadores debido a que sus alas aún están demasiado débiles para funcionar apropiadamente. Otro factor que puede influir durante esta fase en la vida del organismo es escoger un lugar inapropiado para desplegar sus alas, puesto que puede verse interrumpido por quedar atrapado o ser interferido por emergencias “masivas” (Ortega, 2020).

#### 5.4.4.5 Adulto

Al finalizar el estadio de emergencia el insecto abandona su exoesqueleto larvario y extiende sus alas al medio, adoptando un aspecto adulto, además de su sistema respiratorio y el desarrollo por completo un aparato reproductor funcional (Cano et al., 2016).

#### 5.4.5 Morfología externa del orden Odonata

Los odonatos poseen el cuerpo dividido en tres secciones: cabeza, tórax y abdomen.



**Figura 5.6:** Partes principales en el cuerpo del orden Odonata, I: cabeza, II: tórax, III: abdomen, a. Anisóptero, b. Zygóptero.

#### 5.4.5.1 Cabeza

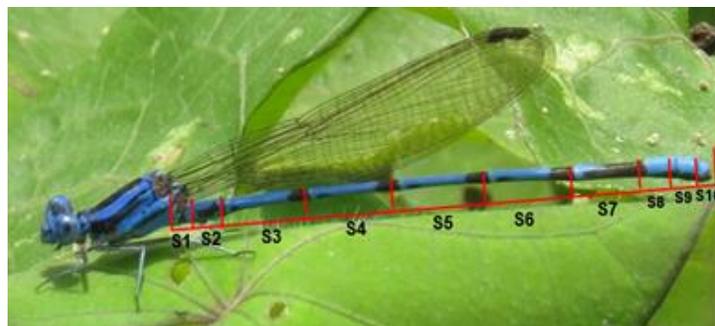
El suborden Zygoptera posee una cabeza alargada transversalmente, mientras que en los anisópteros (Anisoptera) tienen forma esférica, ambos poseen un par de ojos compuestos, el primer grupo los tiene dispuestos de manera lateral, al contrario del segundo grupo, los cuales son de mayor tamaño y ocupan gran parte de la cabeza (González y Novelo, 2014). También poseen tres ocelos, prominentes mandíbulas y antenas reducidas en forma de pestañas, la región posterior de la cabeza se denomina occipucio mientras que la parte superior vértex (Palacino-Rodríguez et al., 2020).

### 5.4.5.2 Tórax

El tórax de estos organismos se encuentra dividido en dos partes: protórax, pequeño segmento situado a continuación de la cabeza, seguido del sintórax, el cual está formado por la fusión de dos segmentos (meso y metatórax) donde se insertan dos pares de alas membranosas, que se mantienen en posición de forma vertical (Zygoptera) u horizontal (Anisoptera). El tórax también está provisto de tres pares de patas finas, con espinas que les permiten a los odonatos capturar sus presas durante el vuelo o asirse a las superficies, más no caminar, las patas se dividen en 6 artejos: coxa, el trocánter, el fémur, la tibia, el tarso y uñas (Herrera et al., 2010).

### 5.4.5.3 Abdomen

Es una estructura alargada, delgada y sensible, compuesta por 10 segmentos descritos del S1 hasta el S10 (Figura 5.7). El primer segmento (S1) es la unión entre el tórax y abdomen, en los segmentos S2 y S3 en los machos se encuentra la genitalia secundaria, a excepción de las hembras que carecen de ellas, pero poseen una genitalia bien desarrollada en los segmentos S8 y S9.



**Figura 5.7:** Segmentos abdominales de Odonatos.

Los apéndices abdominales están ubicados en el último segmento y en el caso de los machos de Anisoptera están representados por los cercos y el epiprocto, mientras que en Zygoptera es por cercos y paraproctos (Sanchez et al., 2009).

#### **5.4.6 Alimentación**

Las ninfas, así como los adultos son voraces depredadores, generalmente se alimentan de todo tipo de organismos que puedan capturar en el medio donde se encuentren, entre ellos pequeños invertebrados, juveniles de peces u otros insectos acuáticos, es por ello que se consideran como un importante grupo controlador de insectos plagas. Algunas especies en sus primeras etapas larvales son capaces de consumir pequeños microorganismos como plancton, peces, renacuajos o pequeños habitantes de fondo (Rippel, 2022).

#### **5.4.7 Reproducción**

La reproducción de estos organismos es exclusivamente sexual, los machos antes de la cópula se encargan de transferir esperma desde sus testículos al pene, debido a que poseen sus genitales primarios (testículos) y secundarios (pene) desconectados (Leonard & Córdova-Aguilar, 2010).



**Figura 5.8:** Rueda de acoplamiento de Odonatos (Wellenreuther & Sánchez-Guillén, 2016).

Posteriormente, se da el reconocimiento de especie y la hembra acepta la cópula, durante este proceso los machos del suborden Anisoptera (libélulas o dragonflies) se acercan a la hembra y le agarran por la cabeza, mientras que los Zygoptera (caballitos del diablo) lo hacen por el protórax, consecutivamente se forma la característica “rueda de acoplamiento” donde la hembra levanta la punta de su abdomen hacia adelante con la finalidad de recibir el esperma de los genitales secundarios del macho (Figura 5.8) (Wellenreuther & Sánchez-Guillén, 2016).

Es importante mencionar que para garantizar el éxito reproductivo antes del apareamiento el macho se encarga de eliminar el esperma de otros especímenes para poder transferir su esperma a los genitales femeninos (Cordero & Cordoba, 2010).

#### **5.4.8 Importancia**

La importancia de este grupo de organismos radica en que pueden ser utilizados como bioindicadores ambientales, debido a su alta sensibilidad a los cambios que se den en su entorno en consecuencia de actividades humanas y factores bióticos o abióticos, además, de jugar un importante papel como indicadores del estado de humedales, puesto que ante la mínima perturbación en su ecosistema reaccionarán inmediatamente generando cambios en su abundancia y distribución (Cuéllar et al., 2016; Reyes, 2018).

Los odonatos se caracterizan por ser depredadores generalistas en todos sus estadios, desarrollando un importante papel en el control de larvas acuáticas de insectos de

importancia médica como los mosquitos, quienes son los principales transmisores de enfermedades (Nájera y Souza, 2010).

## **5.5 Factores que influyen en la distribución de insectos**

La dinámica poblacional y desarrollo de insectos se encuentran ampliamente relacionados a diversos factores ambientales, los cuales constituyen un mecanismo de control natural capaces de limitar la distribución geográfica, además de influir en el crecimiento o disminución de los diferentes grupos de organismos (Navarro, 2020).

### **5.5.1 Factores físicos**

#### **5.5.1.1 Temperatura**

La temperatura es considerada como uno de los factores abióticos de mayor importancia en la biología de los organismos, por su influencia en las respuestas fisiológicas y estructura poblacional de un ecosistema (Chávez, 2017). Al presentarse un cambio climático se obtiene un impacto significativo sobre el medio natural y sus componentes, entre los principales afectados son los insectos, quienes al ser animales ectotérmicos dependen en gran medida de las condiciones térmicas del entorno (Jaworski & Hilszczański, 2013).

#### **5.5.1.2 Humedad**

La humedad se describe como la cantidad de vapor presente en la atmósfera, considerada como uno de los factores más importantes para la determinación de las

condiciones climáticas (González, 2015). Este factor puede llegar a influir en la fisiología, desarrollo, longevidad, reproducción y ovoposición de algunos grupos de insectos en condiciones de humedad alta o baja (Norhisham et al., 2013; Giraldo, 2018).

### **5.5.1.3 Precipitación**

La precipitación se encuentra estrechamente relacionada con los procesos microfísicos de las nubes, como producto del aumento de temperatura y la capacidad de retención de humedad atmosférica (Bui et al., 2019).

La frecuencia, duración e intensidad de las lluvias pueden afectar en el desarrollo y supervivencia de pequeños artrópodos (insectos) de forma directa o indirecta (Chen et al., 2019). Entre los principales problemas que se pueden presentar por la variación de los patrones de precipitación es la interrupción en las interacciones tróficas, en especial, entre plantas e insectos, debido a la pérdida de hábitats donde se alimentan las larvas de determinados grupos, recursos de néctar y problemas de adaptabilidad para la actividad de vuelo, lo que provoca un desequilibrio en las comunidades ( Al Baraj & Ögür, 2022).

### **5.5.1.4 Nubosidad**

La nubosidad se define como el grado de cobertura que poseen las nubes en el cielo, este factor juega un importante papel para las predicciones meteorológicas, debido a que es uno de los principales indicadores de precipitación, además, de que se encuentra

estrechamente relacionado con la humedad y temperatura (Yaringaño, 2022). Sin embargo, Kuussaari et al., (2016), menciona que el conocimiento de este factor también es importante debido a que proporciona información sobre el grado de dispersión de las especies.

## **5.5.2 Factores químicos**

### **5.5.2.1 pH**

El potencial de hidrógeno (pH) es un indicador que mediante la toma de muestras de agua permite saber si un medio acuático posee condiciones ácidas, alcalinas o neutras, los valores varían de 0 a 14, siendo 7 neutro, un pH inferior a esta cantidad indica acidez y una superior es básica (Hassan, 2019). Si los valores del agua analizada se encuentran en el rango de 6.5 a 8.5 el medio presenta óptimas condiciones para el desarrollo de vida de ciertos grupos de organismos (Baharudin et al., 2021).

### **5.5.2.2 Sólidos disueltos totales**

Los sólidos disueltos totales (SDT) hacen referencia a la concentración de minerales que se encuentran presentes en los sistemas acuáticos como salinidad y concentración de los componentes iónicos (Roldán, 2003). Entre las principales partículas disueltas en aguas superficiales están: calcio, fosfato, nitratos, cloruro, sodio y potasio, los cuales están estrechamente relacionados con la conductividad eléctrica del medio. Los altos niveles de sólidos disueltos en el agua pueden provenir de diferentes actividades humanas como escorrentía agrícola, urbana o descarga de aguas residuales, que en

consecuencia son capaces de reducir la claridad del agua y aumentar su temperatura (Hussain, 2019).

Peng et al. (2020), menciona que las altas concentraciones de TDS o SDT además de repercutir en el estado del agua, también puede llegar a ser tóxico para diversas formas de vida del ecosistema acuático como insectos, macroinvertebrados, peces y anfibios.

### **5.5.3 Factor biológico**

#### **5.5.3.1 Fauna depredativa**

En un ecosistema no disturbado ocurren diversas interacciones complejas que permiten mantener el equilibrio poblacional de organismos, entre ellas, se encuentra la depredación, siendo una de las interacciones biológicas más frecuente en el mundo que se da entre dos o más organismos (depredador y presa) ambos pertenecientes a un mismo medio, sin embargo, el depredador presenta características que se deben tener presentes: el tamaño generalmente es igual al de la presa, la acción de predación conduce a la muerte del otro organismo y además pueden ser emboscadores, acechadores y predadores activos (Castro y Noguera, 2014).

Palmer & Menninger (2013), indican que la evaluación de este factor es importante, especialmente en los ecosistemas de agua dulce, debido a que la depredación es capaz de influir en la diversidad de especies locales o promover su diversidad si el depredador elimina a una especie dominante competitiva que impide que otros organismos no puedan convivir en el mismo medio.

## **6 MARCO METODOLÓGICO**

### **6.1 Enfoque de estudio**

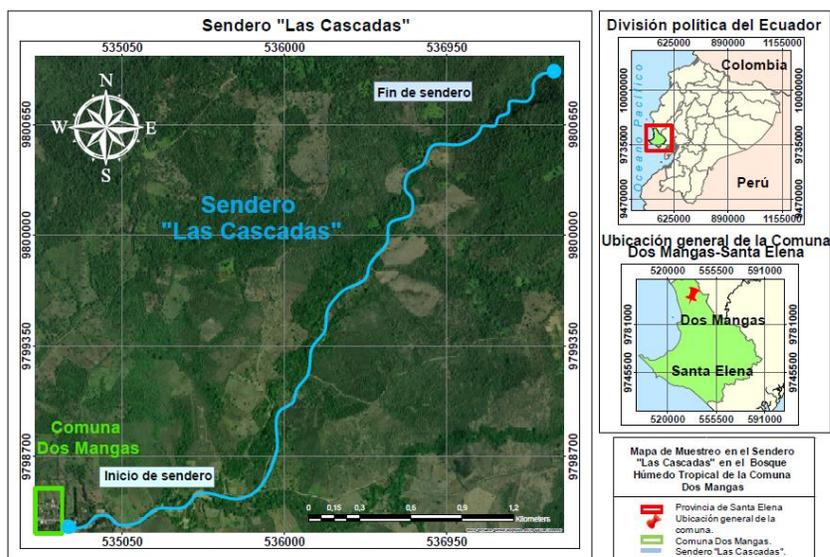
Los tipos de investigación que se emplearon en este estudio fueron de tipo cualitativo y cuantitativo (Morán, 2014). En el enfoque cualitativo se utilizaron técnicas que permitieron identificar los órdenes, familias y especies de interés de estudio. Mientras que en el enfoque cuantitativo se trabajaron con cifras, números de muestras y datos que brindaron información relevante para la investigación.

### **6.2 Ubicación geográfica del área de estudio**

El presente trabajo de investigación fue llevado a cabo en el Bosque húmedo tropical de la comuna Dos Mangas, ubicada en el trayecto de la Ruta del Spondylus a siete kilómetros del noreste de la parroquia Manglaralto, perteneciente a la Provincia de Santa Elena, cuyas coordenadas geográficas son: 01°48'04''S y 80°39'37''O (Amador, 2016).

La comuna cuenta con una extensión aproximada de 4 960,67 hectáreas, de las cuales 2 840 (57%) se han destinado para su conservación (Rodríguez, 2015). El recinto tiene sus orígenes en 1899, presenta un clima de bosque húmedo tropical debido a su localización en las faldas de la cordillera Chongón-Colonche y su nombre se debe al encuentro de las aguas de los ríos Grande y Colín (actualmente conocidos como río de las Cascadas y río de las Piscinas) que se localizan cerca de la población (Yumisaca et al., 2020). Las actividades de recolección de muestra se realizaron en el Sendero

denominado “Las Cascadas”(Figura 6.1), siendo el principal atractivo de la comuna, el cual cuenta con una extensión de 4 352 m (Ortiz, 2016).



**Figura 6.1:** Sendero “Las Cascadas” del Bosque húmedo tropical de la Comuna Dos Mangas. (ArcGis, 2023; Modificado por: Espinoza, 2023).

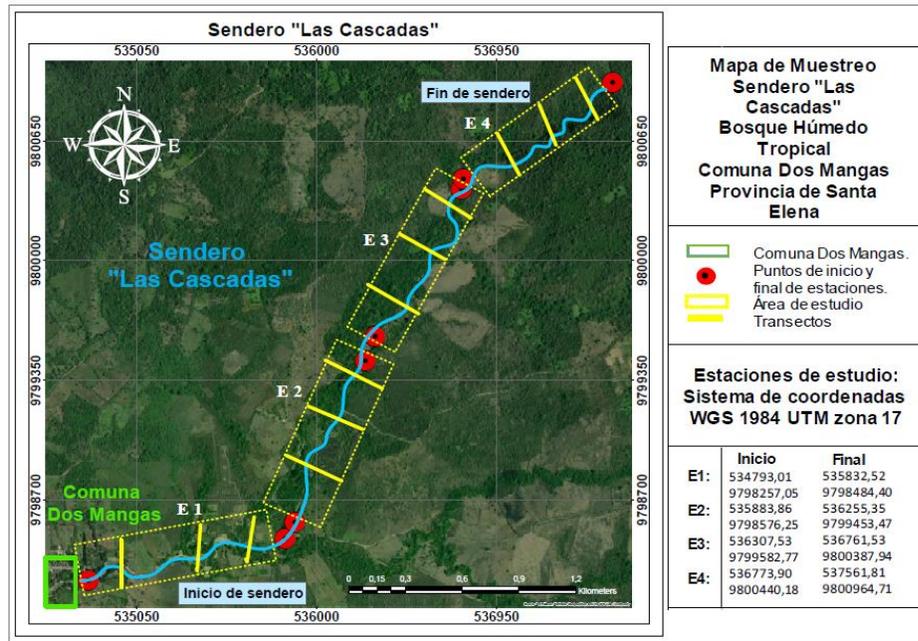
### 6.3 Diseño del área de estudio

El sendero “Las Cascadas” fue dividido en cuatro estaciones de colecta, con la ayuda de un GPS marca Garmin 64 C se tomó la ubicación espacial de los sitios de estudio (Tabla 6.1), cuya información fue procesada mediante el uso de imágenes satelitales y el programa ArcGis versión 10.5.

**Tabla 6.1:** Coordenadas de sitios de extracción de muestras.

N° de estaciones	Coordenadas UTM de estaciones			
	Inicio		Final	
	X	Y	X	Y
1	534793.01	9798257.05	535832.52	9798484.40
2	535883.86	9798576.25	536255.35	9799453.47
3	536307.53	9799582.77	536761.53	9800387.94
4	536773.90	9800440.18	537561.81	9800964.71

Las estaciones (Figura 6.2) se encontraron a una distancia aproximada de 1 088 m, dentro de cada una de ellas se establecieron tres transectos lineales de 362 m de longitud (Tabla 6.2), con un total de 12 transectos que fueron monitoreados con la finalidad de abarcar la mayor parte del bosque para la recolección de organismos.



**Figura 6.2:** Estaciones y transectos en el sendero "Las Cascadas" (ArcGis, 2023; Modificado por: Espinoza (2023).

**Tabla 6.2:** Coordenadas de transectos en las estaciones de muestreo.

Coordenadas UTM					
Estación	Transectos	Inicio		Final	
		X	Y	X	Y
1	1	534865.70	9798272.24	534930.20	9798396.86
	2	535468.19	9798296.20	535452.85	9798474.81
	3	535625.69	9798443.62	535661.99	9798604.14
2	1	536062.93	9798897.41	535911.19	9798938.51
	2	536165.24	9799131.82	536001.37	9799157.72
	3	536293.37	9799359.48	536114.55	9799385.41
3	1	536582.70	9799882.58	536421.31	9799910.15
	2	536751.67	9800079.49	536586.82	9800129.24
	3	536806.51	9800368.07	536701.75	9800401.26
4	1	537056.59	9800483.10	536994.87	9800671.29
	2	537350.80	9800713.30	537404.95	9800876.82
	3	537505.59	9800892.35	537556.30	9801015.26

## **6.4 Fase de campo**

### **6.4.1 Diseño y métodos de captura**

La recolección de individuos fue realizado en un periodo de tres meses correspondientes a septiembre, octubre y noviembre del 2023, en los 12 transectos de las 4 estaciones de estudio con un total de 10 monitoreos, abarcando la preparación de trampas 24 horas antes de la observación y ejecución de la respectiva caminata en el sendero desde las 08:00 am hasta las 18:00 pm. con un total de esfuerzo de captura de 200 horas.

### **6.4.2 Técnica de recolección**

Para la colecta de organismos en el medio natural se implementaron dos técnicas básicas apropiadas para el gran número de especies que se puedan presentar: técnicas directas (activa) y técnicas indirectas (pasiva) (Steyskal et al., 1986).

#### **6.4.2.1 Técnica directa (Red Entomológica)**

También llamada red lepidopterológica o jama, es una técnica directa que permite coleccionar de manera activa a los organismos de interés en los diferentes sitios de estudio, frecuentemente es utilizada para la captura de insectos de vuelo rápido como mariposas, libélulas o abejas (Márquez, 2005). Esta herramienta consiste en un aro de metal de aproximadamente 40 cm de diámetro que sostiene un cono de tela suave de tul (nylon) de 100 cm de largo y con un ojo de malla de aproximadamente 180 micras.

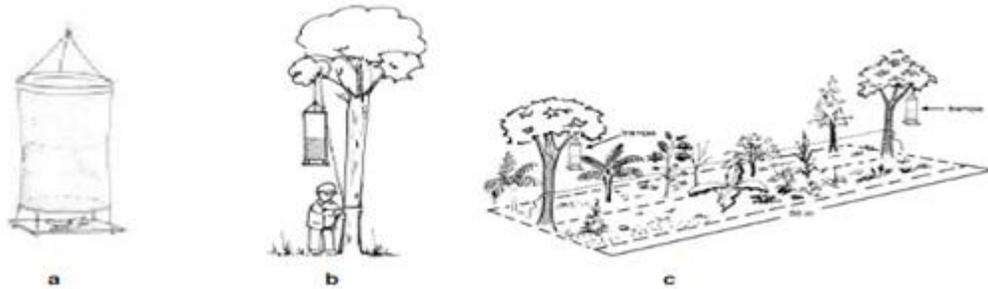
Tiene un fondo redondeado para evitar daño alar en los insectos, en especial aquellos que poseen alas grandes y frágiles, el mango posee un máximo de 6 secciones de 60 cm, donde finalmente el aro con la red se sostuvo a la primera sección con ayuda de un tornillo (Andrade et al., 2013).

#### **6.4.2.2 Técnica indirecta (Trampa Van Someren Rydon - VSR)**

Consistieron en la elaboración de trampas en forma de un cilindro con tela tul suave con un ojo de malla de 180 micras, de colores oscuros como negro, verde o gris, lo suficientemente altas para evitar que las mariposas escapen después de haber sido atrapadas, se recomienda que posean una altura de 100 cm y una base circular con un diámetro mínimo de 25 cm, la parte superior de esta trampa debe estar cerrada, mientras que la parte inferior permanece abierta, sujeta a una base de madera o plástico donde se coloca un recipiente con el cebo, se puede cubrir el recipiente con una tapa de plástico perforada, de esta forma se evita que las mariposas se ahoguen o que otros insectos se alimenten de él, además que reducirá la evaporación, permitiendo que el olor se propague y atraiga a los organismos (Freitas et al., 2014). Cabe mencionar que el espacio entre la base donde se coloca el atrayente y la parte inferior de la trampa VSR no debe ser mayor a 2.5 cm (Andrade et al., 2013).

Se emplearon dos tipos de cebo correspondientes a: fruta fermentada y tejido de pescado en descomposición (Díaz-Urbina et al., 2021). Con la finalidad de obtener el olor característico fue necesario dejarlos fermentar durante tres días y posteriormente colocarlos en las trampas un día antes del monitoreo.

Por cada estación de muestreo se definieron tres transectos, estableciendo un total de doce transectos muestreados y en cada uno se colocaron tres trampas (VSR) separadas entre sí por 50 m de distancia a una altura de aproximadamente dos metros como se observa en la figura 6.3 (Brito, 2013).



**Figura 6.3:** Esquematización del uso de trampa (VSR): a) Trampa con cebo; b) ubicación de trampa a una altura de 2 metros; c) Ubicación de trampas en transecto lineal (Álvarez et al., 2004).

### 6.4.3 Métodos de identificación taxonómica

Para la identificación de los organismos pertenecientes a los órdenes Lepidoptera y Odonata se utilizaron los siguientes recursos informativos:

#### 6.4.3.1 Plataforma iNaturalistEC

Es una herramienta digital que brinda una multitud de fotografías, sonidos e información relevante con respectivas referencias bibliográficas de flora o fauna, por lo que resulta muy confiable a la hora de realizar trabajos de investigación relacionados con la biodiversidad, permitiendo conocer acerca de la taxonomía de un organismo y su debida clasificación: reino, filo, subfilo, clase, orden, familia, género, subgénero y especie (Caín, 2021).



**Figura 6.4:** Logo de la plataforma iNaturalist Ecuador (iNaturalist, 2023).

La plataforma iNaturalistEC (Figura 6.4), fue lanzada por INABIO en el 2019, con el objetivo de promover la observación, registro y divulgación de la biodiversidad en Ecuador, incentivando de esta forma a las personas, hasta el momento se cuenta con alrededor de 554 720 observaciones de los cuales 21 103 especies han sido registradas gracias a la colaboración de investigadores (Valencia, 2022).

#### **6.4.3.2 Claves de identificación y guías ilustradas**

En conjunto a la plataforma digital se aplicaron herramientas analíticas que permitan corroborar la identificación de los especímenes mediante la comprobación de caracteres y la observación de su morfología externa con ayuda de un estereoscopio.

Para la identificación de lepidópteros se utilizaron las siguientes referencias de claves dicotómicas y guías ilustradas de Carter (1993), Pinzón (2009), Andrade et al. (2015) y Nogales et al. (2020), las plataformas “Butterflies of America” y “Neotropical Butterflies”, Barcode of Life Data System (BOLD Systems) y “Discover Life”, donde se proporcionan catálogos de identificación fotográfica de lepidópteros. De igual forma la identificación de odonatos se realizó en base a los catálogos y guías de Garrison & Ellenrieder (2018), Maufray & Tennessen (2019), Palacino-Rodríguez et al. (2020),

Mejillón & Suárez (2023), las claves de Garrison (1990), Bermúdez (2005) y Heckman (2006a, 2008b).

#### **6.4.4 Método de captura-marcaje-recaptura**

La presente metodología fue aplicada con la finalidad de estimar el número de organismos en los diferentes transectos, evitando el conteo repetitivo del mismo ejemplar y de esta forma no sobreestimar la abundancia de cada especie y reducir el número de sacrificio de organismos, para esto fue necesaria la búsqueda de especímenes con captura activa (red entomológica), una vez obtenidas las muestras se procedió con el marcaje, el cual consiste en colocar un código único con un marcador indeleble en el ala anterior, en la parte ventral donde se localiza la celda discal (Ramos & Freitas, 1999).

La respectiva fotografía fue tomada con una cámara Canon PowerShot SX50 HS, además de llevar el registro de cada ejemplar observado: código, fecha, hora, sitio de captura, especie y colector, se seleccionaron ciertos organismos al igual que aquellos que no puedan ser identificados para ser sacrificados y posteriormente identificados en el laboratorio, mientras que el resto de ejemplares fueron liberados.

#### **6.4.5 Técnica de Sacrificio**

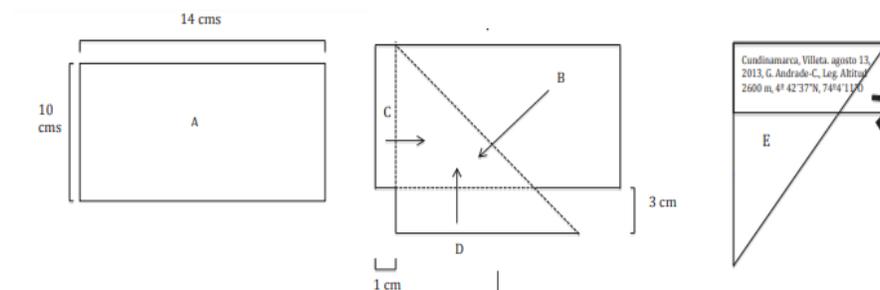
Los individuos recolectados fueron sacrificados utilizando la técnica de presión digital en el tórax del espécimen, entre el meso y el meta tórax, cabe mencionar, que al realizar

esta acción se debe tener cuidado de no presionar las alas, puesto que podría dañar la estructura o las huellas digitales quedarían marcadas (Araque et al., 2016).

#### 6.4.6 Preservación en seco: Triángulo de papel milano o glassine

Los lepidópteros y odonatos fueron depositados en sobres triangulares de papel glassine blanco o milano hechos de forma manual como se observa en la figura 6.5, donde fue necesario recortar un rectángulo de 10 x 14 cm, luego doblar un extremo sobre uno de sus lados, con el objetivo de dejar dos extremos libres, cada uno con las siguientes dimensiones: 1 cm y 3 cm, después frotar al lado que posee 1 cm se un poco de pegamento en su superficie para realizar un segundo dobles, finalmente el extremo libre de 3 cm fue utilizado como tapa (Andrade et al., 2013).

Cada sobre obtuvo una codificación correspondiente a los datos respectivos de la zona muestreada, guardados en recipientes herméticos de plástico que contengan silica gel para evitar el exceso de humedad (Díaz-Urbina et al., 2021), finalmente las muestras se trasladaron al laboratorio Ciencias del Mar de la Universidad Estatal Península de Santa Elena para su respectivo análisis, montaje e identificación (Figura 6.5).



**Figura 6.5:** Triángulo de glassine o papel milano. a) Rectángulo de 10x14 cm, b) Primer dobles, c) Segundo dobles, d) Tercer dobles para formar la tapa del sobre, e) Codificación de muestra (Andrade et al., 2013).

## 6.4.7 Registro de factores ambientales.

Con la finalidad de conocer si los parámetros ambientales (físicos, químicos y biológico) afectan en la presencia o ausencia de los órdenes de estudio fue necesario llevar un seguimiento durante los días de colecta para establecer una posible relación entre factores y organismos, al trabajar con dos grupos considerados bioindicadores ambientales.

### 6.4.7.1 Físicos

Las variables que se midieron fueron: temperatura, precipitación, humedad y nubosidad mediante las plataformas digitales: Freemeteo y Nasa Power. (Figura 6.6).



**Figura 6.6:** Plataformas digitales utilizadas durante el estudio: A) Freemeteo; B) Nasa Power (Freemeteo, 2023; NasaPower, 2023).

### 6.4.7.2 Químicos

En el sendero de estudio durante todo el recorrido es posible apreciar cascadas pequeñas cubiertas por densa vegetación, debido a esto, con un probador de calidad del agua (C-600 Multifunción Portátil) se tomaron datos de pH y sólidos disueltos totales (SDT) de los cuerpos de agua adyacentes a las estaciones (Anexo 12.9).

### **6.4.7.3 Biológico**

Durante los monitoreos se registraron las actividades de depredación mediante la observación directa durante las colectas de organismos en los sitios de estudio.

## **6.5 Fase de laboratorio**

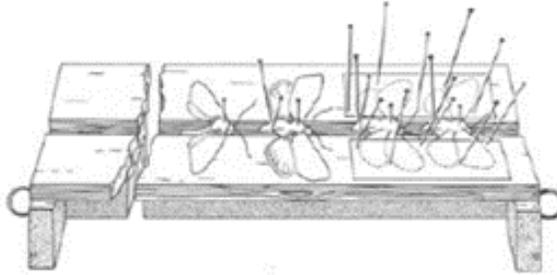
### **6.5.1 Montaje directo: alfileres entomológicos**

Esta técnica de preservación es una de las más conocidas y utilizadas. De acuerdo a Schauff (2001), la posición adecuada del alfiler para el montaje de ejemplares pertenecientes a los órdenes Lepidoptera y Odonata es en la parte más gruesa del tórax, los alfileres se colocaron con el insecto en posición horizontal, de esta forma fue posible insertar la aguja correctamente a un ángulo de 90°.

Viladot (2021), menciona que generalmente el primer par de patas deben ir orientadas hacia adelante, mientras que las restantes hacia atrás, de igual forma con las antenas, si estas son cortas podrán ir hacia adelante evitando que se junten, de lo contrario pueden ser colocadas hacia atrás, reposando a lo largo del insecto.

Las alas en el caso de los lepidópteros fueron importantes para su identificación, por ello fue primordial conseguir la posición adecuada mediante el uso de un bastidor o poliestireno expandido con una apertura que permita conseguir el ángulo que se quiere dar a las alas, las cuales serán extendidas y se mantendrán en su lugar con cartulinas o

cintas sujetadas por alfileres con cuidado de no perforarlas y evitar que se cierren como se aprecia en la figura 6.7.



**Figura 6.7:** Montaje de insectos en bastidor (Steyskal et al., 1986).

### **6.5.2 Técnica de relajación o ablandamiento de ejemplares secos**

Durante el montaje de los ejemplares al observarse que han comenzado a secarse, es recomendable colocarlos en una cámara de hidratación, debido a que al momento de morir entran en rigor mortis produciendo la tensión muscular, el cual impide el desplegamiento de alas (Schauff, 2001).

La técnica consiste en colocar las muestras en una cámara húmeda, que se puede elaborar con un recipiente hermético, donde se le fue agregado papel absorbente y humedecido con agua de grifo evitando el exceso, al cual le fue añadido 1 cc de alcohol al 70% con la finalidad de evitar la aparición de hongos y en consecuencia el material pueda dañarse, posterior a esto fue necesario colocar una malla como base para que los insectos no entren en contacto directo con el papel. Es recomendable que los ejemplares que sean colocados en las cámaras de hidratación pasen por un periodo mínimo de 24 horas para su ablandamiento y posterior montaje (Mercado-Gómez et al., 2018).

### **6.5.3 Codificación de muestras**

Al finalizar el proceso a cada espécimen le fue colocado una etiqueta clavada en el alfiler, proporcionando información para su identificación, después de lograr identificar el nombre de la especie o subespecie al cual pertenezca el ejemplar se debe escribir el autor y año de dicha categoría.

### **6.5.4 Almacenamiento en cajas entomológicas**

Para la conservación de los insectos identificados se elaboraron cajas entomológicas estándar a base de madera con tapa de vidrio para permitir que los ejemplares se puedan observar. El tamaño de la caja fue de 50x50 cm con una profundidad de 6 cm, es importante tener en cuenta que las medidas no son exactas, pueden variar de acuerdo a la cantidad de organismos. En el fondo de la caja fue colocado una plancha de espuma flex (tergopol), sobre la cual se ubicaron los alfileres entomológicos con los especímenes identificados. Para evitar que los ejemplares emitan algún olor desfavorable, fue necesario el uso de naftalina en las esquinas de la caja entomológica, permitiendo una mejor conservación (Agurto, 2016).

### **6.5.5 Análisis de resultados**

#### **6.5.5.1 Registro de datos**

Toda la información obtenida durante el tiempo de muestreo y que fueron registradas en las fichas de campo se ingresaron a la base de datos de Microsoft Office Excel 2016

para la respectiva aplicación de estadística descriptiva mediante la utilización de diagramas. Posteriormente se utilizaron los programas Software Past versión 4.0 e IBM SPSS Statistics que permitieron realizar análisis estadísticos avanzados.

### 6.5.5.2 Diversidad y dominancia de organismos

La diversidad de organismos fue expresada como el número de especies, además, de calcular el índice de diversidad de Shannon (H') y dominancia de Simpson (D).

#### 6.5.5.2.1 Índice de diversidad Shannon (H')

La aplicación del índice en el estudio fue necesario para estimar la diversidad de organismos, puesto que mediante él es posible evaluar la heterogeneidad que presenta la comunidad de lepidópteros y odonatos en el sendero en base al conteo de especies y la abundancia relativa de los ejemplares, este índice también es catalogado como una medida del grado de incertidumbre asociado a la selección aleatoria de un individuo en la comunidad (Pla, 2006).

La fórmula del cálculo es:

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

Es decir:  $H' = -\sum [(n_i/n) \ln (n_i/n)]$

VALORES	INTERPRETACIÓN
0-1,35	Diversidad baja
1,36 – 3,5	Diversidad media
> 3,5	Diversidad alta

**Donde:**

- **H'** = Índice de Shannon.
- **p<sub>i</sub>** = abundancia proporcional de la especie *i*, es decir, el número de individuos de la especie *i* dividido entre el número total de individuos de la muestra.

- **ln**: logaritmo natural.
- **ni**= Números de individuos que pertenecen a las especies i.
- **n**= Número total de individuos en la muestra.

#### 6.5.5.2 Índice de Dominancia de Simpson

Este índice es el que representa la probabilidad que poseen dos individuos que han sido seleccionados al azar de una muestra puedan corresponder a la misma especie. Sus valores están comprendidos entre 0 y 1, si el resultado se acerca a 0 menor será la dominancia, mientras que si el resultado se acerca a 1 la dominancia será mayor (Cárdenas et al., 2016).

$$\lambda = \sum (n^2 / N^2) = \sum p_i^2$$

**Donde:**

- **N** = es el total de organismos muestreados (o unidades cuadradas).
- **n** = es el número de ejemplares por especie.
- **pi** = abundancia proporcional de la especie i, (lo cual implica obtener el número de individuos de la especie i) dividido entre el número total de individuos de la muestra.

#### 6.5.5.3 Índice de Margalef (D Mg):

Menciona que hay una relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos. Tiene en cuenta únicamente la riqueza de especies, pero de una forma que no aumente al aumentar el tamaño de la muestra. La interpretación de resultados

se basa en que valores menores a 2.00 denotan una baja riqueza de especies y por el contrario valores cercanos a 5.00 o superiores reflejan una riqueza de especies alta (Mora-Donjuán et al., 2017).

$$D_{Mg} = (S - 1) / \ln N.$$

**Dónde**

- $S$ = es el número total de especies presentes.
- $N$ = es el número total de individuos.

#### **6.5.5.4 Índice de Equitatividad de Pielou (J) (uniformidad)**

Este índice mide la diversidad presente en una determinada área en relación a la máxima diversidad que se podría esperar en el ecosistema, el cual varía entre 0 y 1, tendrá un valor de 1 si todas las especies son igualmente abundantes y valores que irán acercándose, mientras que el 0 señala la ausencia de uniformidad (Homar, 2017).

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

**Donde:**

- $H'$ = corresponde al índice de Shannon.
- $H'_{max}$  ( $H'_{max} = \ln S$ ) representa la diversidad máxima.

#### **6.5.5.5 Índice de similitud de Jaccard**

Para corroborar la similitud entre las diferentes estaciones de estudio fue necesario utilizar el coeficiente de asociación de Jaccard, donde: 0 indica una similitud mínima hasta 1 el cual corresponde a una similitud máxima (Cárdenas et al., 2016).

$$J = a / a + b - c$$

**Donde:**

- a= número de especies comunes entre dos sitios.
- b= número de especies presentes en el primer sitio y no en el segundo.
- c= el número de especies presentes en el segundo sitio y no en el primero.
- a+b – c = el número total de especies diferentes presentes en el conjunto de los dos sitios.

#### **6.5.5.6 Determinación del número de organismos mediante captura directa e indirecta**

Para la representación gráfica del número de especímenes que fueron colectados mediante los dos tipos de método de captura: Red entomológica y VSR, fue utilizada la base de datos de abundancia por metodología, además de los registros de organismos capturados en base al tipo de atrayente utilizado en VSR.

#### **6.5.5.7 Correlación de variables**

Para poder corroborar la relación entre los diferentes factores, estaciones y diversidad de organismo se ejecutaron las pruebas de bondad de ajuste mediante la prueba de normalidad en el programa IBM SPSS Statistics, el cual permite verificar qué tipo de distribución siguen los datos obtenidos en el estudio, cabe mencionar que esta prueba fue aplicada para variables cuantitativas.

Dentro del análisis es importante tener en cuenta en que, si  $p > 0.05$  se afirma que la variable sigue una distribución normal, pero si  $p < 0.05$  se indica que la variable no sigue una distribución normal. Para los resultados que demostraron una distribución normal se emplearon sus equivalentes paramétricos: coeficiente de correlación de Pearson, de lo contrario fue necesario utilizar el coeficiente de correlación de Spearman, cuyas interpretaciones se pueden observar en la tabla 6.3.

**Tabla 6.3:** Interpretación de valores del coeficiente de correlación (Kazmier, 1990; Martínez y Campos, 2015; Choque, 2020).

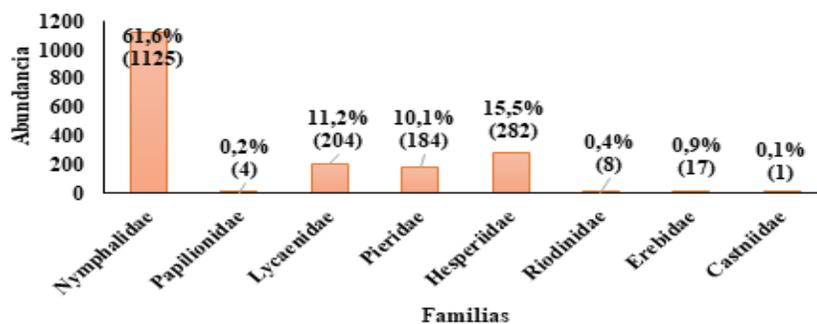
<b>Valor R y Rho</b>	<b>Significado</b>
<b>-1</b>	Correlación negativa grande y perfecta
<b>-0.9 a -0.99</b>	Correlación negativa muy alta
<b>-0.7 a -0.89</b>	Correlación negativa alta
<b>-0.4 a -0.69</b>	Correlación negativa moderada
<b>-0.2 a -0.39</b>	Correlación negativa baja
<b>-0.01 a -0.19</b>	Correlación negativa muy baja
<b>0</b>	Correlación nula
<b>0.01 a 0.19</b>	Correlación positiva muy baja
<b>0.2 a 0.39</b>	Correlación positiva baja
<b>0.4 a 0.69</b>	Correlación positiva moderada
<b>0.7 a 0.89</b>	Correlación positiva alta
<b>0.9 a 0.99</b>	Correlación positiva muy alta
<b>1</b>	Correlación positiva grande y perfecta

## 7 RESULTADOS

### 7.1 Composición de los órdenes

#### 7.1.1 Composición del Orden Lepidoptera

Durante el periodo de estudio correspondiente a septiembre, octubre y noviembre del presente año, mediante el uso de Red entomológica y Trampa Van Someren Rydon se contabilizaron un total de 1 825 ejemplares, distribuidos en 65 especies, 56 géneros y 8 familias pertenecientes al Orden Lepidoptera (Anexo 12.1). La mayor representatividad la obtuvo la familia Nymphalidae (61.6%), seguido de Hesperidae (15.5%), Lyncaenidae (11.2%), Pieridae (10.1%), Erebidae (0.9%), Riodinidae (0.4%), Papilionidae (0.2%) y Castniidae (0.1%) como se muestra en la figura 7.1:



**Figura 7.1:** Composición de familias del Orden Lepidoptera contabilizadas en el sendero Las Cascadas.

Las especies de mayor predominancia en el estudio fueron: *Heliconius erato cyrbia* (13.6%, 248 especies), *Pareuptychia ocirrhoe* (7.5%, 137 especies), *Itaballia marana* (7.3%, 133 especies), *Abaeis albula espinosae* (6.6%, 121 especies) y *Oleria amalda modesta* (6.5%, 119 especies), representantes de las familias Nymphalidae, Hesperidae y Pieridae (Figura 7.2).

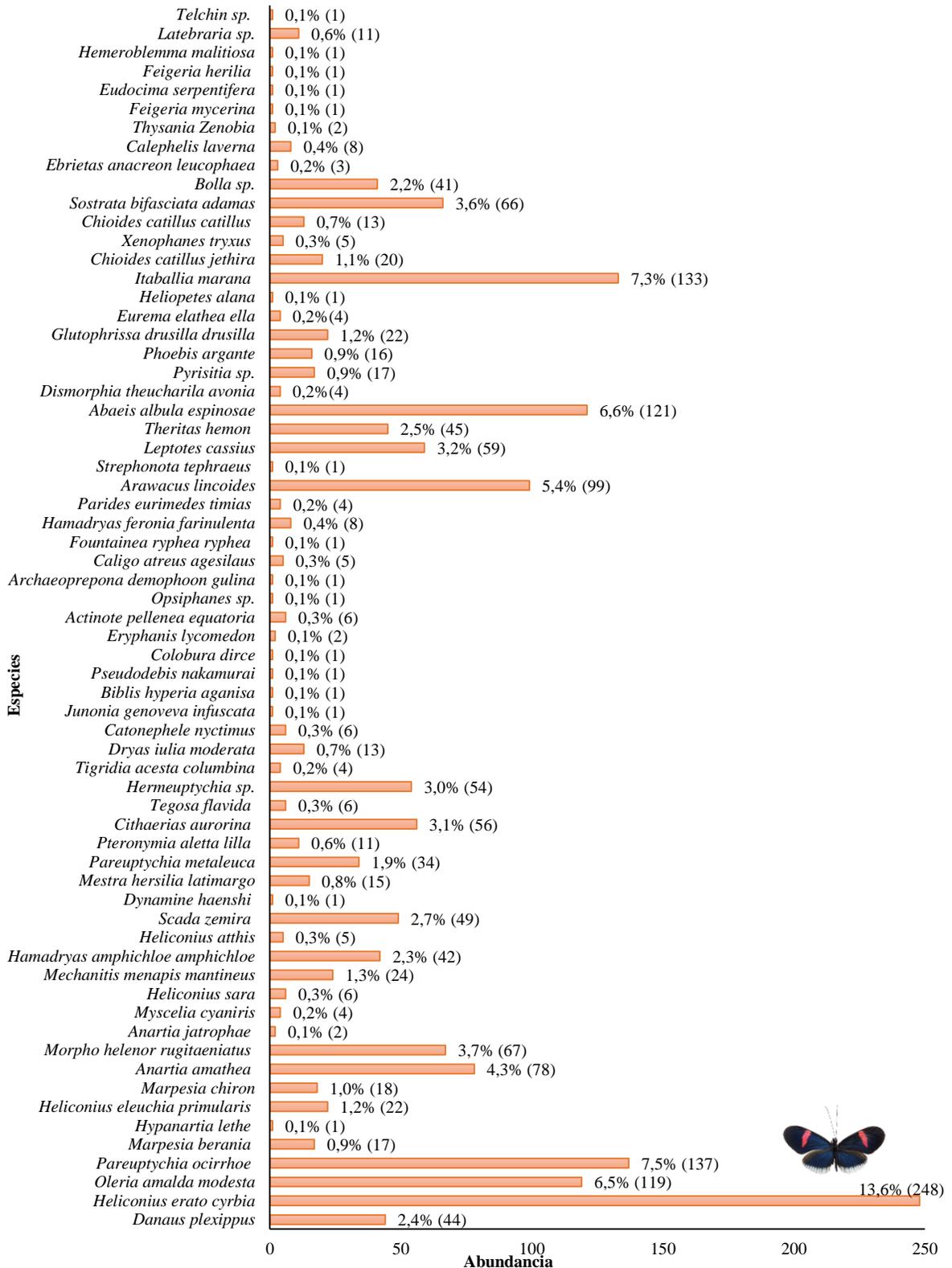
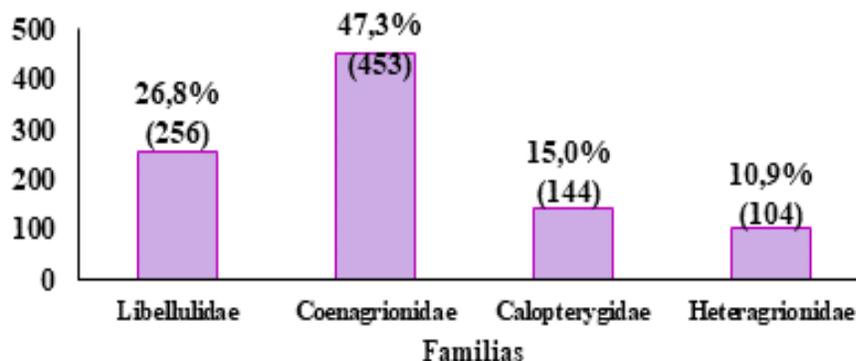


Figura 7.2: Porcentaje de representatividad de lepidópteros en el sendero Las Cascadas.

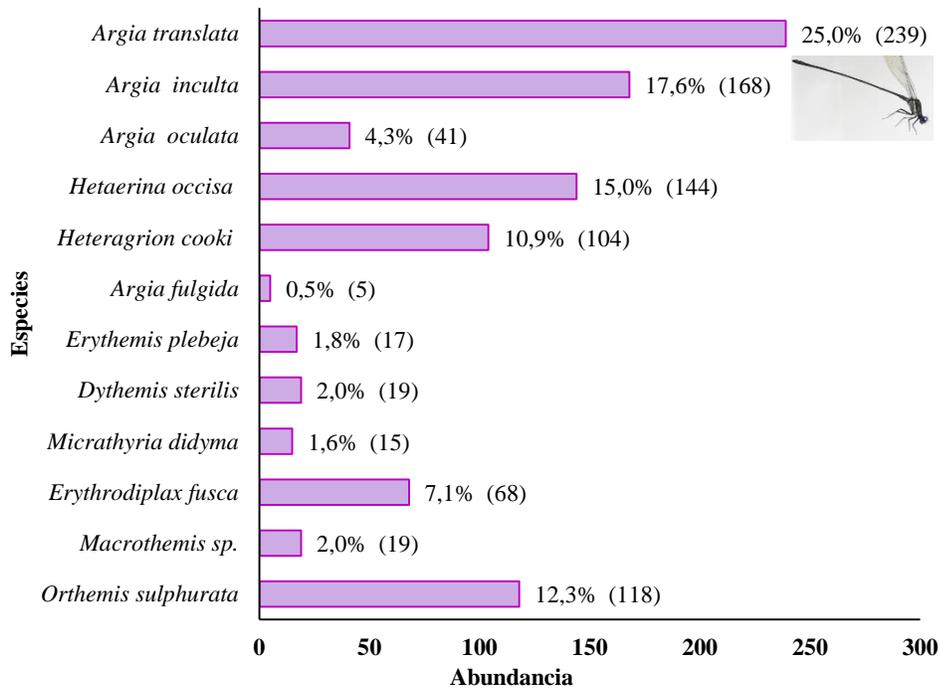
### 7.1.2 Composición del Orden Odonata

En el periodo de estudio correspondiente a septiembre, octubre y noviembre del 2023, mediante el uso de Red entomológica se contabilizaron un total de 957 ejemplares, distribuidos en 12 especies, 9 géneros y 4 familias de Odonatos (Anexo 12.2). Dentro de este Orden el grupo que tuvo una mayor representatividad durante los conteos fue la familia Coenagrionidae (47.3%), seguido de Libellulidae (26.8%), Calopterygidae (15%) y Heteragrionidae (10.9%) como se observa en la figura 7.3.



**Figura 7.3:** Composición de familias del Orden Odonata contabilizadas en el sendero Las Cascadas.

Entre las especies de mayor abundancia durante los 3 meses de estudio fueron: *Argia translata* (25%, 239 especies), *Argia inculta* (17.6%, 168 especies), *Hetaerina occisa* (15%, 144 especies) y *Orthemis sulphurata* (12.3%, 118 especies) representantes de las familias Coenagrionidae, Calopterygidae y Libellulidae (Figura 7.4).

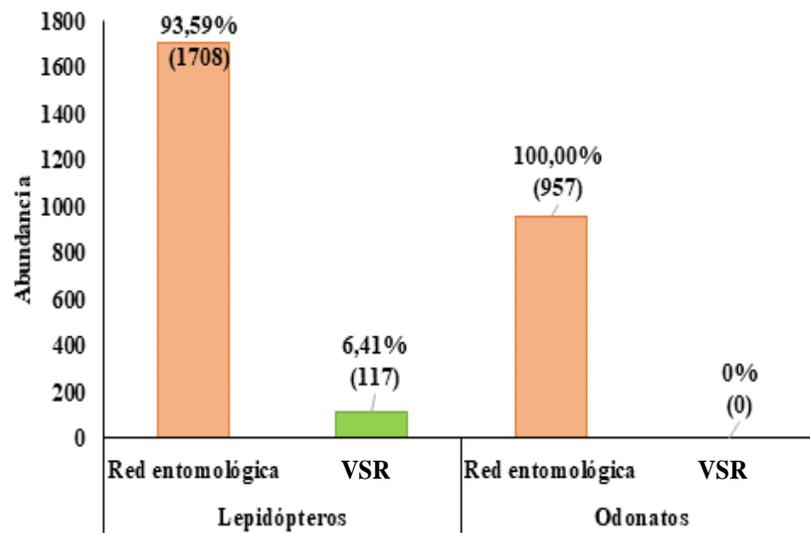


**Figura 7.4:** Porcentaje de representatividad de odonatos en el sendero Las Cascadas.

## 7.2 Eficiencia de métodos de captura directa e indirecta

La aplicación de dos tipos de técnicas de recolección permitió llevar el registro de una gran variedad de organismos correspondientes a los órdenes de estudio, de acuerdo a los datos obtenidos de los conteos de Lepidópteros se puede indicar que entre el uso de Red Entomológica (captura directa) (Anexo 12.7) y Trampas Van Someren Rydon (captura indirecta) (Anexo 12.6) en la primera metodología se obtuvo un mayor porcentaje de eficacia en las diferentes estaciones con un total de 1 708 individuos contabilizados, teniendo así una máxima representación del 93.59%, en comparación con el método de captura indirecta (VSR), mediante el cual se llevó el registro de 117 organismos correspondiente al 6.41%, cabe mencionar que a pesar del valor obtenido,

ambas metodologías fueron imprescindibles, debido a que durante el tiempo de actividad de las trampas se registraron especies que no se observaron en los recorridos. La contabilización de Odonatos se llevó a cabo únicamente mediante el uso de Red entomológica, metodología altamente eficaz para el registro de insectos de vuelo rápido, permitiendo así el registro de 957 individuos con una representatividad del 100% en uso de método de captura directa durante el tiempo de estudio (Figura 7.5).

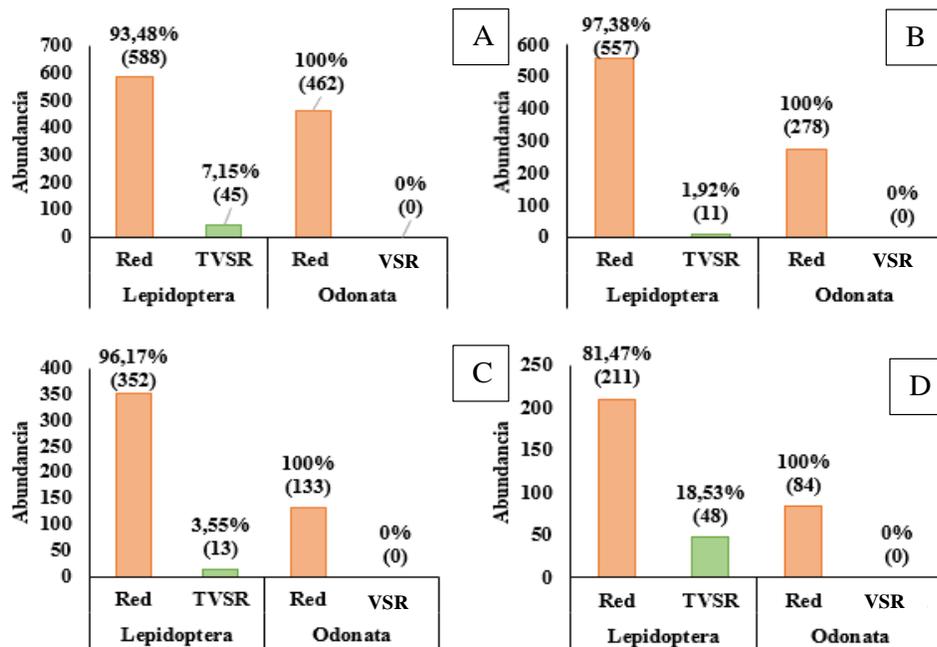


**Figura 7.5:** Representación porcentual del número de organismos contabilizados mediante Red Entomológica y VSR.

En base a los datos obtenidos de los conteos por estación se puede indicar que el uso de captura directa (Red entomológica) tuvo una mayor predominancia durante el estudio (Anexo 12.7). Para el orden Lepidoptera se obtuvieron los siguientes datos: En la estación 1 se registró un total de 633 organismos, 588 (93.48%) para Red entomológica y 45 (7.15%) para VSR; en la estación 2 se contabilizó un total de 568 organismos, 557 (97.38%) con Red y 11 (1.92%) con VSR; en la estación 3 se registró

365 organismos, distribuidos en 352 (96.17%) para Red y 13 (3.55%) con VSR; en la estación 4 se contaron 259 organismos, 211 (81,47%) con Red y 48 (18.53%) mediante VSR (Figura 7.6).

En cuanto a la contabilización de Odonatos se puede indicar que en todas las estaciones el método de captura indirecta (Red entomológica) obtuvo 100% de eficacia, mediante el cual se obtuvieron los siguientes datos: la Estación 1 obtuvo la mayor representatividad en comparación a las demás estaciones con un total de 462 individuos, seguido de la estación 2 con 278 individuos, la estación 3 con 133 individuos y la estación 4 con 84 individuos registrados (Figura 7.6).



**Figura 7.6:** Porcentajes de eficiencia en captura de Lepidópteros y Odonatos mediante Red entomológica y Trampa Van Someren Rydon en las 4 estaciones de estudio del sendero Las Cascadas: A) Estación 1; B) Estación 2; C) Estación 3; D) Estación 4.

### 7.2.1 Relación de lepidópteros capturados con tipos de cebos

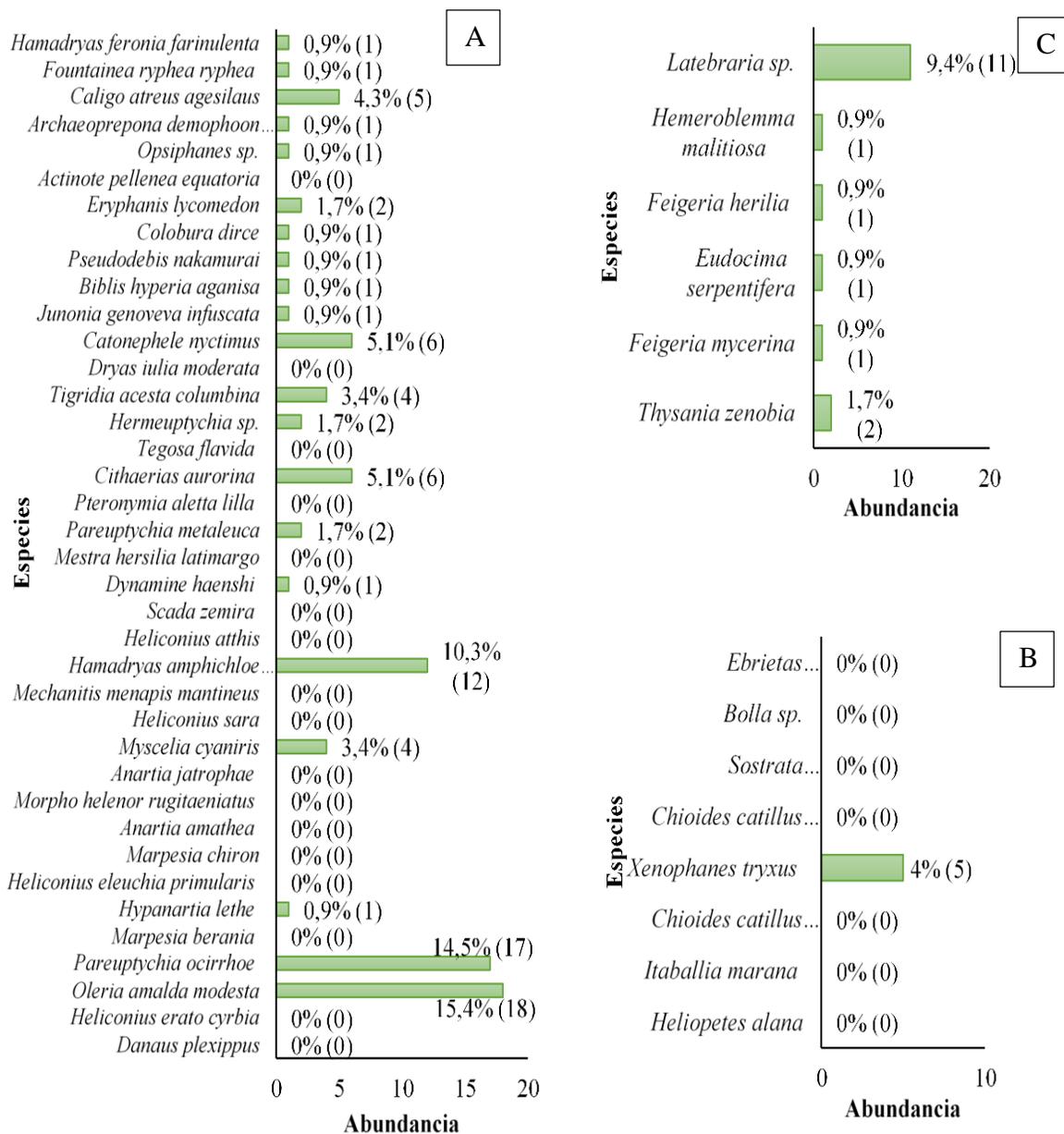
Mediante el uso del método de captura indirecta en combinación de la aplicación de dos tipos de cebo se logró contabilizar y registrar un total de 117 organismos equivalente al 6.41% de la población total, los cuales mostraron una mayor afinidad hacia las trampas cebadas con fruta fermentada.

Las especies que más se vieron atraídos para este tipo de cebo fueron los integrantes de la familia Nymphalidae con 88 individuos (75.21%) correspondientes a 21 especies de las 38 identificadas en esta familia: *Oleria amalda modesta* (15.4%), *Pareuptychia ocirrhoe* (14.5%), *Hamadryas amphichloe amphichloe* (10.3%), *Cithaerias aurorina* (5.1%), *Catonephele nyctimus* (5.1%), *Caligo atreus agesilaus* (4,3%), *Myscelia cyaniris* (3.4%), *Tigridia acesta columbina* (3.4%), *P. metaleuca* (1.7%), *Eryphanis lycomedon* (1.7%), *Hermeuptychia sp.* (1.7%), *Hypanartia lethe* (0,9%), *Dynamine haenshi* (0.9%), *Junonia genoveva infuscata* (0.9%), *Biblis hyperia aganisa* (0.9%), *Pseudodebis nakamurai* (0.9%), *Colobura dirce* (0.9%), *Opsiphanes sp.* (0.9%), *Archaeoprepona demophoon gulina* (0.9%), *Fountainea ryphea ryphea* (0.9%) y *Hamadryas feronia farinulenta* (0.9%) (Figura 7.7).

También se pudo contabilizar especies pertenecientes a la familia Erebidae, debido a que el tiempo de actividad de las trampas (VSR) fue de 24 horas, permitiendo el conteo de 17 (14.5%) individuos de este grupo: *Latebraria sp.* (9.4%), *Thysania zenobia* (1.7%), *Feigeria mycerina* (0.9%), *Eudocima serpentifera* (0.9%), *Feigeria herilia* (0.9%) y *Hemeroblemma malitiosa* (0.9%). Además, se registró la captura de 1 especie

de la familia Hesperiiidae en comparación con los otros miembros del grupo:

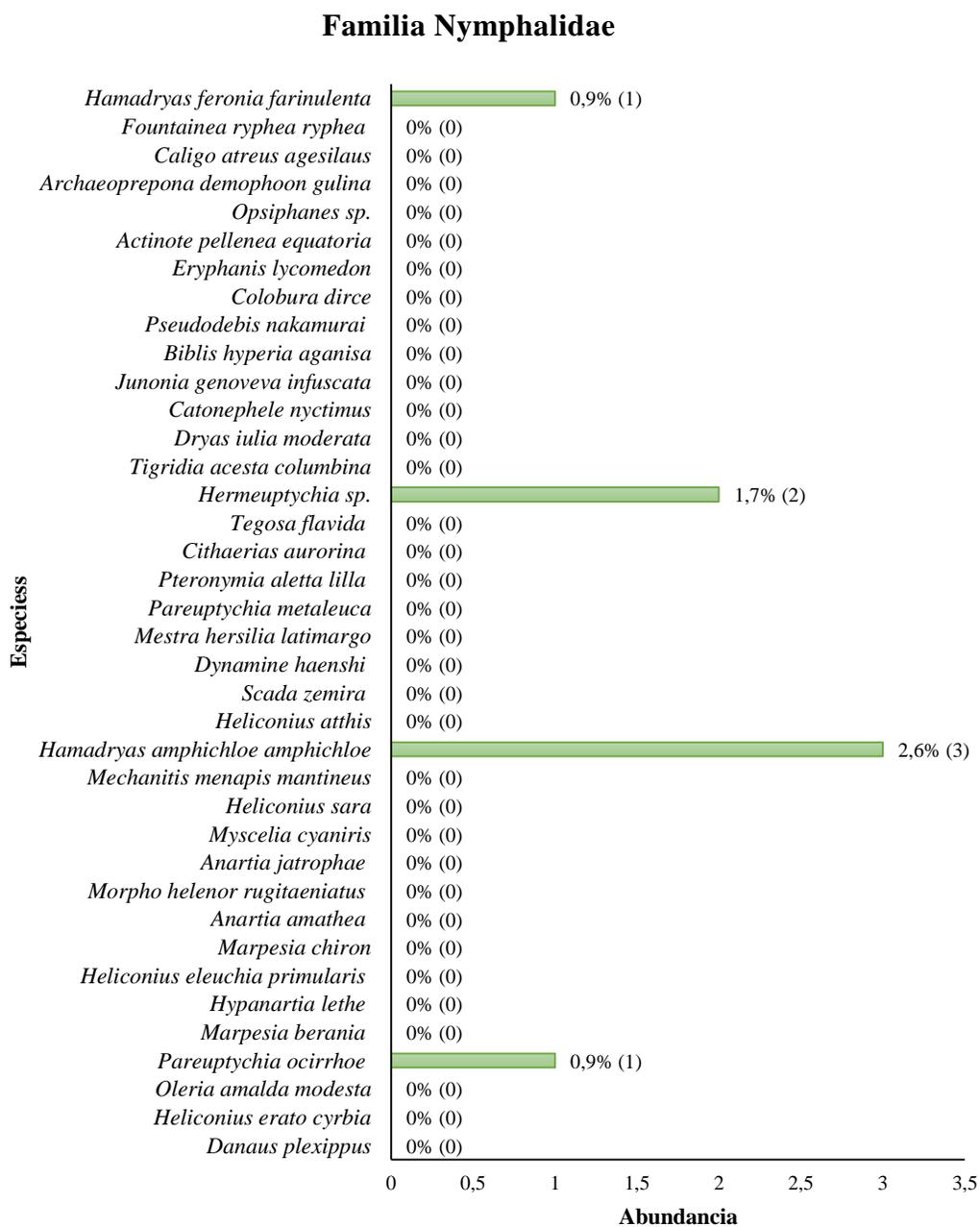
*Xenophanes tryxus* (5 individuos, 4%).



**Figura 7.7:** Representación gráfica de las especies pertenecientes a las familias Nymphalidae (A), Hesperiiidae (B) y Erebidae (C) capturadas en VSR con cebo de fruta fermentada.

En comparación al uso de cebo a base de fruta fermentada, la aplicación de tejido de pescado descompuesto como atrayente de organismos obtuvo poca eficacia, dando

como resultado el conteo de 7 individuos pertenecientes a la familia Nymphalidae equivalente al 6% de la población registrada mediante la captura indirecta: *Hamadryas amphichloe amphichloe* (2.6%), *Hermeuptychia sp.* (1.7%), *Hamadryas feronia farinulenta* (0.9%) y *Pareuptychia ocirrhoe* (0.9%) (Figura 7.8).



**Figura 7.8:** Representación gráfica de las especies pertenecientes a las familia Nymphalidae, capturadas en VSR con cebo de tejido de pescado en descomposición.

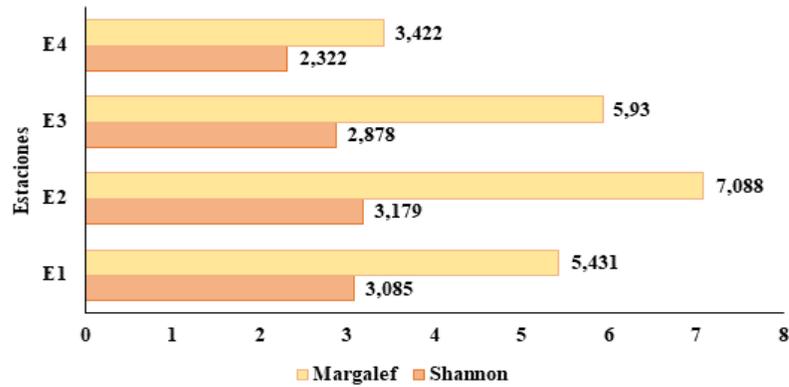
### 7.3 Diversidad de Lepidópteros por estación

La diversidad de los lepidópteros en las estaciones de estudio se determinó en función al Índice de Shannon, mediante el cual se pudo observar una variación en la estructura de sus comunidades. Los valores más altos los presenta la estación E2 ( $H' = 3.179$ ) con una población de 572 individuos correspondientes a 46 especies, seguido de E1 ( $H' = 3.085$ ) con 629 individuos de 36 especies, E3 ( $H' = 2.878$ ) con 366 individuos distribuidos al igual que E1 en 36 especies y E4 ( $H' = 2.322$ ) el cual cuenta con una población de 258 individuos pertenecientes a 20 especies (Tabla 7.1), siendo este último el de menor diversidad, sin embargo, en base al rango establecido por el índice de Shannon se puede indicar que todas las estaciones presentan una diversidad media, oscilando los valores entre 1.5 y 3.5 (Figura 7.9).

**Tabla 7.1:** Índice de diversidad de Shannon y Margalef en las estaciones de estudio.

	<b>E1</b>	<b>E2</b>	<b>E3</b>	<b>E4</b>
<b>Taxa_S</b>	36	46	36	20
<b>Individuals</b>	629	572	366	258
<b>Shannon_H</b>	3.085	3.179	2.878	2.322
<b>Margalef</b>	5.431	7.088	5.93	3.422

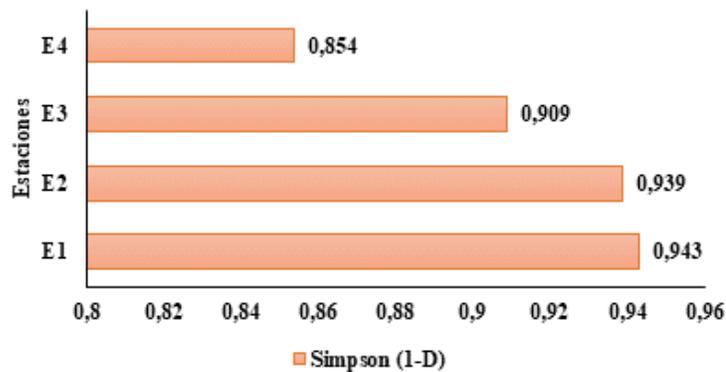
En cuanto al índice de Margalef las estaciones E1 ( $DMg = 5.431$ ), E2 ( $DMg = 7.088$ ) y E3 ( $DMg = 5.93$ ) presentaron valores superiores a 5, demostrando la existencia de una alta riqueza en las 3 zonas estudio, sobre todo en E2, en comparación con E4 ( $DMg = 3.422$ ) el cual a pesar de mostrar un valor inferior a 5 presenta una gran proximidad de alta riqueza y diversidad, puesto que su cifra no ronda  $DMg = 2$  (Figura 7.9).



**Figura 7.9:** Índices de diversidad de Lepidópteros en las diferentes estaciones de estudio.

#### 7.4 Dominancia de Lepidópteros

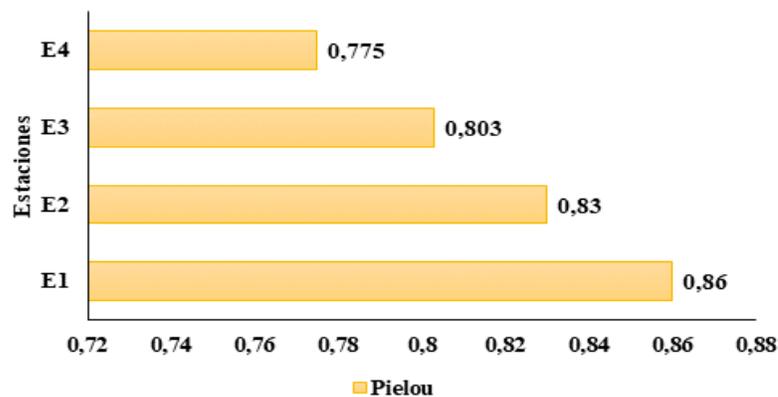
Mediante el índice de Simpson se pudo constatar que todas las estaciones poseen una alta dominancia de organismos al presentar valores cercanos a 1, el rango más alto lo obtuvo la estación E1 (0.943) seguido de E2 (0.939), E3 (0.909) cada una con una alta dominancia de la especie *Heliconius erato cyrbia*, mientras que en E4 (0.854) la especie dominante fue *Oleria amalda modesta*, sin embargo, a pesar que la última estación es la que presenta una disminución en comparación de las demás, se mantiene un dominio poblacional (Figura 7.10).



**Figura 7.10:** Dominancia de Lepidópteros en las estaciones de estudio.

## 7.5 Equidad de Lepidópteros por estación

Los resultados de la aplicación del índice de uniformidad de Pielou en las diferentes estaciones indican que se mantienen en un alto rango de abundancia (Figura 7.11), siendo la estación E1 ( $J' = 0.860$ ) la de mayor representatividad al contar con valores cercanos a la unidad, seguido de E2 ( $J' = 0.830$ ) el cual mantiene una similitud cercana al igual que E3 ( $J' = 0.803$ ), mientras que E4 ( $J' = 0.775$ ) no mantiene la misma abundancia que las otras estaciones.



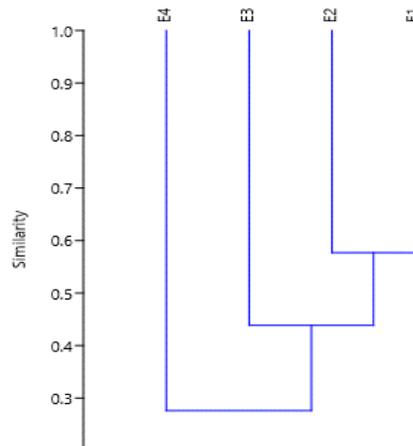
**Figura 7.11:** Equidad de Lepidópteros en las estaciones de estudio.

## 7.6 Similitud del Orden Lepidoptera por estación

El coeficiente de asociación de Jaccard (0 – 1), demostró que las dos primeras estaciones (E1-E2) presentaron una mayor similitud riqueza y diversidad de organismos con una representación del 0.57% (Tabla 7.2) en comparación con las demás zonas, las cuales exhibieron valores inferiores que rondan entre 0.35 y 0.21 (Figura 7.12) catalogando a E3 y E4 como estaciones con baja similitud.

**Tabla 7.2:** Comparación de similitud de lepidópteros por estación.

	<b>E1</b>	<b>E2</b>	<b>E3</b>	<b>E4</b>
<b>E1</b>	1	0.576	0.358	0.217
<b>E2</b>	0.576	1	0.518	0.245
<b>E3</b>	0.358	0.518	1	0.365
<b>E4</b>	0.217	0.245	0.365	1



**Figura 7.12:** Dendrograma de similitud de comunidades de Lepidópteros en las estaciones de estudio.

### 7.7 Diversidad de Odonatos por estación

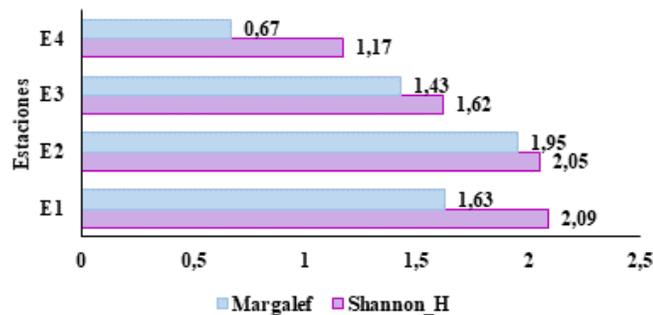
La diversidad poblacional de odonatos en las diferentes estaciones de estudio fue determinada en base al Índice de Shannon, mediante el cual se observó una variación en la estructura de sus comunidades. La estación que posee los valores más altos corresponde a E1 ( $H' = 2.09$ ) con una población total de 462 pertenecientes a 11 especies, seguido de E2 ( $H' = 2.05$ ) con 278 individuos de 12 especies y E3 ( $H' = 1.62$ ) con 133 individuos de 8 especies, en comparación a E4 ( $H' = 1.17$ ) el cual contó con 84 individuos de 4 especies (Tabla 7.3), siendo esta estación la que presentó una menor población y en base al rango de interpretación de valores establecido para este índice

se puede indicar que las 3 primeras zonas poseen una diversidad media, a diferencia de la última, la cual posee una diversidad baja (Figura 7.13).

**Tabla 7.3:** Índice de diversidad de Shannon y Margalef en las estaciones de estudio.

	<b>E1</b>	<b>E2</b>	<b>E3</b>	<b>E4</b>
<b>Taxa_S</b>	11	12	8	4
<b>Individuals</b>	462	278	133	84
<b>Shannon_H</b>	2.09	2.05	1.62	1.17
<b>Margalef</b>	1.63	1.95	1.43	0.67

Mediante el índice de Margalef se pudo constatar que entre todas las estaciones aquellas que tuvieron una mayor riqueza de organismos fueron las 3 primeras estaciones E2 (DMg= 1.95), E1 (DMg= 1.63) y E3 (DMg= 1.43), a diferencia de E4 (DMg= 0.67) el cual contó con un índice inferior, sin embargo, en base a la interpretación de valores del índice se puede indicar que todas las estaciones contaron una baja riqueza y diversidad (Figura 7.13).

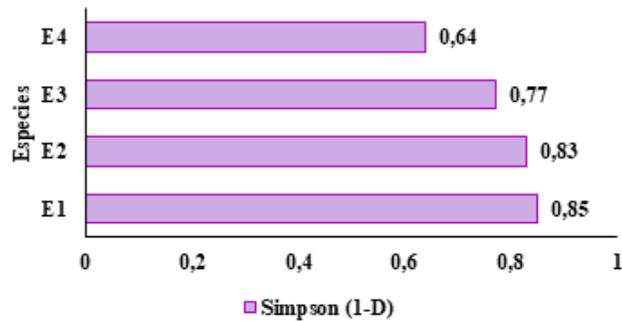


**Figura 7.13:** Índices de diversidad de Odonatos en las diferentes estaciones de estudio.

## 7.8 Dominancia de Odonatos

De acuerdo al índice de Simpson se puede indicar que todas las estaciones proyectan una alta dominancia de ejemplares al presentar valores cercanos a la unidad, siendo la

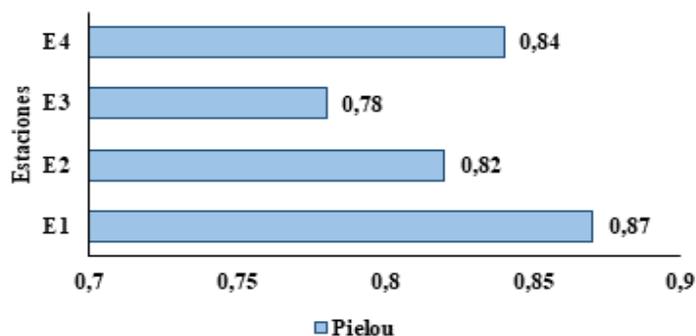
estación E1 (0.85) aquella con el mayor rango de representatividad con la especie *Orthemis sulphurata*, seguido de E2 (0.83), E3 (0.77) y E4 (0.64) con la especie *Argia translata* como se observa en la figura 7.14.



**Figura 7.14:** Dominancia de Odonatos en las estaciones de estudio.

### 7.9 Equidad de Odonatos por estación

Los valores del índice de Pielou (J) indican que en las estaciones de muestreo la presencia de organismos es igualmente abundante en las 4 zonas, debido a que presentan una uniformidad cercana a la unidad, entre las cuales E1 ( $J' = 0.87$ ) destaca por su mayor diversidad, seguida por E4 ( $J' = 0.84$ ), E2 ( $J' = 0.82$ ) y E3 ( $J' = 0.78$ ) como se observa en la figura 7.15.



**Figura 7.15:** Equidad de Odonatos en las estaciones de estudio.

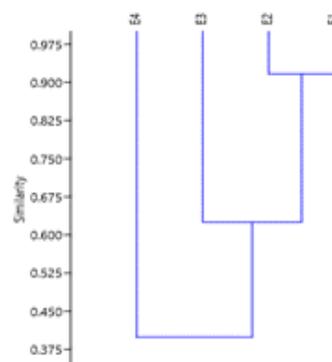
## 7.10 Similitud del Orden Odonata por estación

El coeficiente de Jaccard permitió identificar las zonas de estudio que presentan una mayor relación entre sí por las especies que se encuentran en el medio, dentro de estos resultados las estaciones E1 y E2 mostraron una similitud de 0.91 - 91%, estableciendo una máxima relación, en comparación con las demás estaciones (Tabla 7.4).

**Tabla 7.4:** Comparación de similitud de odonatos por estación.

	<b>E1</b>	<b>E2</b>	<b>E3</b>	<b>E4</b>
<b>E1</b>	1	0.91	0.58	0.36
<b>E2</b>	0.91	1	0.66	0.33
<b>E3</b>	0.58	0.66	1	0.5
<b>E4</b>	0.36	0.33	0.5	1

Mediante el dendograma de similitud de Jaccard se obtuvo una estrecha relación entre las dos primeras estaciones, mientras que E3 presenta una similitud de 0.66 o 66% con E2, el cual indica que existe una baja homogeneidad entre estas zonas por la composición de organismos, finalmente E4 difiere en gran medida con las demás estaciones de estudio exhibiendo valores cercanos a 0 demostrando así una baja similitud con 0.36 – 36% (Figura 7.16).



**Figura 7.16:** Dendograma de similitud de abundancia de Odonatos en las estaciones de estudio.

## **7.11 Correlación de parámetros físicos, químicos y biológico con el Orden Lepidoptera y Odonata**

Con la finalidad de correlacionar los datos de diversidad de organismos con los diferentes parámetros (Temperatura ambiental y de agua, nubosidad, precipitación, humedad, pH, SDT, fauna depredativa) que se registraron durante los monitoreos, se realizó una prueba de normalidad, cuyos resultados al seguir una distribución normal o no se emplearon las pruebas paramétricas de Pearson y Spearman con un intervalo de confianza del 95%, que permiten conocer si existe o no un grado de asociación entre las distintas variables utilizadas en el estudio.

### **7.11.1 Orden Lepidoptera**

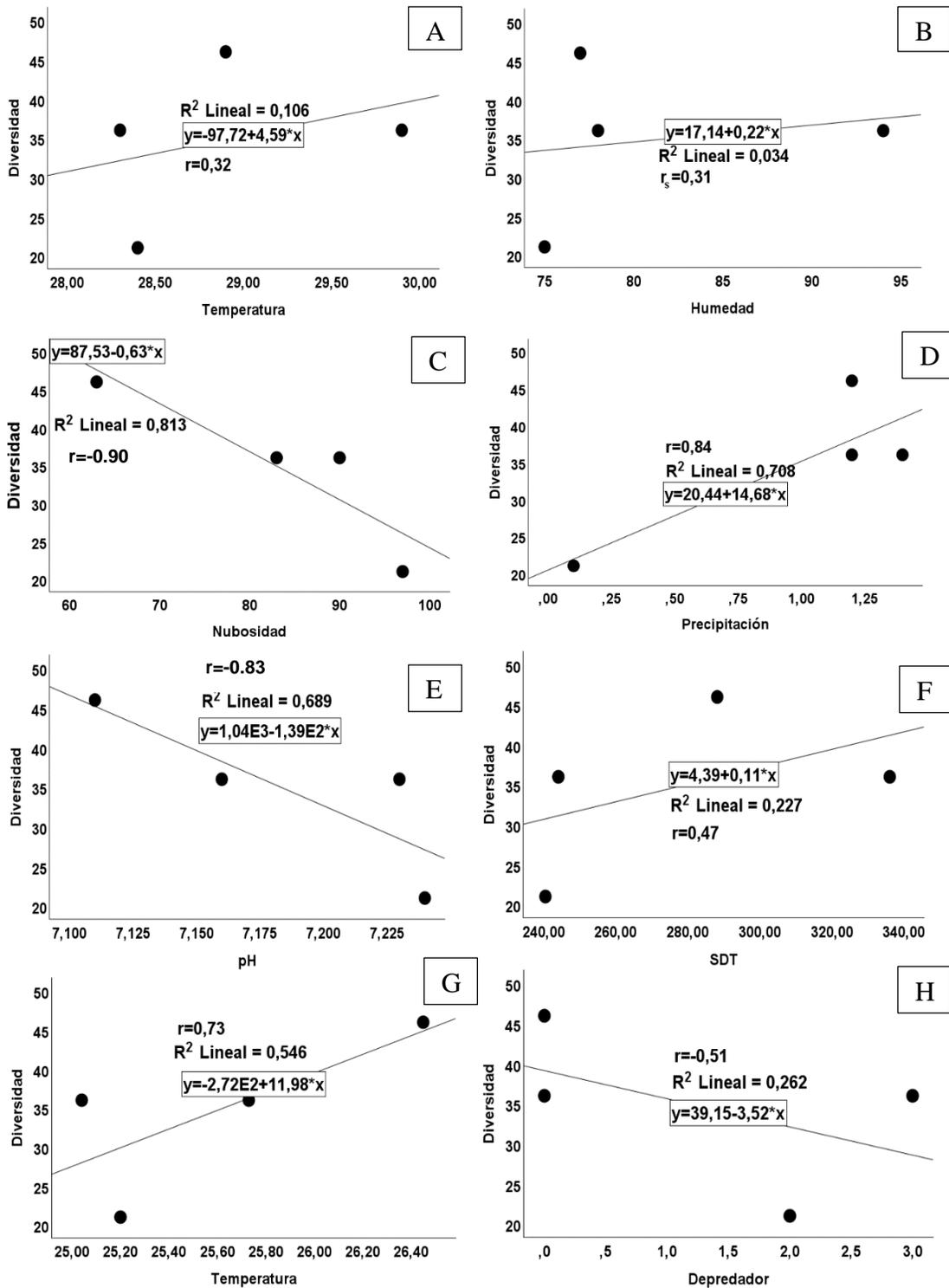
#### **7.11.1.1 Correlación de parámetros con la diversidad de lepidópteros obtenidos en las 4 estaciones de estudio.**

Mediante los análisis de correlación realizados entre la diversidad de lepidópteros obtenidos por estación (Tabla 7.1) y los diferentes parámetros es posible indicar que no existe una relación significativa al mostrar valores mayores a lo establecido por los coeficientes de Pearson y Spearman ( $p < 0.05$ ), no obstante, al indagar en el coeficiente de correlación en base a la tabla de interpretación (Tabla 6.3), se obtuvieron posibles asociaciones (Anexo 12.13) que permitieron conocer cómo influyeron dichos factores con los organismos.

Entre las pruebas los datos correspondientes a precipitación (D)  $r=0.84$  (70.8%) y temperatura del agua (G)  $r=0.73$  (54.6%) mostraron una alta asociación de variables e influencia, SDT (F)  $r=0.47$  (22.7%) una posible relación moderada, mientras que

temperatura ambiental (A)  $r=0.32$  (10.6%) y humedad (B)  $r_s=0.31$  (3.4%) obtuvieron una baja relación con respecto a la diversidad de cada estación (Tabla 4), los resultados además de eso mostraron que siguen una tendencia positiva que se ve reflejado en las gráficos de dispersión, lo cual hace referencia que al aumentar los índices de las variables, la diversidad de organismos también aumentará (Figura 7.17), favoreciendo de esta forma a la población de lepidópteros.

Sin embargo, también se obtuvieron tendencias negativas como el caso de nubosidad (C)  $r=-0.90$  (81.3%), pH (E)  $r=-0.83$  (68.9%) y fauna depredativa (H)  $r=-0.51$  (26.2%), donde se establecen posibles asociaciones altas a moderadas, con un grado de influencia capaz de afectar de forma negativa a la población, es decir, a medida que estos factores aumentan la diversidad disminuirá, no obstante, si las variables disminuyen cabe la posibilidad de que la comunidad de lepidópteros aumente por las favorables condiciones que presenta su hábitat.

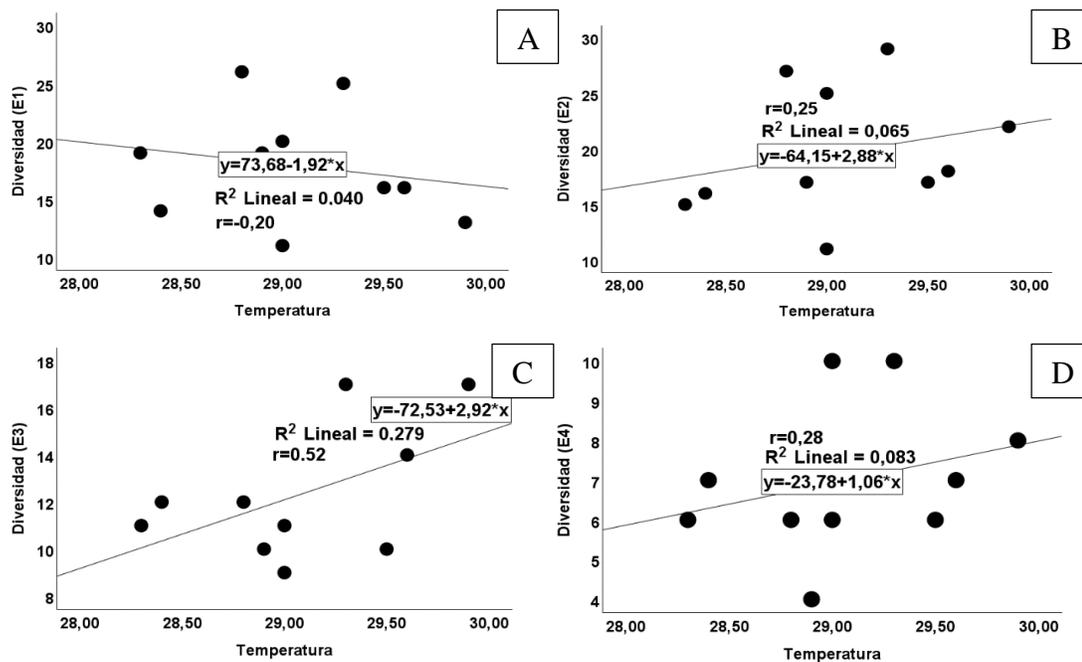


**Figura 7.17:** Correlación entre diversidad de lepidópteros de las estaciones (E1, E2, E3 y E4) entre temperatura ambiental (A), humedad (B), nubosidad (C), precipitación (D), pH (E), SDT (F), temperatura del agua (G) y fauna depredativa. (H).

## 7.11.1.2 Correlación de parámetros con la diversidad de lepidópteros obtenidos en las 4 estaciones por monitoreo.

### 7.11.1.2.1 Temperatura ambiental

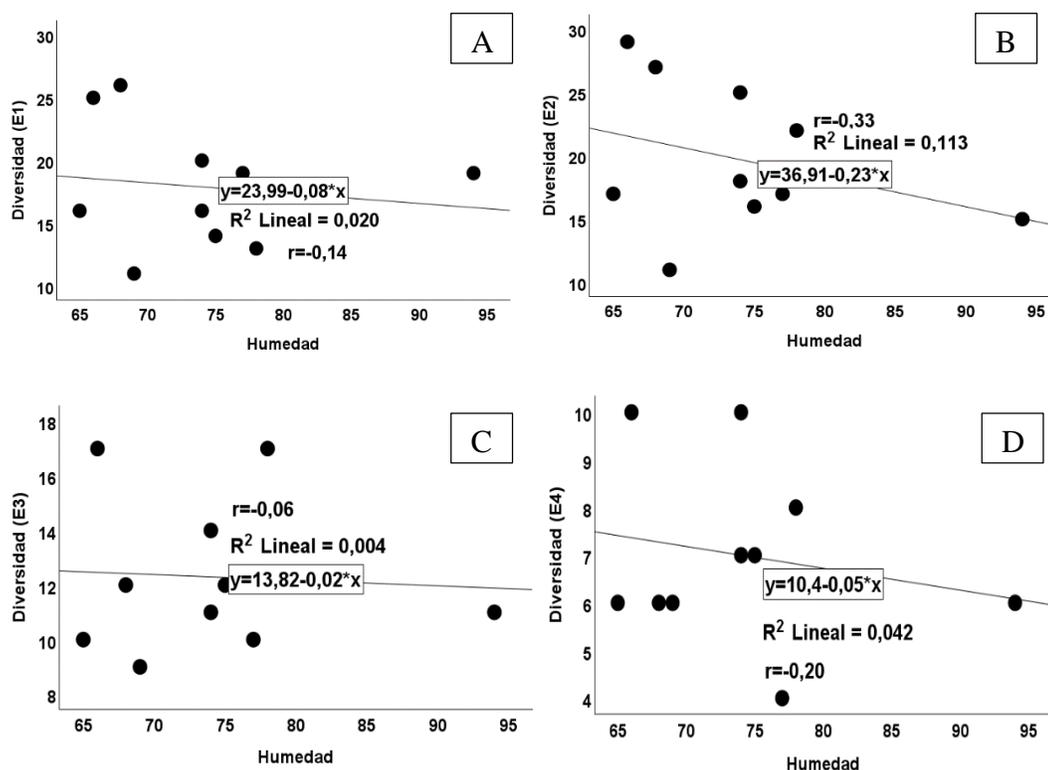
Con la finalidad de determinar la variación de parámetros en cada estación se realizaron las respectivas correlaciones por monitoreo (Anexo 12.14), en los análisis de temperatura ambiental no se obtuvieron datos significativos  $p < 0.05$ , no obstante, mediante el coeficiente de Pearson se pudo observar que la estación E1 (A) en comparación a las demás obtuvo una baja asociación inversa  $r = -0.20$ , donde a mayor temperatura la diversidad de lepidópteros tiende a disminuir, sin embargo, en E2 (B)  $r = 0.25$ , E3 (C)  $r = 0.52$  y E4 (D)  $r = 0.28$  se observan correlaciones directamente proporcionales con influencias de 6.5%, 27.9% y 8.3% respectivamente durante los monitoreos (Figura 7.18).



**Figura 7.18:** Correlación entre temperatura ambiental y diversidad de lepidópteros de las estaciones E1 (A), E2 (B), E3(C) y E4 (D).

### 7.11.1.2.2 Humedad

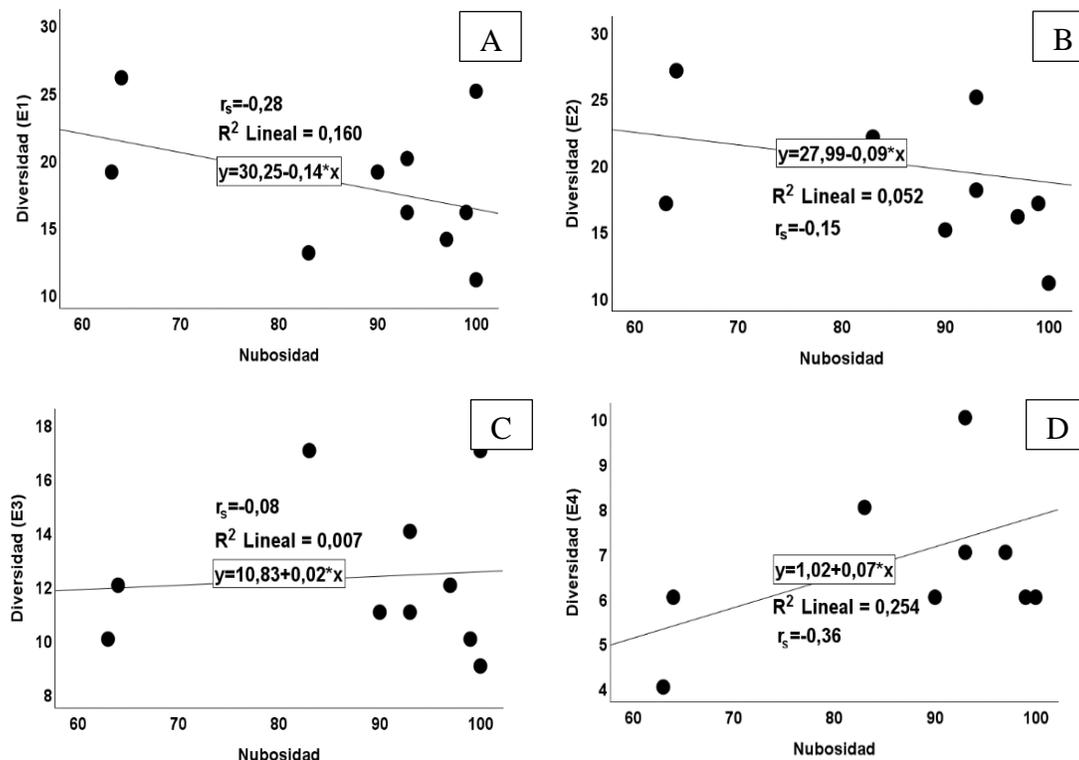
Con respecto a la humedad se puede observar una gran diferencia en las correlaciones en comparación a las asociaciones por estación, lo cual puede estar relacionado a la diversidad de organismos encontrados por monitoreo a diferencia de la diversidad total encontrada por sitio de estudio. En los análisis por monitoreo (Anexo 12.14) en todas las estaciones se observan bajas asociaciones e influencia para E1 (A)  $r=-0.14$  (2%), E2 (B)  $r=-0.33$  (11.3%), E3 (C)  $r=-0.06$  (0.4%) y E4 (D)  $r=-0.2$  (4.2%) que no permiten la obtención de una relación significativa como se observan en las gráficas de dispersión al no seguir un patrón en la distribución de datos (Figura 7.19).



**Figura 7.19:** Correlación entre humedad y diversidad de lepidópteros de las estaciones E1 (A), E2 (B), E3(C) y E4 (D).

### 7.11.1.2.3 Nubosidad

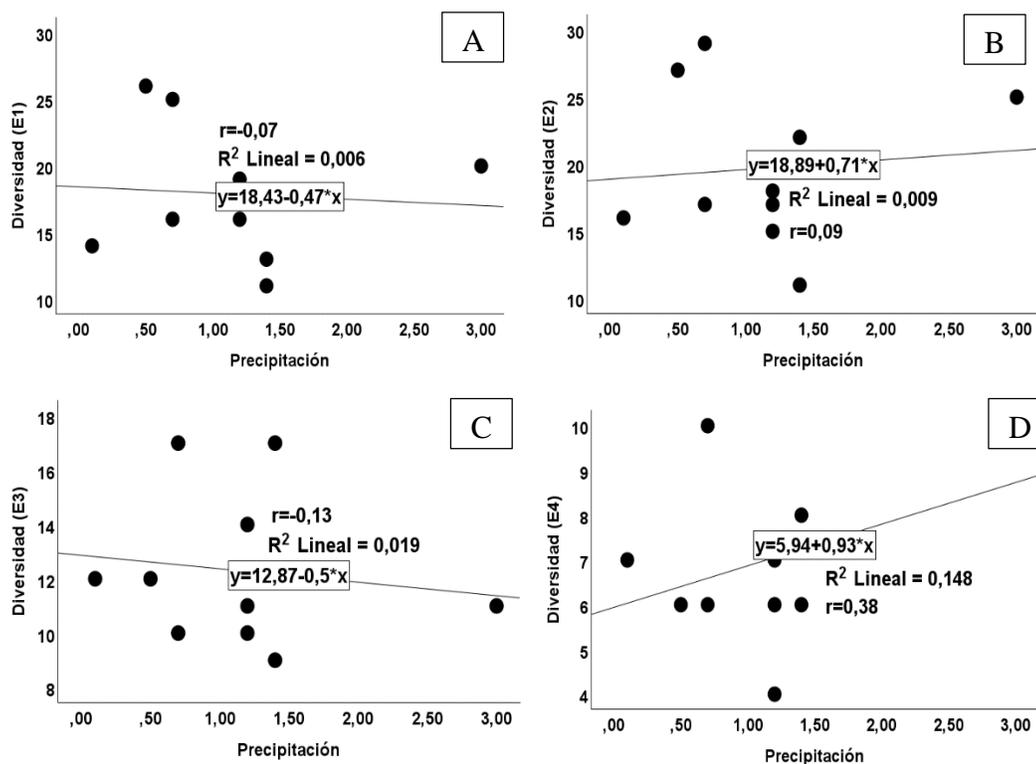
En lo que respecta al factor nubosidad no se presentaron relaciones significativas en las estaciones (Anexo 12.14), sin embargo, mediante el coeficiente de relación se puede indicar que E1 (A)  $r_s = -0.28$  (16%), E2 (B)  $r_s = -0.15$  (5.2) y E3 (C)  $r_s = -0.08$  (0.7%) mostraron posibles asociaciones inversamente proporcionales bajas, haciendo referencia que a mayor nubosidad la diversidad disminuirá, mientras que si la nubosidad disminuye existe la posibilidad de encontrar variedad de organismos en las estaciones, pese a esto, E4 (D)  $r_s = 0.36$  (25.4%), refleja una relación baja positiva, lo cual podría verse relacionado por la diversidad de especies estrechamente asociadas a determinado sitio (Figura 7.20).



**Figura 7.20:** Correlación entre nubosidad y diversidad de lepidópteros de las estaciones E1 (A), E2 (B), E3(C) y E4 (D).

#### 7.11.1.2.4 Precipitación

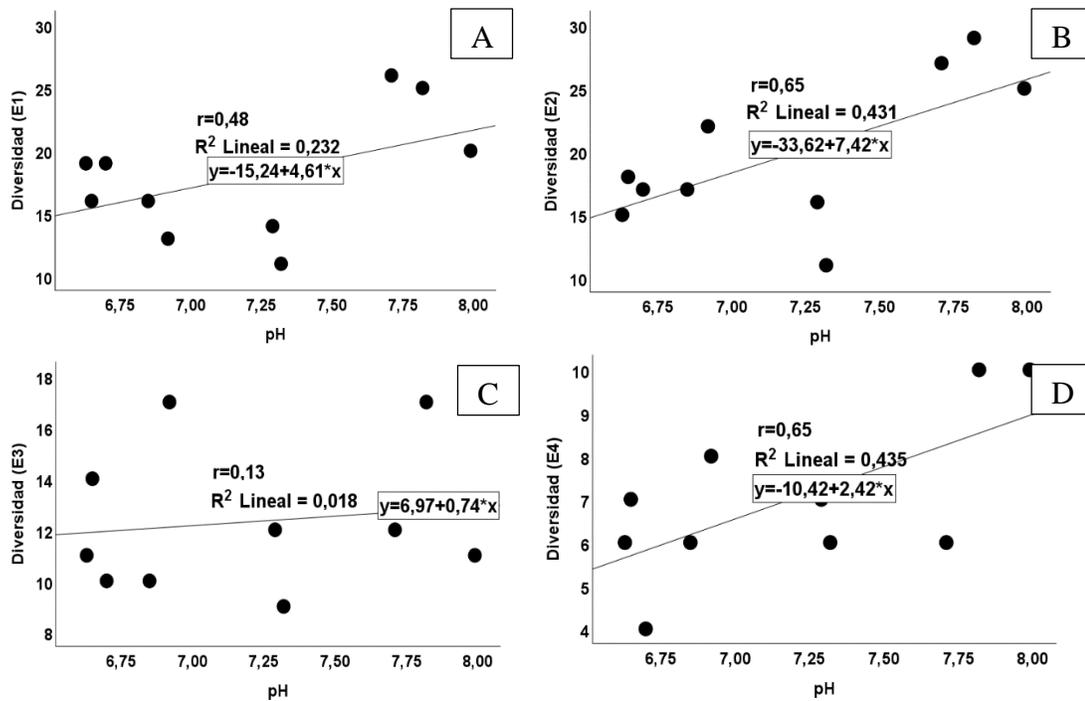
No se presentaron estadísticas significativas para el parámetro en relación a la diversidad de organismos (Anexo 12.14), por otra parte, el coeficiente de correlación de Pearson denota que en E1 (A)  $r=-0.07$  (0.6%) y E3 (C)  $r=-0.13$  (1.9%) el factor posee una baja relación inversa con la diversidad de lepidópteros, sin embargo, E2 (B)  $r=0.09$  (0.9%) y E4 (D)  $r=0.38$  (14.8%), en comparación con las demás estaciones a pesar de tener de igual forma una baja asociación, el grado de influencia es un poco más elevado, además de presentar una posible relación positiva, lo cual indica que a medida que aumenta la variable precipitación la diversidad de organismos en consecuencia también aumenta como se distingue en las gráficas de dispersión (Figura 7.21).



**Figura 7.21:** Correlación entre precipitación y diversidad de lepidópteros de las estaciones E1 (A), E2 (B), E3(C) y E4 (D).

### 7.11.1.2.5 pH

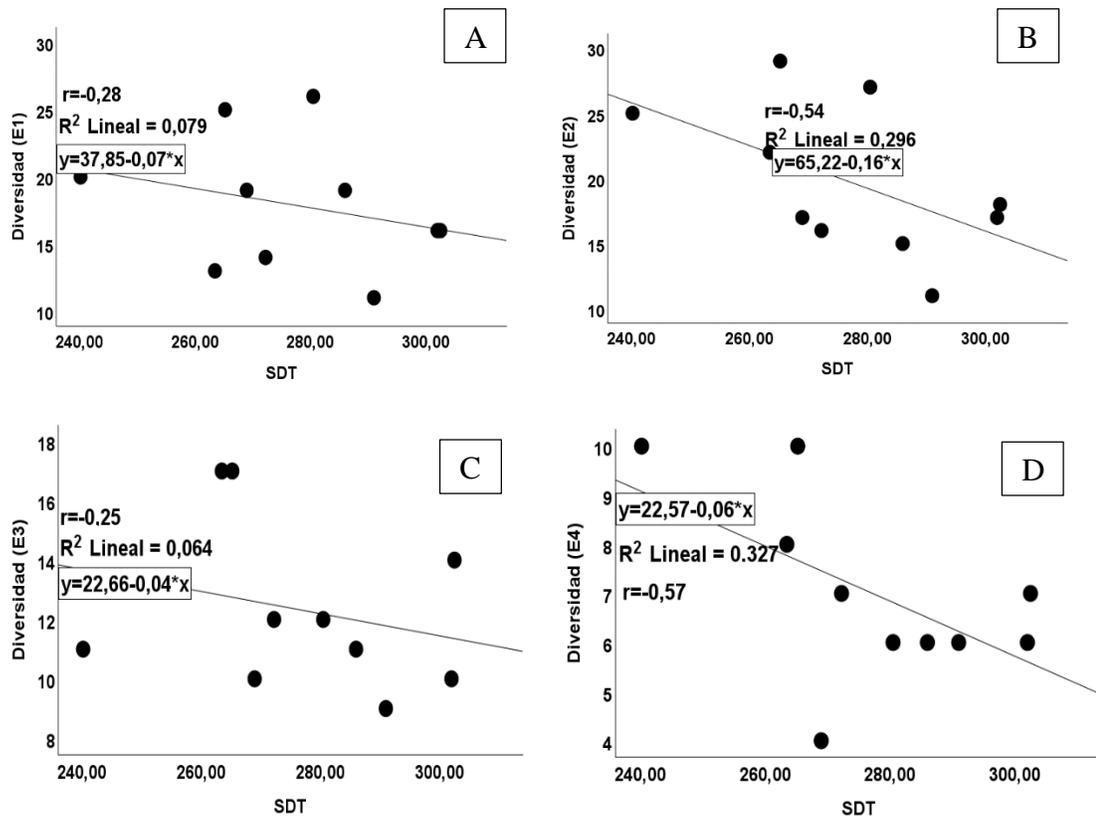
En base a los análisis entre diversidad y pH se puede indicar que existe una correlación entre variables fuerte para las estaciones E2 (B)  $r=0.65$  (43.1%) y E4 (D)  $r=0.65$  (43.5%), los cuales cuentan con un p valor de 0.039 y 0.038 respectivamente (Anexo 12.14), permitiendo asumir con un alto grado de confiabilidad que a medida que el pH aumenta la diversidad de lepidópteros también aumentará, al presentar datos directamente proporcionales y siguiendo la línea de tendencia como se observa en la figura 7.22, al igual que las estaciones E1 (A)  $r=0.48$  (23.2%) y E3 (C)  $r=0.13$  (1.8%) aunque no hayan presentado  $p < 0.05$ , lo cual difiere de los resultados obtenidos en las correlaciones del promedio del pH y diversidad de las 4 estaciones, esta diferencia puede estar asociada a la variación de organismos que se registraron por monitoreo.



**Figura 7.22:** Correlación entre pH y diversidad de lepidópteros de las estaciones E1 (A), E2 (B), E3(C) y E4 (D).

### 7.11.1.2.6 SDT

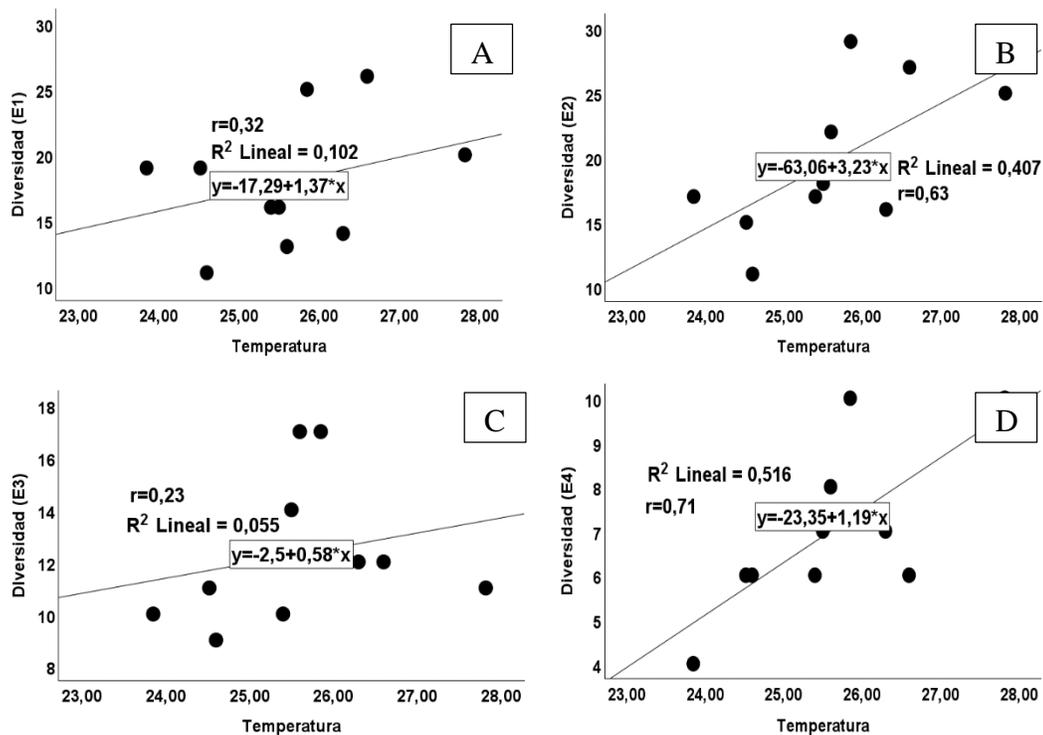
Dentro de los análisis correspondientes a SDT en ningún caso se presentó una relación significativa que pueda establecer una asociación entre variables y confiabilidad de datos (Anexo 12.14), sin embargo, en todas las estaciones se observa una posible asociación inversa baja o moderada E1 (A)  $r=-0.28$  (7.9%), E2 (B)  $r=-0.54$  (29.6%), E3 (C)  $r=-0.25$  (6.4%) y E4 (D)  $r=-0.57$  (32.7%), a medida que el SDT aumenta la diversidad baja o por el contrario si el SDT baja la diversidad aumenta como se observa en la figura 7.23.



**Figura 7.23:** Correlación entre SDT y diversidad de lepidópteros de las estaciones E1 (A), E2 (B), E3(C) y E4 (D).

### 7.11.1.2.7 Temperatura del agua

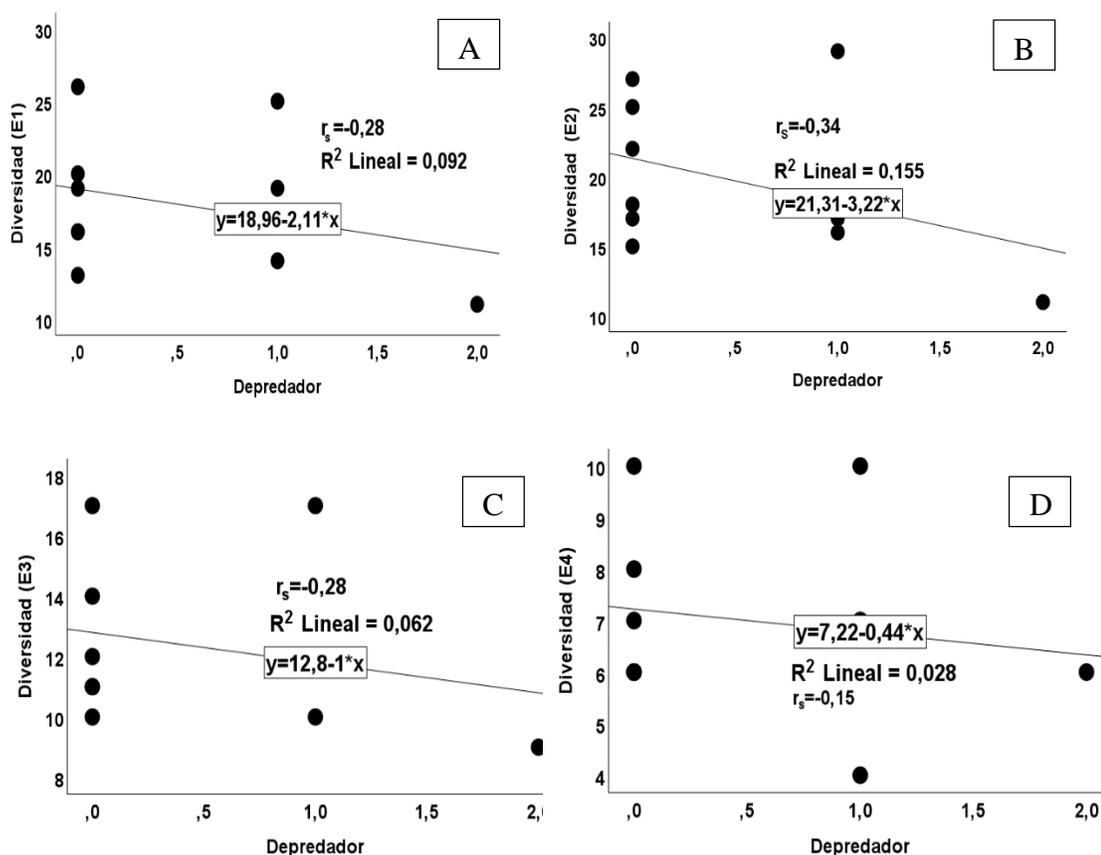
En base a los resultados de los análisis de Pearson se puede indicar que la temperatura del agua obtuvo una asociación significativa moderada y alta para las estaciones E2 (B)  $r=0.63$  (40.7%) y E4 (D)  $r=0.71$  (51.6%) respectivamente (Anexo 12.14), siendo una relación directamente proporcional a la diversidad de lepidópteros, donde al aumentar los índices de temperatura la variedad podría aumentar, al igual que los demás sitios de colecta E1 (A)  $r=0.32$  (10.2%) y E3 (C)  $r=0.23$  (5.5%) que a pesar de haber obtenido una baja relación mantienen una tendencia positiva no tan marcada como en E2 y E4 lo cual se puede apreciar en los diagramas de dispersión (Figura 7.24).



**Figura 7.24:** Correlación entre temperatura del agua y diversidad de lepidópteros de las estaciones E1 (A), E2 (B), E3(C) y E4 (D).

### 7.11.1.2.8 Fauna depredativa

En lo que respecta a las correlaciones entre la diversidad de organismos y las actividades de depredación durante los monitoreos no se obtuvieron  $p < 0.05$  (Anexo 12.14) que permitan establecer asociaciones significativas, no obstante, los resultados del coeficiente mostraron una tendencia inversamente proporcional a la diversidad de lepidópteros, es decir, las estaciones E1 (A)  $r = -0.28$  (9.2%), E2 (B)  $r = -0.34$  (15.5), E3 (C)  $r = -0.28$  (6.2%) y E4 (D)  $r = -0.15$  (2.8%), al tener actividades de depredación la diversidad de organismos puede disminuir (Figura 7.25).

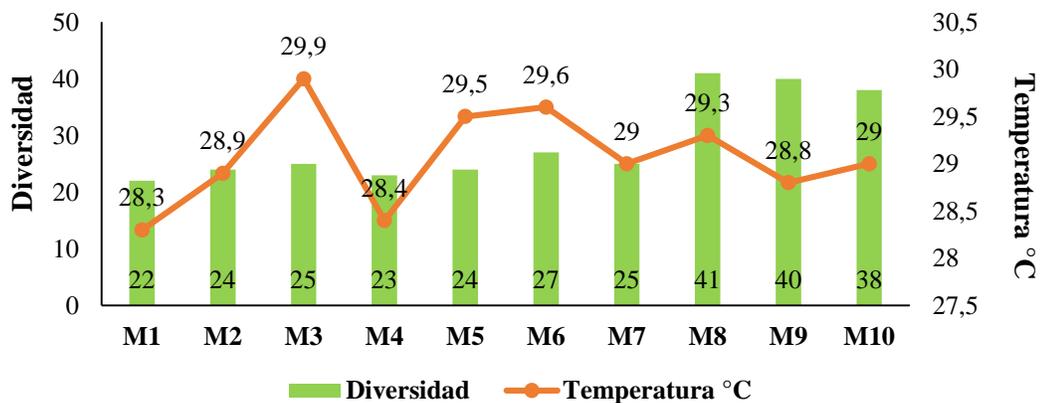


**Figura 7.25:** Correlación entre fauna depredativa y diversidad de lepidópteros de las estaciones E1 (A), E2 (B), E3(C) y E4 (D).

### 7.11.1.3 Asociación de parámetros y diversidad de lepidópteros por monitoreo

#### 7.11.1.3.1 Temperatura

La temperatura en cada uno de los monitoreos realizados entre septiembre, octubre y noviembre del presente año osciló entre 28.3 °C y 29.9 °C, mediante la representación gráfica se puede observar entre los primeros 7 monitoreos (M1 a M7) la diversidad se mantuvo constante entre los intervalos de temperatura de 28.3 °C a 29 °C, no obstante, en los tres últimos monitoreos la diversidad incrementó a intervalos de 28.8°C y 29.3°C, lo cual puede relacionarse positivamente a la correlación obtenida en la figura 7.17, no obstante a una temperatura de 29.9 °C la diversidad se mantuvo constante, lo cual pudo verse influenciado por algún otro factor (Figura 7.26).

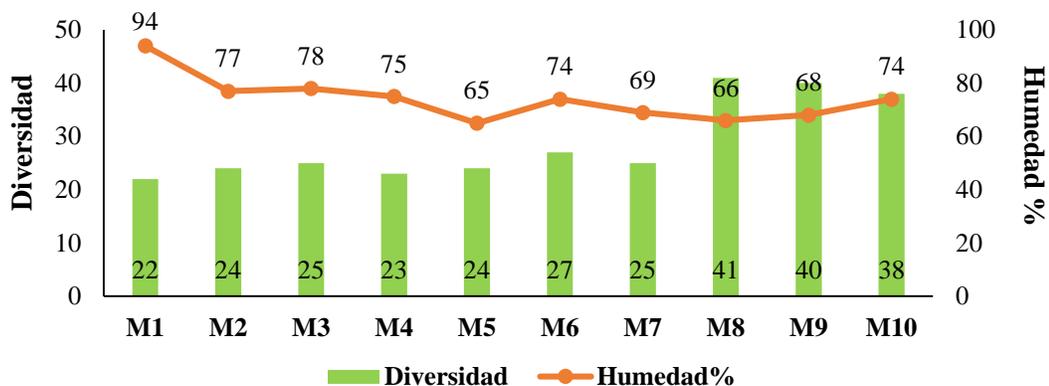


**Figura 7.26:** Asociación entre diversidad de lepidópteros y temperatura ambiental por monitoreo.

#### 7.11.1.3.2 Humedad

Este parámetro ambiental presentó una oscilación entre 65% y 94%, encontrándose dentro de un rango aceptable para la supervivencia de los organismos, no obstante, se

puede apreciar que hubo una mayor diversidad cuando las condiciones estuvieron entre 66%, 68% y 74% de humedad (Figura 7.27).



**Figura 7.27:** Asociación entre diversidad de lepidópteros y humedad por monitoreo.

### 7.11.1.3.3 Nubosidad

De acuerdo a los análisis de correlación se puede indicar que este parámetro no obtuvo un grado de significancia ( $p < 0.05$ ), pese a esto, se obtuvieron posibles relaciones inversas, las cuales indican que a una mayor nubosidad, la aparición de lepidópteros disminuye como es posible observar en la representación gráfica (Figura 7.28), donde en M2 y M9 la nubosidad osciló entre 63% y 64%, contribuyendo en la aparición de variedad de organismos, no obstante, también se presentaron variaciones a lo indicado como se observa en M8.

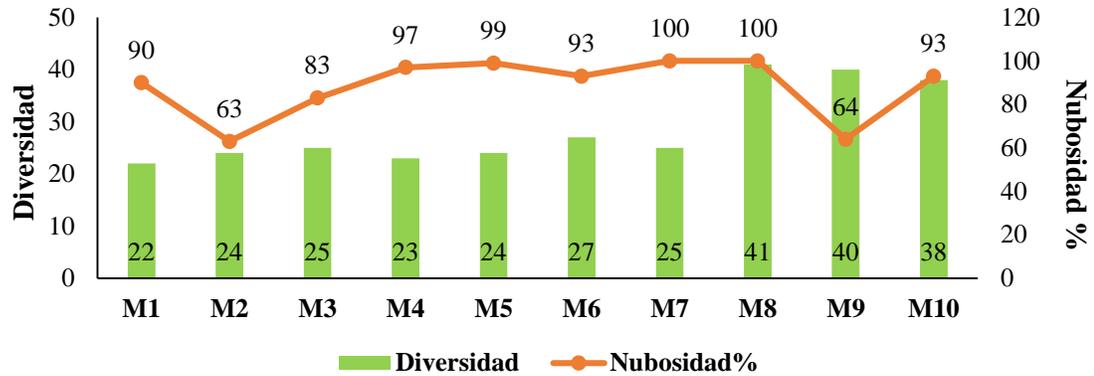


Figura 7.28: Asociación entre diversidad de lepidópteros y nubosidad por monitoreo.

#### 7.11.1.3.4 Precipitación

De acuerdo a la diversidad de organismos contabilizados por monitoreo la mayor variedad de individuos fueron registrados en M8 y M9 con precipitaciones de 0.7 y 0.5 mm, no obstante, también se puede observar que la diversidad se mantuvo constante a mayor cantidad de precipitación, lo cual coincide con los coeficientes de correlación realizados por estación y monitoreo, donde mayormente se sigue una distribución directamente proporcional (Figura 7.29).

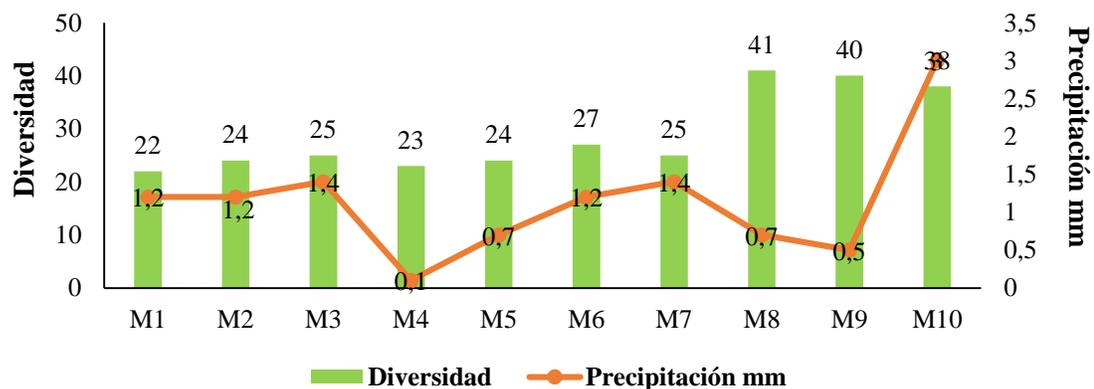
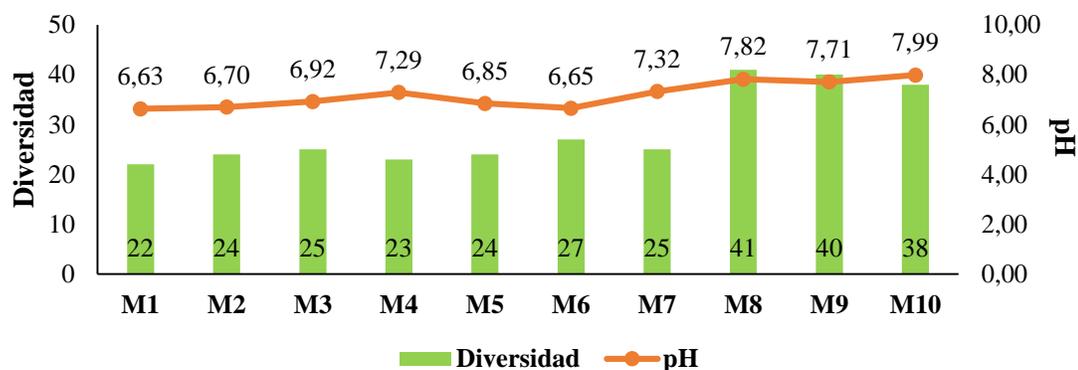


Figura 7.29: Asociación entre diversidad de lepidópteros y precipitación por monitoreo.

### 7.11.1.3.5 pH

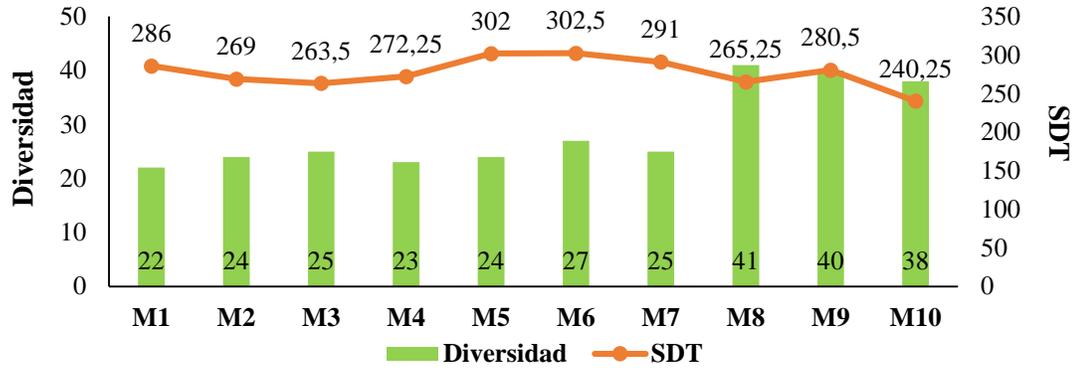
En cuanto a la variación de este factor se puede indicar que estuvo en un rango de 6.63 a 7.99, el cual no muestra tanta diferencia entre los monitoreos, sin embargo, se debe recalcar que la mayor diversidad se obtuvo con un pH oscilante de 7.82 y 7.99 (M8 y M10) (Figura 7.30), mientras que a menor escala la diversidad se mantuvo constante y directamente proporcional (M1, M2, M3), sin embargo, en ellas también se observaron asociaciones inversas, donde al aumentar el pH la diversidad reducía (M3, M5 y M7).



**Figura 7.30:** Asociación entre diversidad de lepidópteros y pH por monitoreo.

### 7.11.1.3.6 SDT

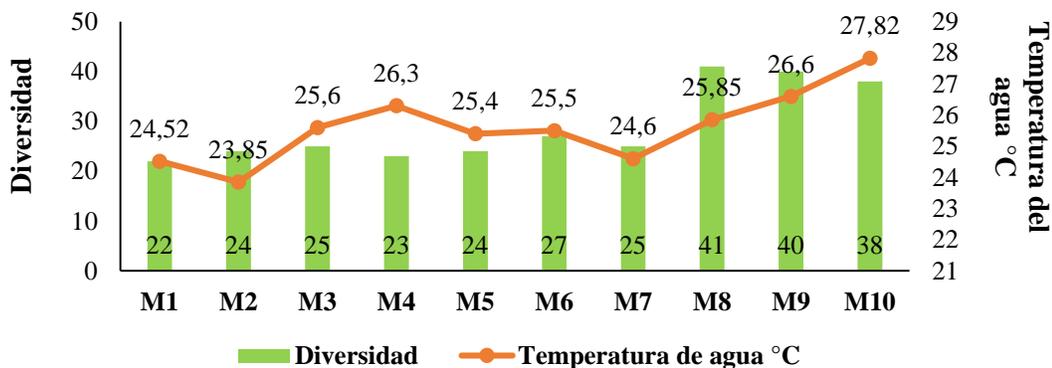
En base a los datos de diversidad y SDT registrados en las salidas de campo, mediante la representación gráfica es posible distinguir mayor variación de individuos durante los monitoreos que tuvieron un incremento del parámetro químico (M6, M8, M9 y M10), mientras que a menores fluctuaciones la diversidad se mantuvo con valores constantes (Figura 7.31).



**Figura 7.31:** Asociación entre diversidad de lepidópteros y SDT por monitoreo.

### 7.11.1.3.7 Temperatura del agua

La temperatura osciló entre 24.52 °C hasta 27.82°C durante todo el estudio, no obstante, al realizar la representación gráfica fue posible indicar que en la mayoría de monitoreos conforme aumentaba la temperatura, la diversidad de organismos presentes en el medio también aumentaba considerablemente, coincidiendo con los resultados de los coeficientes de correlación, donde los datos mantenían una relación directamente proporcional (Figura 7.32).



**Figura 7.32:** Asociación entre diversidad de lepidópteros y temperatura de agua por monitoreo.

### 7.11.1.3.8 Fauna depredativa

De acuerdo con los resultados de las correlaciones por estación y monitoreo entre diversidad y el factor depredación, se obtuvieron posibles asociaciones inversamente proporcionales que permite indicar que a medida que la depredación aumenta la población de lepidópteros puede disminuir, sin embargo, mediante la representación gráfica (Figura 7.33) debido al poco número de casos de depredación que se observaron durante los recorridos sólo en M4 y M7 destacan las relaciones.

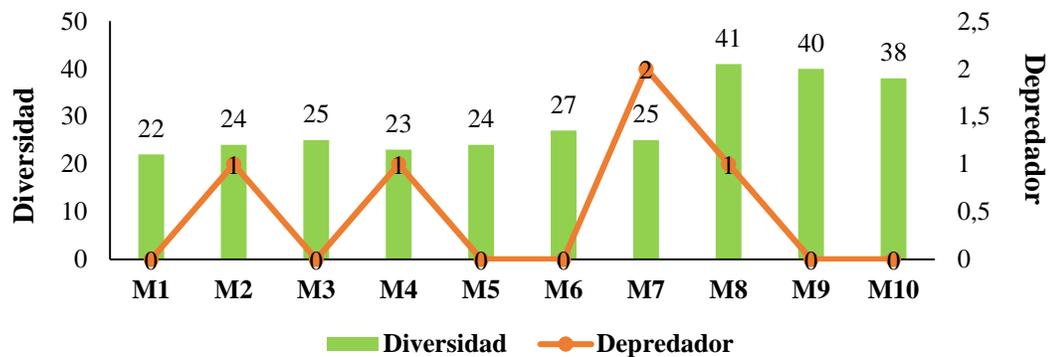


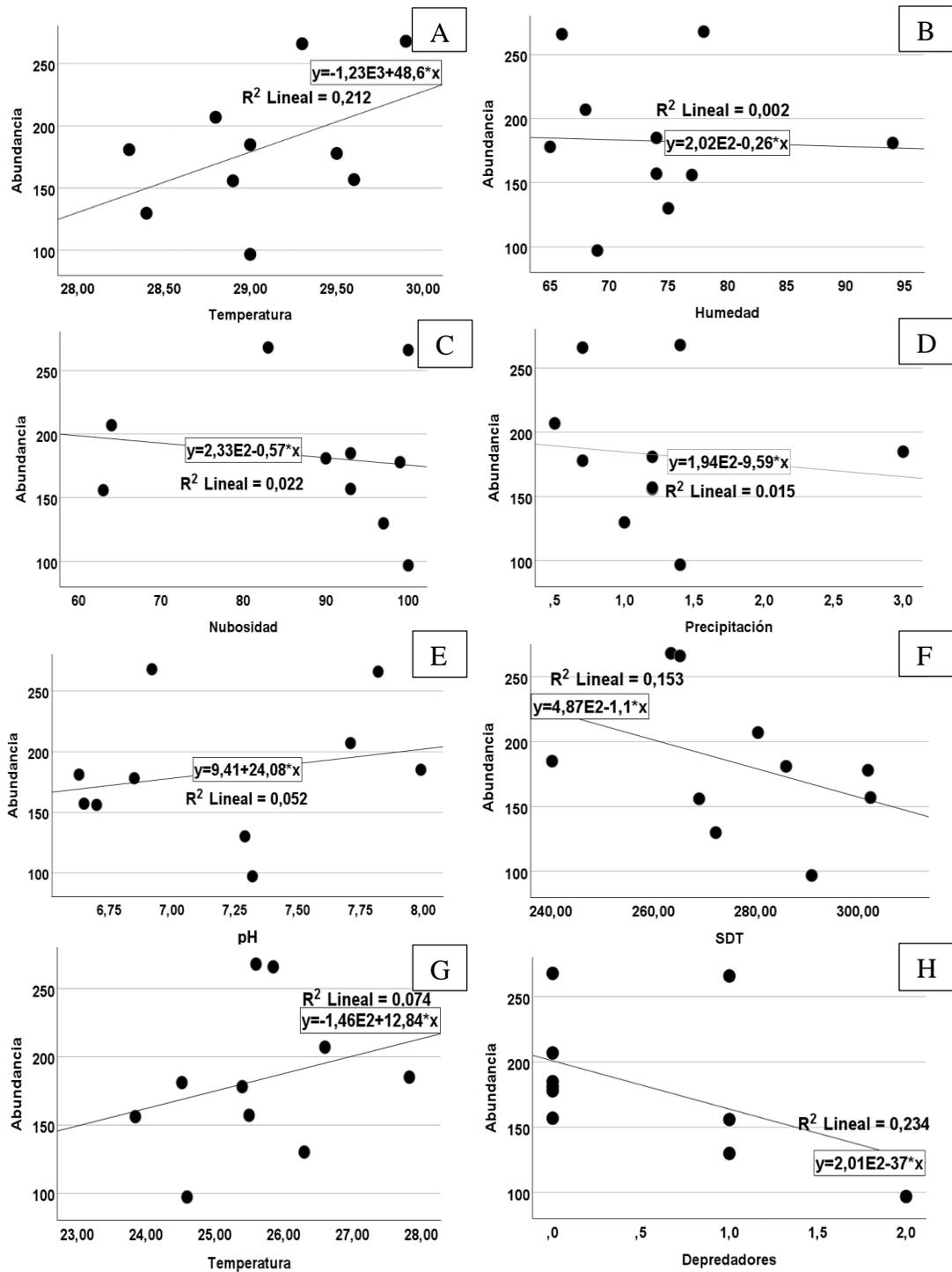
Figura 7.33: Asociación entre diversidad de lepidópteros y fauna depredativa por monitoreo.

### 7.11.1.4 Correlación de parámetros con la abundancia del orden Lepidoptera

En la figura 7.34, se puede observar la representación del grado de asociación de variables entre la abundancia de organismos y cada uno de los parámetros de estudio, en todos los análisis estadísticos  $r$  y  $r_s$  el grado de significancia de  $p$  es mayor a 0.05, lo que indica que las correlaciones planteadas no son estadísticamente significativas (Anexo 12.15), es decir, no pueden asociarse entre sí, sin embargo, en el coeficiente de

correlación en base a su interpretación es posible observar una posible relación donde los factores físicos: Temperatura ambiental (A)  $r=0.46$  mantiene una correlación positiva moderada del 21.2%; mientras que la temperatura del agua (G)  $r=0.27$  (7.4%) presenta una asociación baja; humedad (B)  $r=-0.04$  con correlación negativa muy baja 0.2%; nubosidad (C)  $r_s=-0.24$  de correlación negativa baja de 2.2% y precipitación (D)  $r_s=-0.12$  de correlación negativa baja correspondiente al 1.5%.

En los análisis de factores químicos del agua se determinó: pH (E) de  $r=0.22$  (5.2%) equivalente a una afinidad positiva baja y SDT (F) obtuvo  $r=-0.39$  (15,3%) con una correlación negativa baja. De igual forma se aplicó la evaluación estadística con el factor biológico: Fauna depredativa (H)  $r_s=-0,582$  (23.4%) equivalente a una relación negativa moderada. Cabe mencionar que la tendencia negativa en los resultados hace referencia a una relación inversa, donde al aumentar una variable la otra tiende a disminuir como se observa en los gráficos de dispersión de fauna depredativa (H), donde a mayor presencia de depredadores la población de organismos disminuye, caso contrario con aquellos que muestran valores positivos, donde si una variable aumenta la otra en consecuencia también como se observa con la temperatura ambiental (A), siendo este factor uno de los más importantes en la distribución del orden.



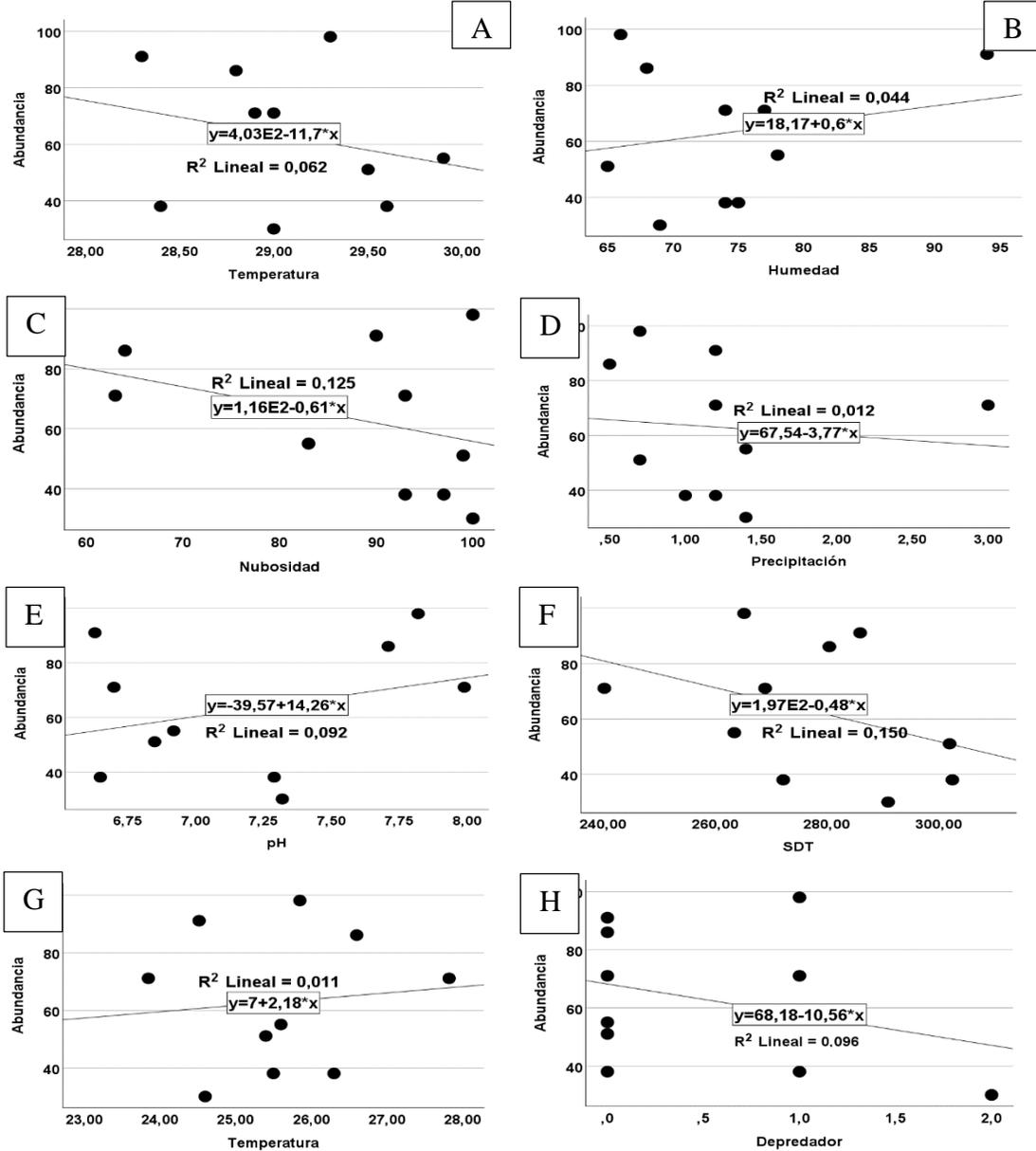
**Figura 7.34:** Correlación entre abundancia de lepidópteros con temperatura ambiental (A); humedad (B), nubosidad (C), precipitación (D), pH (E), SDT (F), temperatura del agua (G) y fauna depredativa (H).

### **7.11.1.5 Correlación de parámetros con abundancia de lepidópteros por estación**

#### **7.11.1.5.1 Estación 1**

Mediante el análisis entre variables y abundancia en la estación 1 (Anexo 12.16) no se obtuvieron asociaciones significativas  $p < 0.05$ , sin embargo, mediante el coeficiente de correlación se puede indicar que temperatura ambiental (A)  $r = -0.24$  obtuvo una relación negativa baja entre variables, influyendo en el 6.2% de organismos. La humedad (B) con una correlación  $r = 0.21$  muestra una relación positiva baja con el 4.4% de influencia como se observa en la gráfica de dispersión. La temperatura del agua  $r = 0.10$  (1.1%) establece una muy baja asociación, mientras que nubosidad (C) y precipitación (D), no reflejan un grado de significancia, sin embargo, los coeficientes de correlación para ambos denotan un  $r_s = -0.31$  de nexo baja, demostrando en sus diagramas de dispersión una falta de uniformidad (Figura 7.35).

Dentro de los análisis correspondientes a parámetros químicos del agua en ningún caso se presentó una relación significativa que pueda establecer una relación entre variables y confiabilidad en los datos, puesto que, el grado de significancia fue mayor a 0.05, sin embargo, el coeficiente de Pearson puede indicar un pH (E) de  $r = 0.3$  (9.2%) y SDT (F) un  $r = -0.3$  (15%), equivalentes a una correlación positiva y negativa baja. En lo que respecta al factor biológico de fauna depredativa (H), es posible indicar que no existe una relación significativa, al igual que el coeficiente de correlación  $r_s = -0.25$  donde se muestra que la relación entre variables es baja, siendo reflejado en el gráfico de dispersión, el cual no sigue un patrón uniforme.



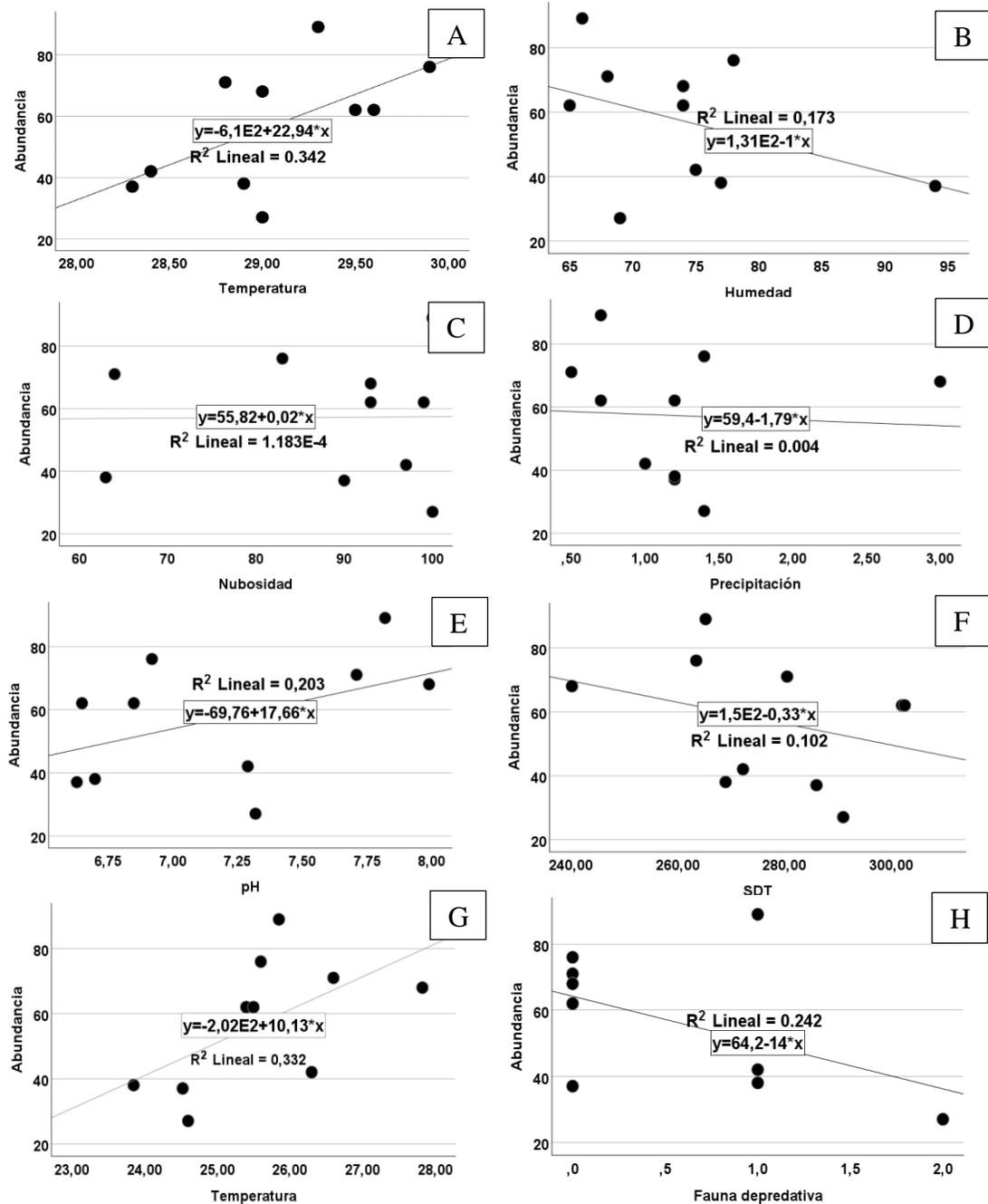
**Figura 7.35:** Correlación entre abundancia de lepidópteros de E1 y temperatura ambiental (A), humedad (B), nubosidad (C), precipitación (D), pH (E), SDT (F), temperatura del agua (G) y fauna depredativa (H).

### 7.11.1.5.2 Estación 2

Mediante el análisis de los parámetros físicos en la estación 2 (Figura 7.36), es posible indicar que no existe una relación significativa al mostrar valores mayores a lo establecido ( $p < 0.05$ ) (Anexo 12.17), es decir, no hay relación entre variables lo que explica el hecho de que en las gráficas de dispersión no se siga una línea de tendencia, sin embargo, en base a los resultados del coeficiente de correlación se pueden interpretar de la siguiente forma: Temperatura (A)  $r = 0.58$ , con un 34.2% de influencia en los organismos; precipitación (D)  $r_s = -0.26$ , muestra una relación negativa baja, lo que indica que al aumentar una variable la otra disminuye; humedad (B)  $r = -0.41$ , indica que existe una relación moderada con una representación del 17.3% de influencia; mientras que nubosidad (C)  $r_s = -0.04$  corresponde a una relación negativa muy baja, por este motivo en la gráfica se pueden observar que los puntos están dispersos en mayor parte; la temperatura del agua (G), donde  $r = 0.57$ , tampoco mostró un grado de significativa, a pesar de ello destacó una correlación moderada con una influencia del 33.2%, donde se menciona que al aumentar una variable la otra también aumentaría al igual que temperatura ambiental con una tendencia positiva.

Con respecto a la correlación entre los factores químicos del agua no se observaron relaciones significativas, que permita asociar las variables entre ellas, sin embargo, en base al coeficiente es posible mencionar que el pH (E)  $r = 0.45$  posee una relación positiva moderada, donde el 20.3% de los organismos puede verse influenciado por este factor y SDT (F)  $r = -0.32$  con una correlación baja inversa. El factor biológico: Fauna depredativa (H) no obtuvo una relación significativa, a pesar de esto el

coeficiente de correlación  $r_s = -0.37$  evidencia una correlación negativa baja, donde la presencia de depredadores puede influir en el número de población de los organismos de estudio.

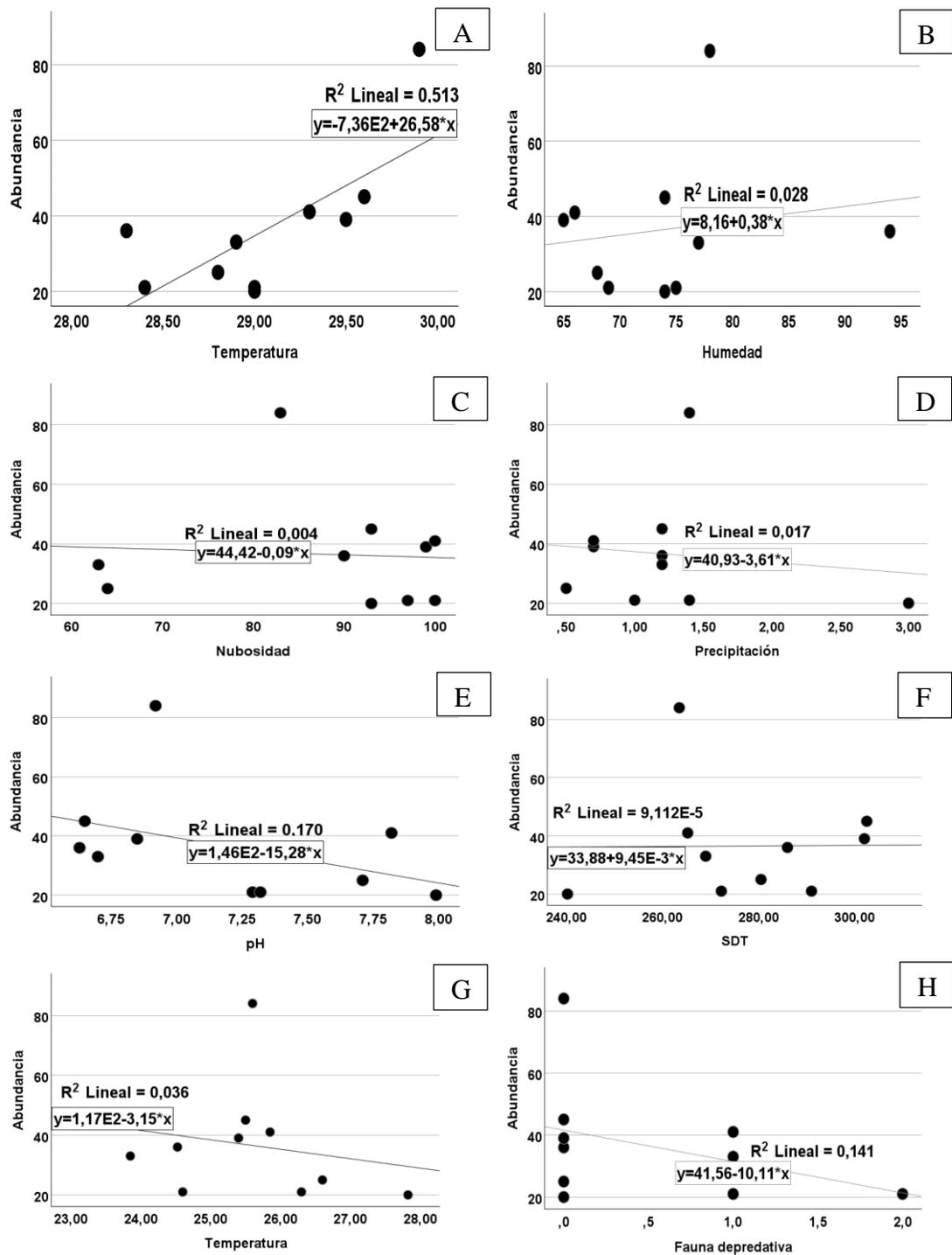


**Figura 7.36:** Correlación entre abundancia de lepidópteros de E2 y temperatura ambiental (A), humedad (B), nubosidad (C), precipitación (D), pH (E), SDT (F), temperatura del agua (G) y fauna depredativa (H).

### 7.11.1.5.3 Estación 3

Los análisis de correlación de variables de la estación 3 (Anexo 12.18) con los parámetros físicos indicaron que la temperatura ambiental (A) contó un p valor de 0.02, es decir, un alto grado de significancia, con un coeficiente de correlación de 0.71 equivalente a una asociación alta entre variables, permitiendo determinar una gran influencia del 51.3% en la distribución de la población de E3 y observar mediante el diagrama de dispersión una tendencia positiva lineal, en comparación a los demás factores que mostraron un el p valor superior a 0.05, es decir, no existe una asociación entre variables lo cual puede verse reflejado en cada uno de los diagramas de dispersión, sin embargo, mediante el coeficiente de correlación es posible realizar la interpretación de valores donde coincidan con el nivel de significancia al presentar una relación muy baja: Humedad (B)  $r_s=0.06$  presentan una relación positiva muy baja; nubosidad (C)  $r_s=-0.08$  y precipitación (D)  $r_s=-0.18$  manifiestan una relación negativa muy baja; temperatura del agua (G)  $r_s=-0.28$  posee una relación baja con un porcentaje de influencia del 3.6 % en los organismos (Figura 7.37).

Los análisis entre los parámetros químicos no mostraron niveles de significancia, a pesar de no existir valores que respalden una asociación el coeficiente de correlación permite corroborar que ph (E)  $r_s=-0.47$  y SDT (F)  $r_s=0.17$ , reflejan una relación moderada (17%) y baja. El factor de depredación (H) al igual que en los otros análisis no mostró una relación significativa, no obstante, el coeficiente de correlación indicó  $r_s=-0.33$  correspondiente a una relación negativa baja entre variables, exponiendo que la cantidad de depredadores va a influir en la población.

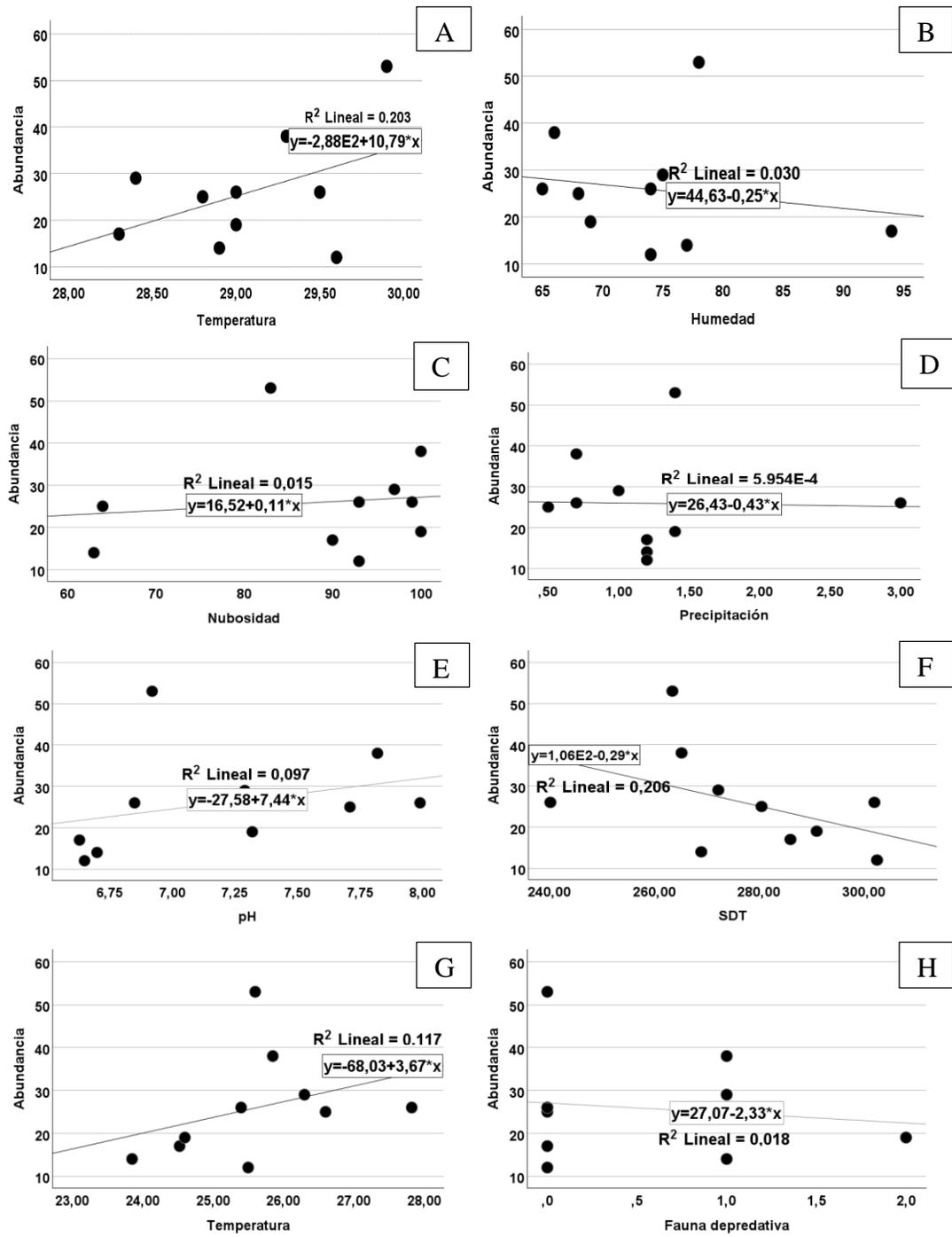


**Figura 7.37:** Correlación entre abundancia de lepidópteros de E3 y temperatura ambiental (A), humedad (B), nubosidad (C), precipitación (D), pH (E), SDT (F), temperatura del agua (G) y fauna depredativa. (H).

#### 7.11.1.5.4 Estación 4

Los análisis de correlación de variables de la estación 4 (Anexo 12.19) con los parámetros mostraron que no existe una relación significativa entre parámetros y la abundancia de organismos al presentar un p valor mayor a 0.05, a pesar de esto, mediante el coeficiente de correlación de cada factor se puede interpretar de la siguiente forma: temperatura ambiente (A)  $r=0.45$  (20.3%), nubosidad (C)  $r_s=0.29$  (1.5%) y temperatura del agua (G)  $r=0.34$  (11.7%) mostraron una relación positiva moderada y bajas, al igual que su porcentaje de influencia, mientras que humedad (B)  $r=-0.17$  (3%) y precipitación (D)  $r_s=-0.084$  mostraron una relación negativa baja, los cuales pueden verse reflejados en los diagramas de dispersión al no seguir un patrón uniforme (Figura 7.38).

En el análisis estadístico de parámetros químicos del agua, de igual forma no se obtuvo un p valor de acuerdo a lo establecido que permita una asociación, sin embargo, es posible interpretar el grado de coeficiente de correlación: pH (E)  $r=0.311$  muestra una relación positiva baja con una influencia del 9.7% en la población, mientras que SDT (F)  $r=-0.45$  obtuvo una correlación negativa moderada, con un grado de influencia del 20.5% como se observa en el diagrama de dispersión. Con respecto al factor biológico (H) no se observó una relación significativa, de igual forma se pudo corroborar mediante el coeficiente de correlación al reflejar  $r_s=0.02$  (1.8%), el cual puede interpretarse como una relación entre variables muy baja.



**Figura 7.38:** Correlación entre abundancia de lepidópteros de E4 y temperatura ambiental (A), humedad (B), nubosidad (C), precipitación (D), pH (E), SDT (F), temperatura del agua (G) y fauna depredativa. (H).

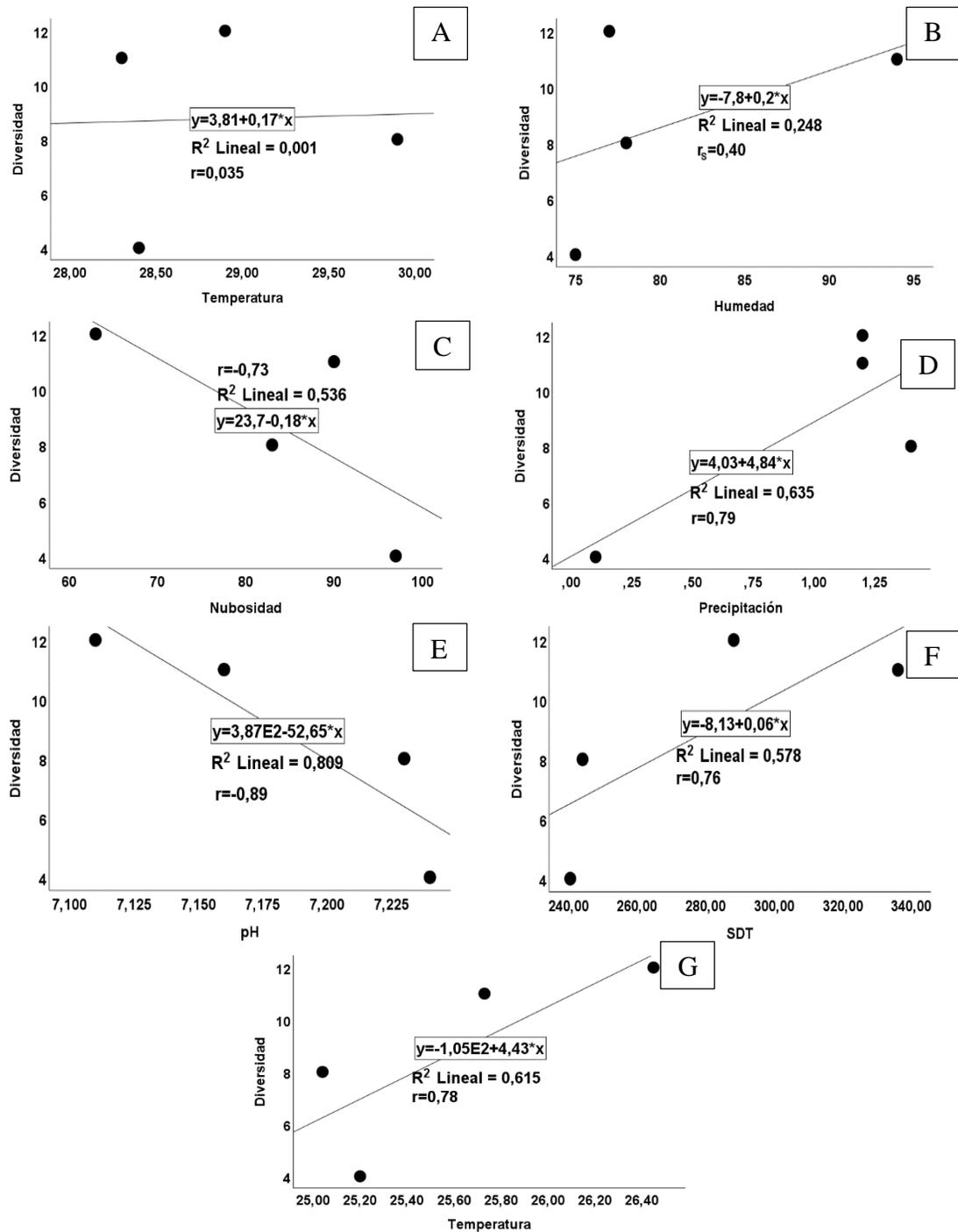
## **7.11.2 Orden Odonata**

### **7.11.2.1 Correlación de parámetros con la diversidad de odonatos obtenidos en las 4 estaciones de estudio.**

En base a los análisis de correlación efectuados entre la diversidad de odonatos (Tabla 7.3), contabilizados por estación y los parámetros seleccionados para este estudio es posible indicar que no se obtuvieron ( $p < 0.05$ ) de acuerdo a lo establecido por Pearson y Spearman que permitan establecer asociaciones significativas entre variables, sin embargo, al indagar en el coeficiente de correlación en base a su interpretación (Tabla 6.3), se obtuvieron posibles relaciones que permitieron conocer cómo influyeron dichos factores con los organismos (Anexo 12.20).

Entre los parámetros con una relación directamente proporcional con la diversidad de organismos por estación, que al incrementarse la variable en consecuencia posiblemente contribuya en la distribución o incremento de especies se encontraron: temperatura ambiental (A)  $r=0.35$  (0.1%), humedad (B)  $r_s=0.40$  (24.8%), precipitación (D)  $r=0.79$  (63.5%), SDT (F)  $r=0.76$  (57.8%) y temperatura del agua (G)  $r=0.78$  (61.5%) con interpretaciones que van desde correlaciones bajas a altas, siendo los tres últimos datos los más representativos al seguir un patrón en la línea de tendencia de los diagramas de dispersión (Figura 7.39). No obstante, también se registraron relaciones inversas, donde al aumentar valores en los parámetros la diversidad de individuos puede disminuir, o por el contrario aumentar cuando los factores presenten índices bajos, entre los que cumplieron con este tipo de asociación se distinguieron: nubosidad (C)  $r=-0.73$  (53.6%) y pH (E)  $r=-0.89$  (80.9%) con un alto coeficiente de correlación e

influencia, sin embargo, en lo que respecta a fauna depredativa durante los monitoreos efectuados no se observaron casos de depredación para el orden.

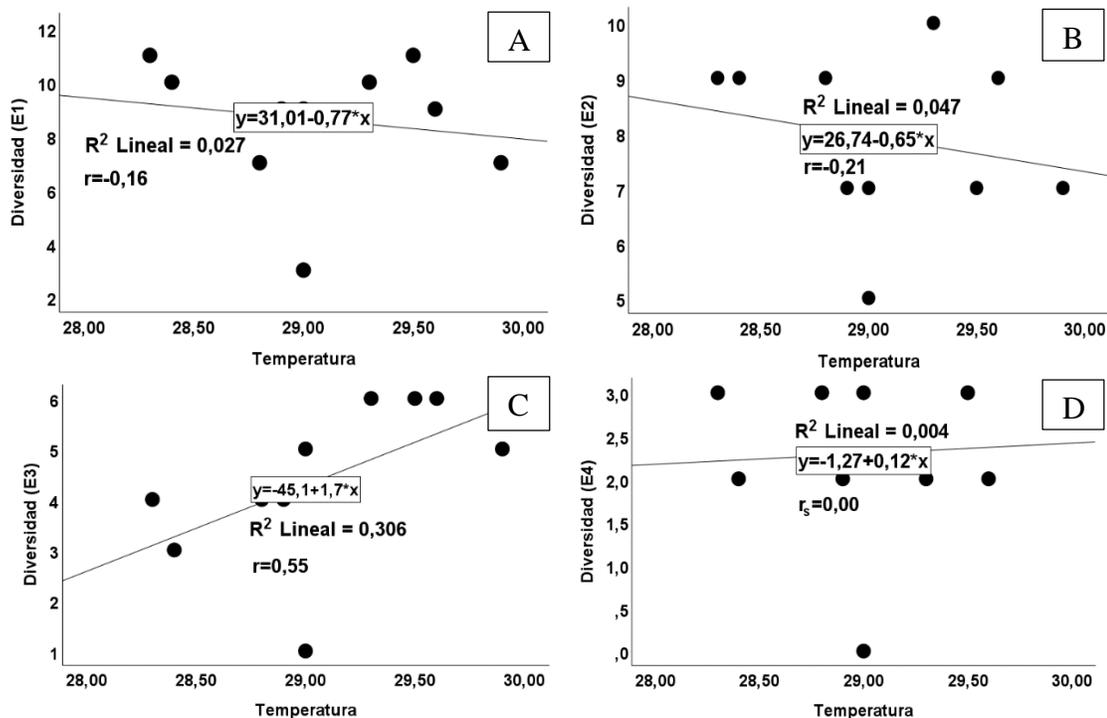


**Figura 7.39:** Correlación entre diversidad de odonatos de las estaciones (E1, E2, E3 y E4) entre temperatura ambiental (A), humedad (B), nubosidad (C), precipitación (D), pH (E), SDT (F) y temperatura del agua (G).

## 7.11.2.2 Correlación de parámetros con la diversidad de odonatos obtenidos en las 4 estaciones por monitoreo

### 7.11.2.2.1 Temperatura ambiental

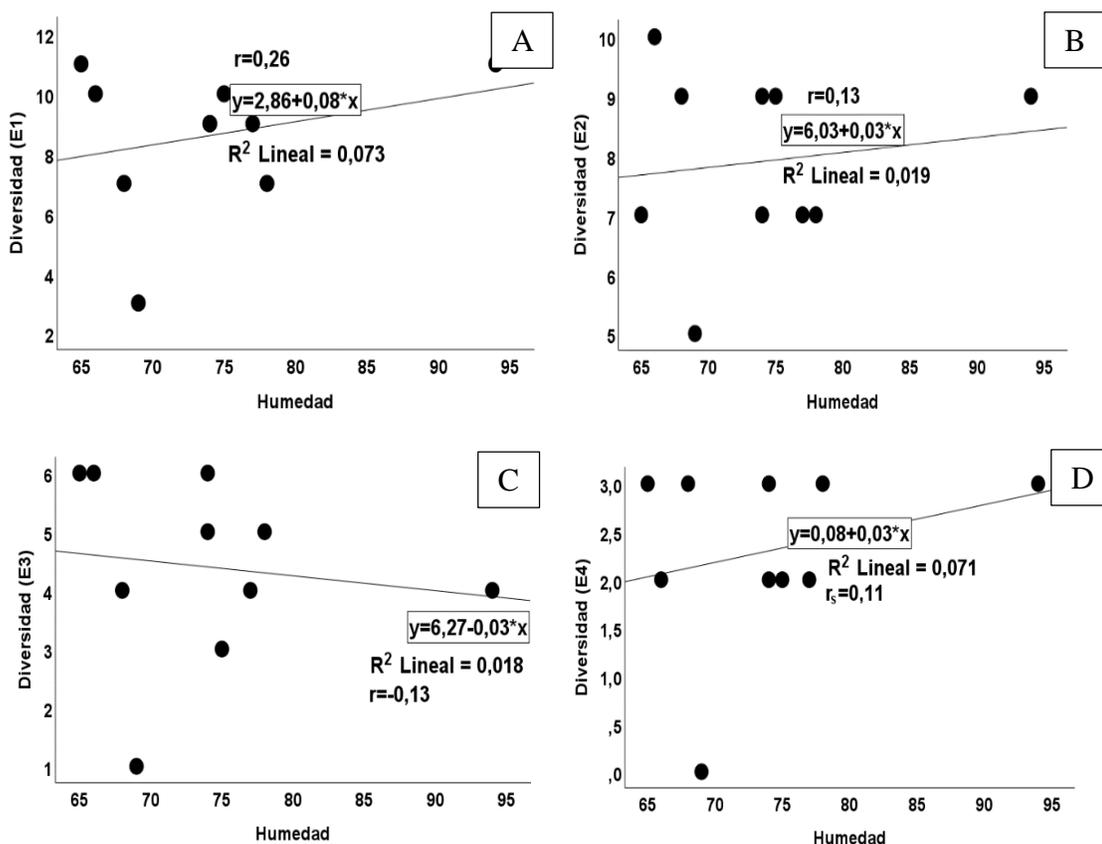
En base a la comparación de la temperatura ambiental contabilizada en cada monitoreo no se encontraron valores significativos  $p < 0.05$  que permitan establecer relaciones 100% confiables, no obstante, en base a los coeficientes de correlación (Anexo 12.21) la temperatura ambiental para la estación E3 (C)  $r = 0,55$  (30.6%) evidenció una asociación moderada en comparación a los demás sitios de colecta E2 (B)  $r = -0.21$ , E1 (A)  $r = -0.16$  y E4 (D)  $r = 0.00$ , donde las relaciones fueron bajas y nulas, con influencia de 2.7%, 4.7% y 0.4% respectivamente, los cuales al no asociarse no poseen un determinado patrón en las gráficas de dispersión a excepción de E3 (C) (Figura 7.40).



**Figura 7.40:** Correlación entre temperatura ambiental y diversidad de odonatos de las estaciones E1(A), E2 (B), E3 (C) y E4 (D).

### 7.11.2.2.2 Humedad

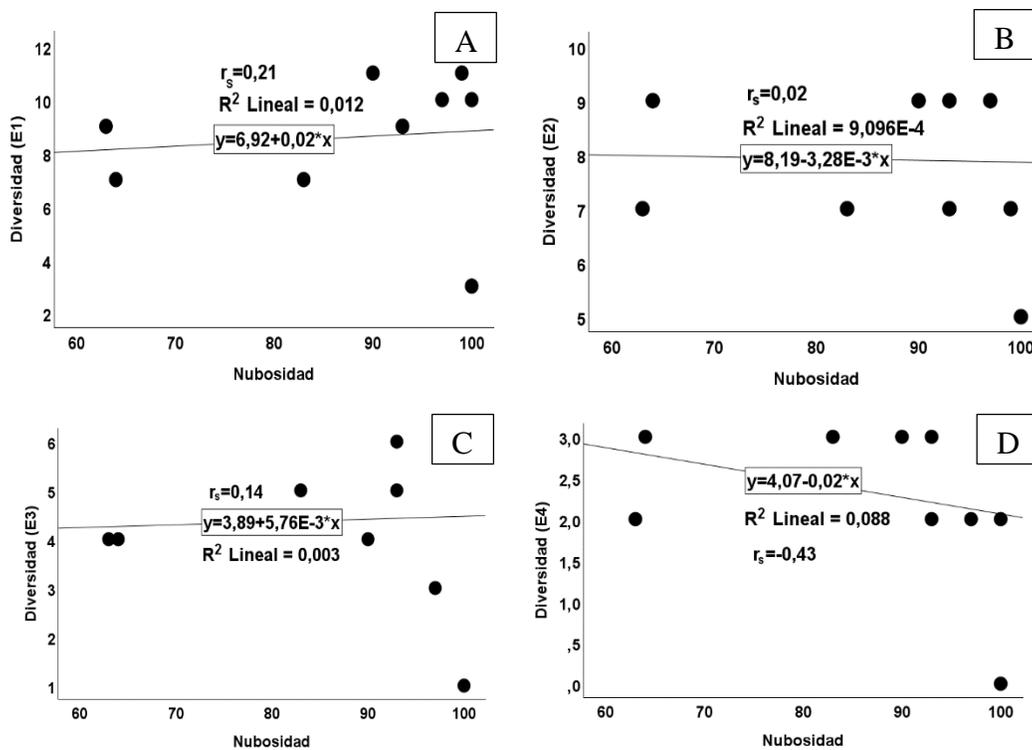
En los análisis de Pearson y Spearman (Anexo 12.21) en todas las estaciones se observaron bajas y muy bajas posibles asociaciones e influencia del factor de humedad para las estaciones E1 (A)  $r=0.26$  (7.3%), E2 (B)  $r=0.13$  (1.9%), E3 (C)  $r=-0.13$  (1.8%) y E4 (D)  $r_s=0.11$  (7.1%) que no permiten la obtención de una relación significativa, lo cual puede evidenciarse en las gráficas de dispersión al no tener una distribución uniforme en base a la línea de tendencia (Figura 7.41).



**Figura 7.41:** Correlación entre humedad y diversidad de odonatos de las estaciones E1 (A), E2 (B), E3 (C) y E4 (D).

### 7.11.2.2.3 Nubosidad

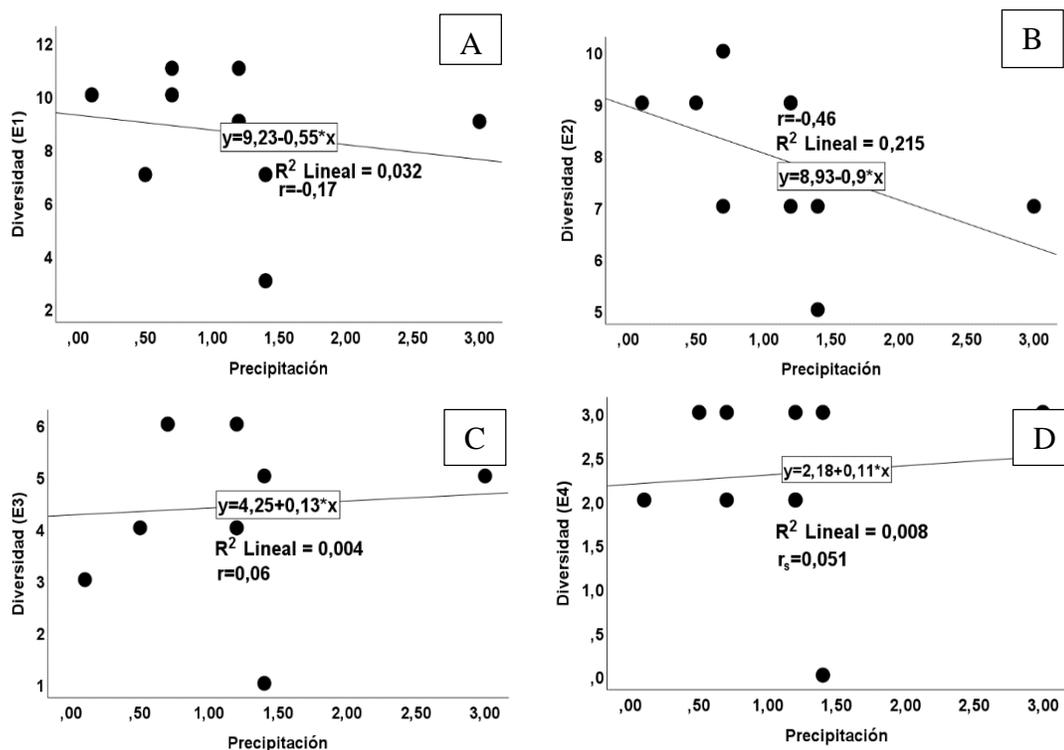
En base a los análisis del factor no se presentaron correlaciones significativas (Anexo 12.21), no obstante, el coeficiente de relación mediante la interpretación de datos fue posible realizar asociaciones bajas y muy bajas para E1 (A)  $r_s=0.21$  (1.2%), E2 (B)  $r_s=-0.02$  (0.09%) y E3 (C)  $r_s=0.14$  (0.3%), mientras que E4 (D)  $r_s=-0.43$  (8.8%) a pesar de presentar una asociación inversa moderada el grado de influencia es bajo, la falta de conexión entre variables puede evidenciarse en los diagramas de dispersión al no seguir un patrón uniforme (Figura 7.42).



**Figura 7.42:** Correlación entre nubosidad y diversidad de lepidópteros de las estaciones E1 (A), E2 (B), E3 (C) y E4 (D).

#### 7.11.2.2.4 Precipitación

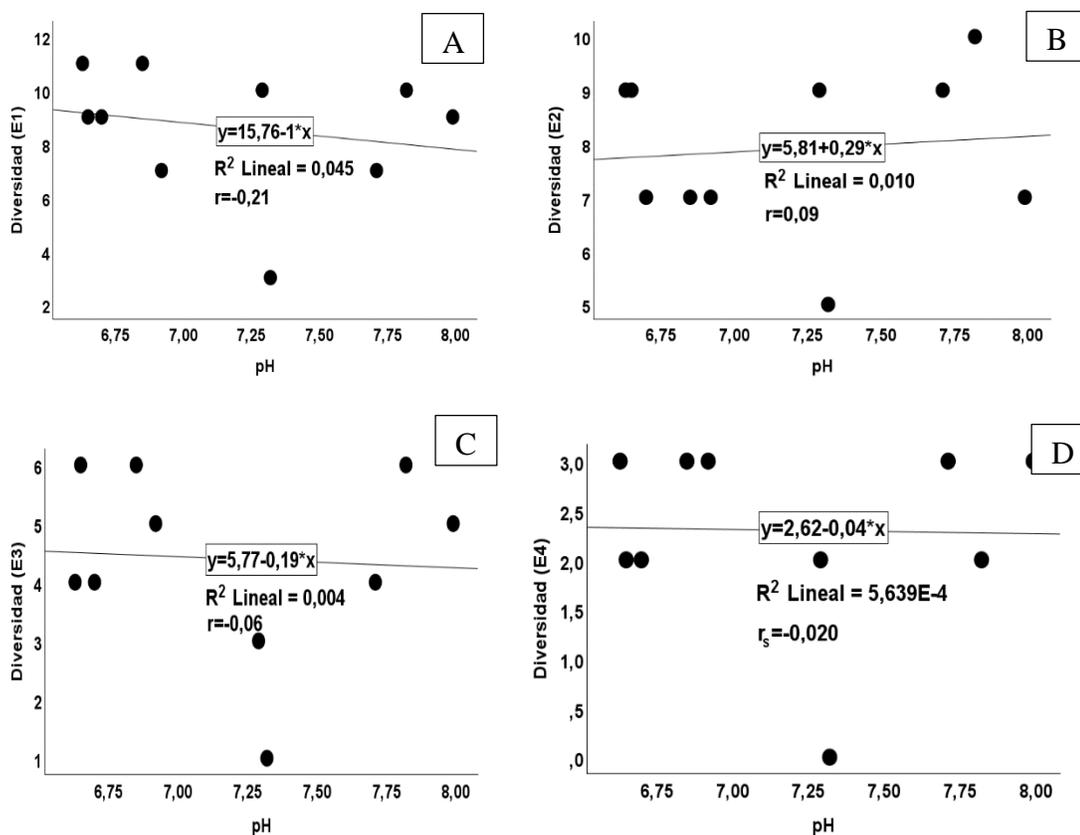
No se presentaron estadísticas significativas para el factor precipitación en relación a la diversidad de odonatos (Anexo 12.21) que permitan establecer asociaciones 100% confiables, pese a esto, el coeficiente de correlación denota para E1 (A)  $r=-0.17$  (3.2%) y E2 (B)  $r=-0.46$  (2.1%) una baja y moderada relación inversa con la diversidad de odonatos, sin embargo, E3 (C)  $r=0.06$  (0.4%) y E4 (D)  $r_s=0.05$  (0.8%), en comparación con las demás estaciones se obtuvieron muy bajas influencias positivas en la diversidad contabilizada por monitoreo, no obstante, las bajas relaciones al igual que en los demás parámetros no siguen una distribución uniforme en las gráficas de dispersión (Figura 7.43).



**Figura 7.43:** Correlación entre precipitación y diversidad de odonatos de las estaciones E1 (A), E2 (B), E3 (C) y E4 (D).

### 7.11.2.2.5 pH

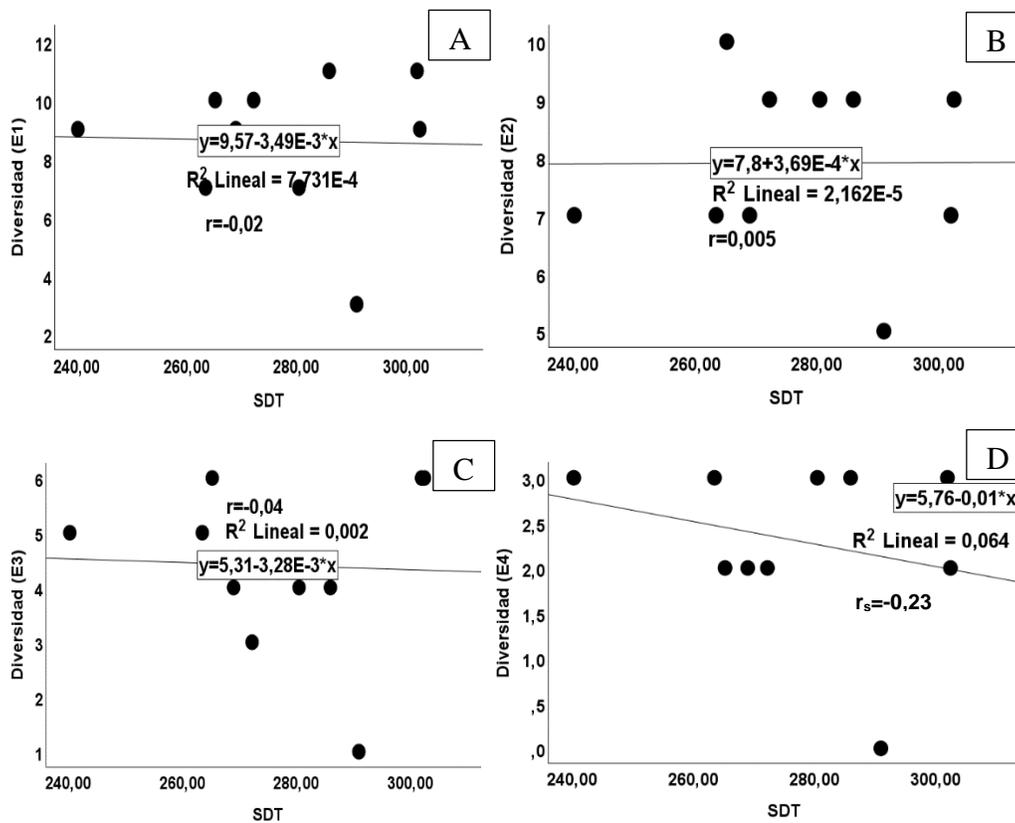
En lo que respecta a los análisis entre diversidad y pH se puede indicar que no existe una correlación significativa entre variables para todas las estaciones (Anexo 12.21), a pesar de esto en E1 (A)  $r=-0.21$  (4.5%), E2 (B)  $r=0.09$  (1%), E3 (C)  $r=-0.06$  (0.4%) y E4 (D)  $r_s=-0.02$  (0.05%) se obtuvieron posibles asociaciones bajas inversas y directamente proporcionales, con una débil influencia sobre la diversidad de organismos registrados por monitoreo al no poseer valores  $p<0.05$ , lo cual se puede observar en la figura 7.44.



**Figura 7.44:** Correlación entre pH y diversidad de odonatos de las estaciones E1 (A), E2 (B), E3 (C) y E4 (D).

### 7.11.2.2.6 SDT

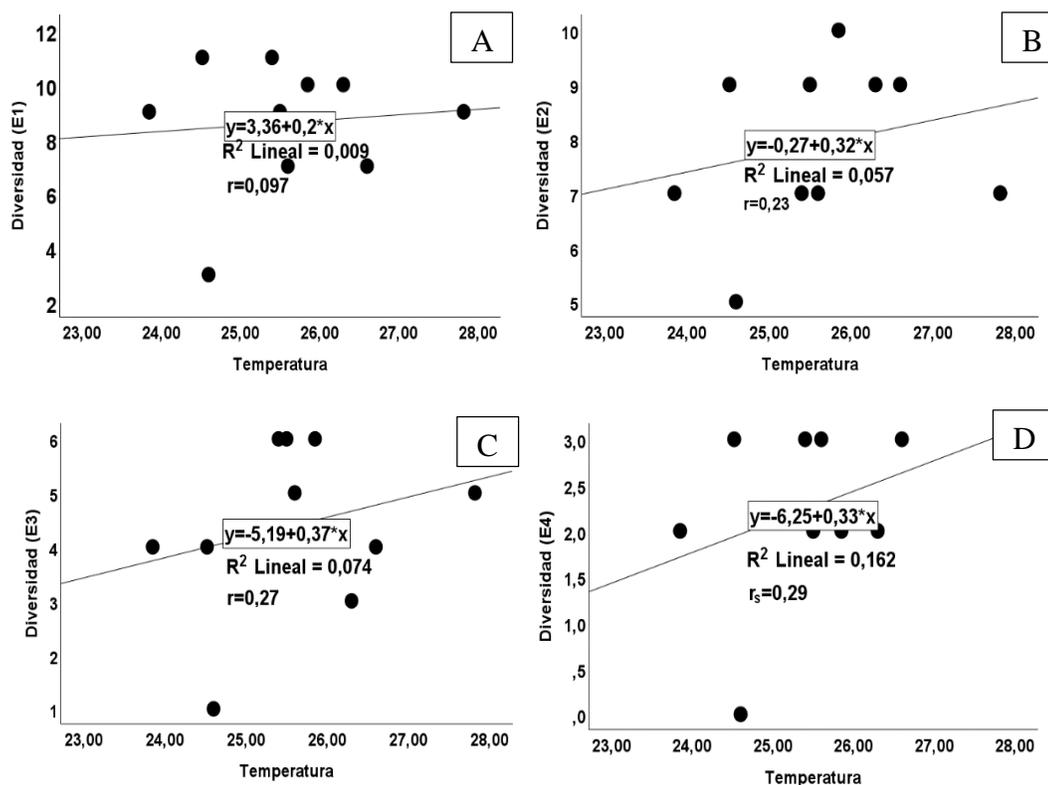
De acuerdo a los análisis correspondientes a este factor en ningún caso se presentó una relación significativa que permitiera establecer una asociación entre variables y confiabilidad de datos (Anexo 12.21), las estaciones E1 (A)  $r=-0.02$  (0.07%), E2 (B)  $r=0.005$  (0.002%) y E3 (C)  $r=-0.04$  (0.2%) mostraron relaciones muy bajas, con asociaciones positivas y negativas de poca influencia para la variedad de odonatos que fueron contabilizados, mientras que E4 (D)  $r_s=-0.23$  a pesar de también contar con una baja conexión, la influencia aumentó a 6.4%, sin embargo, en los diagramas de dispersión es posible observar una falta de uniformidad en la distribución de los valores (Figura 7.45).



**Figura 7.45:** Correlación entre SDT y diversidad de odonatos de las estaciones E1 (A), E2 (B), E3 (C) y E4 (D).

### 7.11.2.2.7 Temperatura del agua

En base a los resultados de los análisis de Pearson y Spearman la temperatura del agua para todas las estaciones mantuvo una correlación directamente proporcional, marcando una tendencia positiva en relación a la diversidad, donde a medida que la temperatura del agua aumenta la variedad de odonatos a pesar de no haber obtenido  $p < 0.05$  (Anexo 12.21), sin embargo, en base a los coeficientes de correlación fue posible indicar que todas las estaciones E1 (A)  $r = 0,09$  (0.9%), E2 (B)  $r = 0,23$  (5.7%), E3 (C)  $r = 0,27$  (7.4%) y E4 (D)  $r = 0,29$  (16.2%) mantuvieron una baja relación entre individuos y parámetro, lo cual puede verse reflejado en los diagramas de dispersión mediante la falta de uniformidad de los datos (Figura 7.46).



**Figura 7.46:** Correlación entre temperatura del agua y diversidad de odonatos de las estaciones E1 (A), E2 (B), E3 (C) y E4 (D).

### 7.11.2.3 Asociación de parámetros y diversidad de odonatos por monitoreo

#### 7.11.2.3.1 Temperatura

De acuerdo a los registros de datos por monitoreo es posible indicar que la temperatura ambiental tuvo un poco de influencia sobre la distribución de los organismos, lo que demuestra que, una temperatura oscilante entre 28.3 a 29.9 °C puede permitir una mayor distribución de individuos, como se puede observar en M5 y M8 (Figura 7.47).

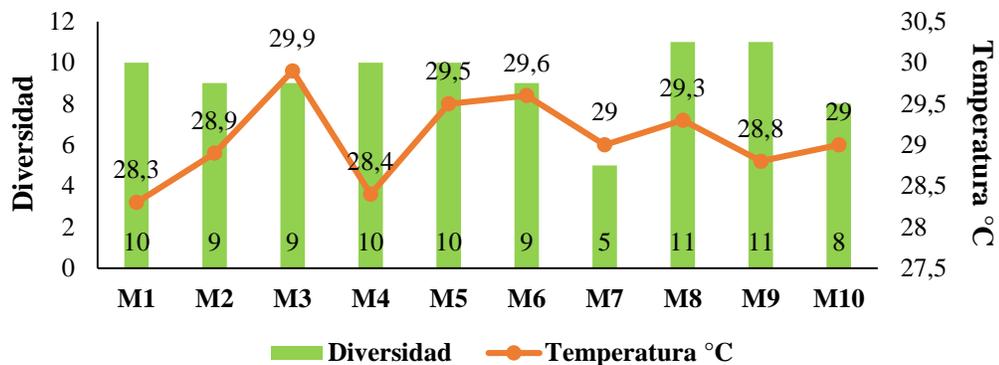
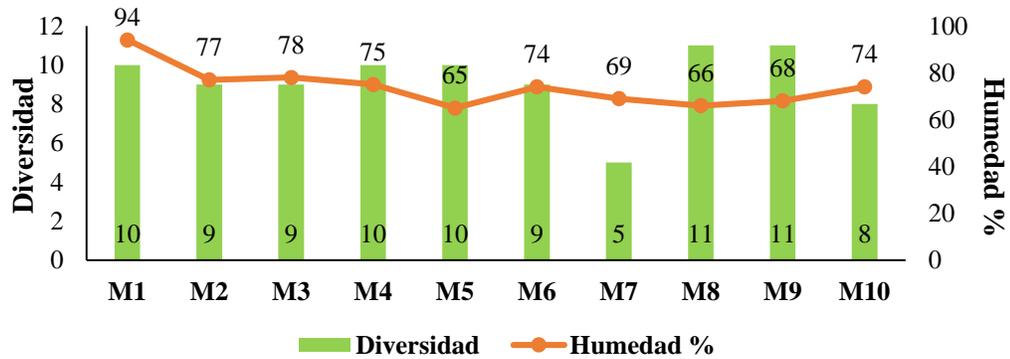


Figura 7.47: Asociación entre diversidad de odonatos y temperatura ambiental por monitoreo.

#### 7.11.2.3.2 Humedad

El factor humedad en relación a la diversidad de odonatos contabilizados por estación y monitoreo mediante las correlaciones obtuvieron bajas asociaciones directamente proporcionales que indican que a medida que la variable humedad incrementa la variación de organismos en consecuencia también aumentará o de lo contrario ambas disminuirán, no obstante, al no poseer un grado de significancia  $p < 0.05$  los datos no son 100% confiables, de tal forma que en la representación gráfica los porcentajes de humedad correspondientes a M8 y M9 con 66% y 68% respectivamente, demostraron

la mayor presencia de individuos y a medida que el factor aumentaba los odonatos se mantenían constantes o reducían (Figura 7.48).



**Figura 7.48:** Asociación entre diversidad de odonatos y humedad por monitoreo.

### 7.11.2.3.3 Nubosidad

Con respecto a este factor mediante la gráfica de barras es posible observar su distribución durante los monitoreos efectuados, donde la mayor diversidad (11 especies) fue registrada con una nubosidad del 100% y 64% correspondientes a las colectas M8 y M9, lo cual difiere de las correlaciones efectuadas que indicaron una asociación inversamente proporcional entre variables, no obstante, esto puede estar relacionado a la falta de significancia  $p < 0.05$ , puesto que en las colectas M2 y M7 se cumple con lo establecido por el coeficiente, donde al incrementarse una variable la otra disminuye (Figura 7.49).

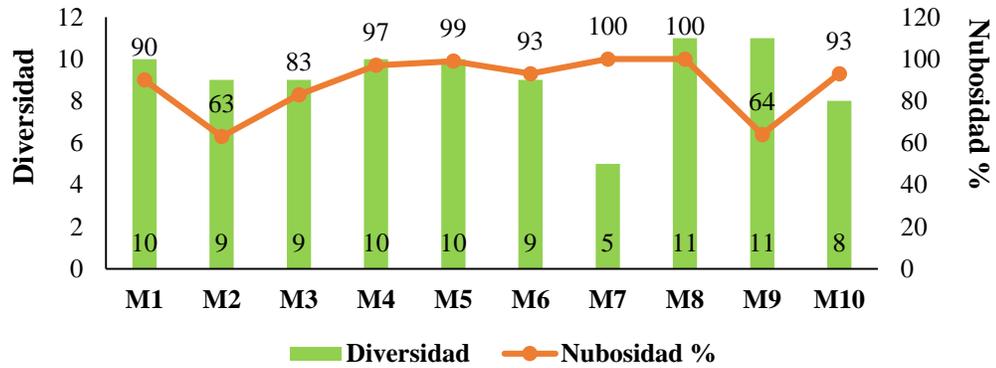


Figura 7.49: Asociación entre diversidad de odonatos y nubosidad por monitoreo.

#### 7.11.2.3.4 Precipitación

De acuerdo a la distribución de datos de las variables diversidad y precipitación en la figura 7.50 se puede apreciar que durante la mayor parte de los monitoreos el presente parámetro tuvo influencia positiva en la distribución de los organismos, puesto que durante M1, M2, M3 y M10 la cantidad de mm mantuvo una oscilación de 1.2 a 3mm permitiendo mantener una variación de organismos constantes, también se observaron casos inversos (M4, M5, M8 y M9), donde a menor cantidad de mm se registraron más organismos.

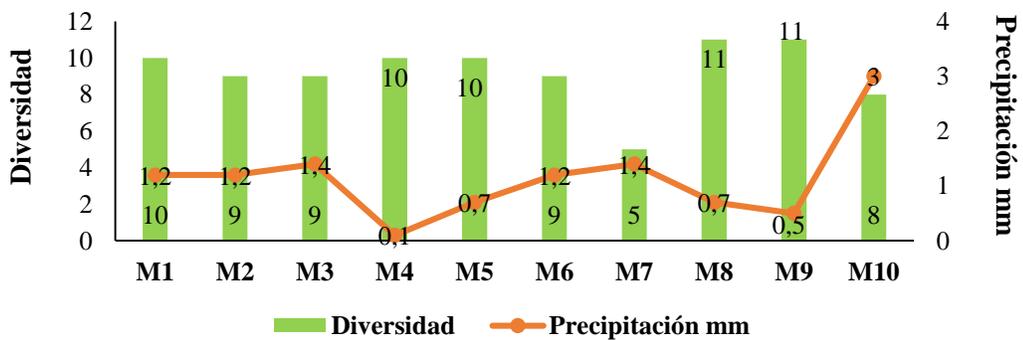


Figura 7.50: Asociación entre diversidad de odonatos y precipitación por monitoreo.

### 7.11.2.3.5 pH

En cuanto a la relación del pH con la diversidad de organismos durante los monitoreos efectuados se pudo observar que los valores del parámetro químico oscilaron entre 6.63 a 7.99, donde se vieron asociaciones directas e inversamente proporcionales a la distribución de los organismos, lo cual puede estar asociado a las pruebas de correlación efectuadas por estación y monitoreo, las cuales no cuentan con un grado de significancia que permita obtener 100% de confiabilidad de los datos.

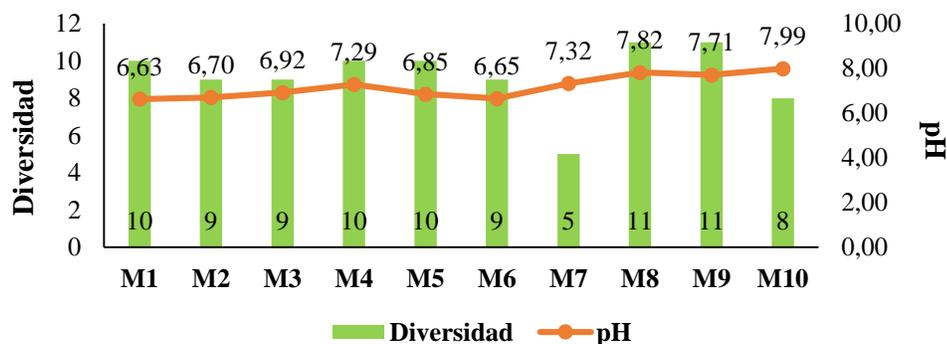
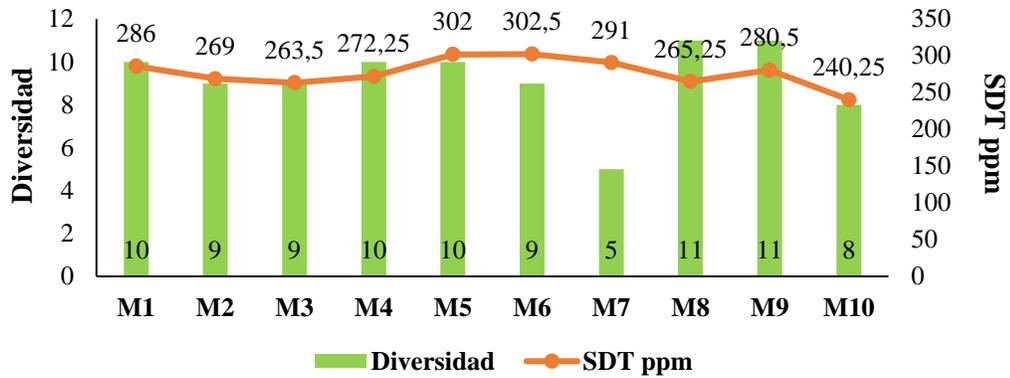


Figura 7.51: Asociación entre diversidad de odonatos y pH por monitoreo.

### 7.11.2.3.6 SDT

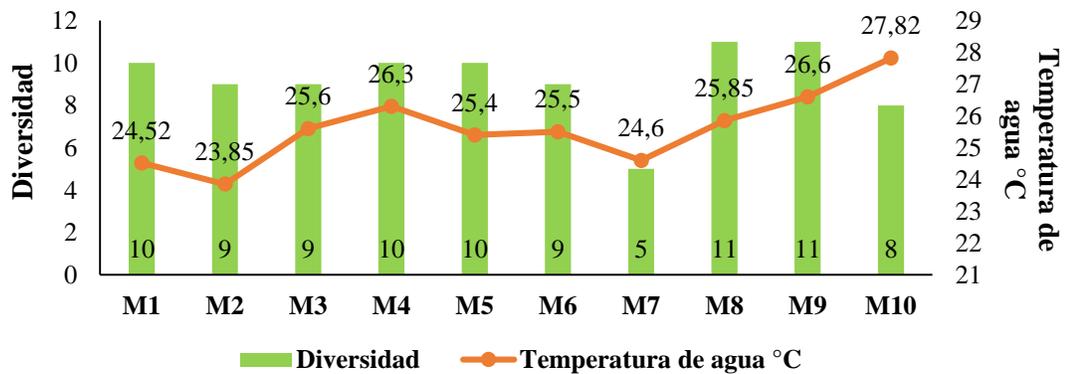
De acuerdo al registro de la diversidad de organismos y SDT en la figura 7.52 la presencia de odonatos obtuvo la mayor contabilización de especies al aumentar los valores del parámetro químico, siendo equivalente a una correlación positiva, sin embargo, también se pueden observar asociaciones inversas como el caso de M8, donde al disminuir el índice de SDT (165.25 ppm) la variación de organismos prevaleció, mientras que en M7 al tener 291 ppm la diversidad se redujo considerablemente, asociándose de esta forma a las pruebas de correlación.



**Figura 7.52:** Asociación entre diversidad de odonatos y SDT por monitoreo.

### 7.11.2.3.7 Temperatura del agua

La temperatura del agua durante todo el estudio osciló entre 24.52 °C hasta 27.82°C y en base a la representación gráfica de la diversidad de odonatos se puede observar que a medida que sube la temperatura la variedad de organismos aumenta, mientras que al disminuir la cantidad de odonatos en consecuencia también reduce, coincidiendo con los resultados de los coeficientes de correlación donde a pesar de no contar con  $p < 0.05$  las correlaciones permiten la interpretación de una asociación directamente proporcional para las variables (Figura 7.53).

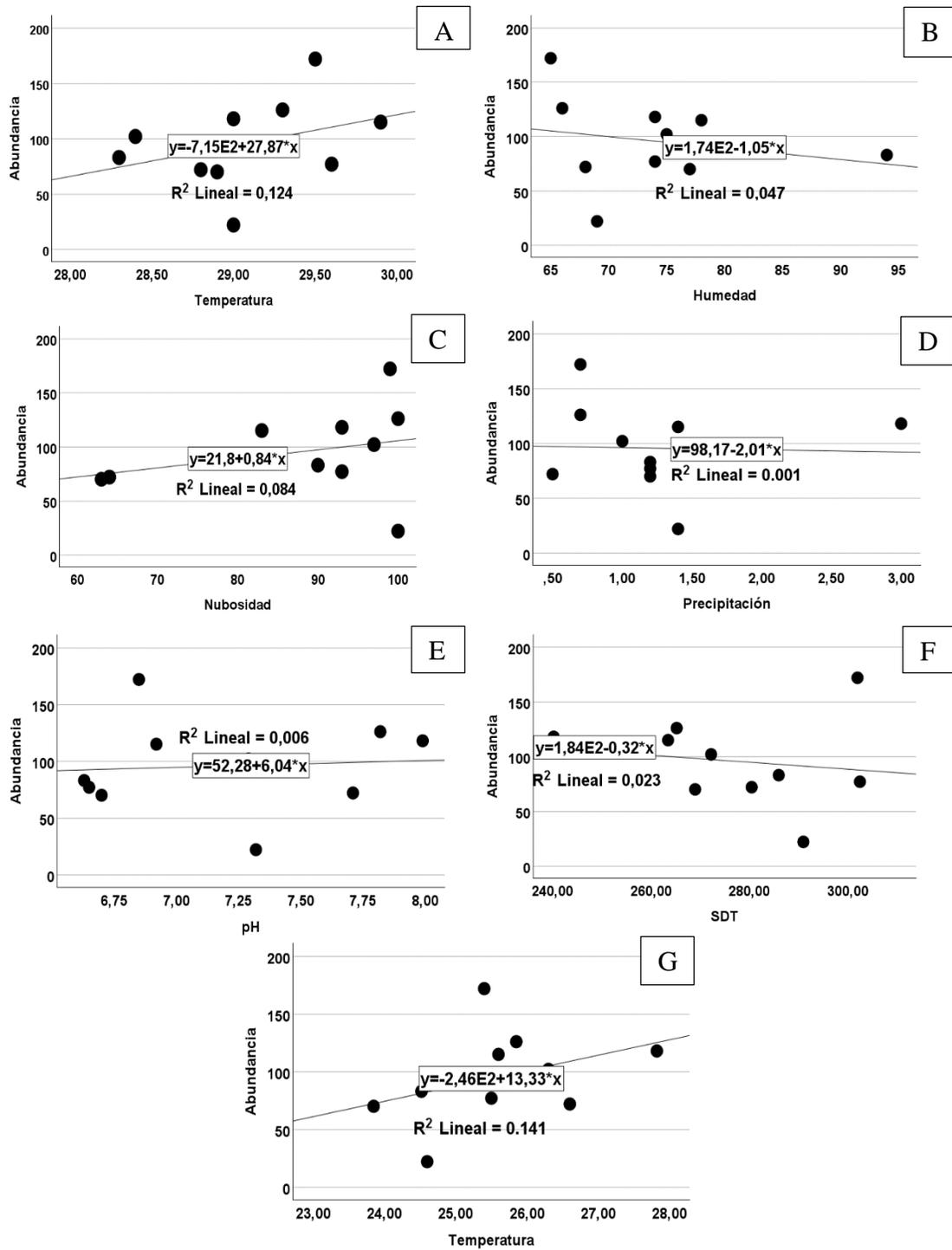


**Figura 7.53:** Asociación entre diversidad de odonatos y temperatura del agua por monitoreo.

#### **7.11.2.4 Correlación de parámetros con la abundancia del orden Odonata**

En la figura 7.54 se puede observar la representación del grado de asociación de variables entre la abundancia de odonatos y los factores de estudio, en todos los análisis estadísticos  $r$  y  $r_s$  el grado de significancia de  $p$  valor es mayor a 0.05 (Anexo 12.22) indicando que las correlaciones planteadas no son estadísticamente significativas, lo cual puede verse reflejado en las gráficas de dispersión al no seguir un patrón, sin embargo, se puede obtener información sobre una posible relación entre ellas mediante la interpretación del coeficiente de correlación donde: temperatura del agua (G)  $r=0.37$ , nubosidad (C)  $r_s=0.36$ , temperatura ambiental (A)  $r=0.35$  y pH (E)  $r=0.07$ , son los que mantienen una relación positiva que a pesar de presentar una baja correlación es posible indicar que al incrementarse el valor de un factor, la abundancia de los odonatos puede verse influida en un 14.1% (G), 8.4% (C), 12.4% (A) y 0.6% (E) respectivamente.

Los factores físicos tuvieron una mayor relación que los químicos en las correlaciones positivas, mientras que en las correlaciones negativas se presenta una relación inversa, a pesar de poseer índices de relación bajos se puede mencionar que al incrementarse un factor la población puede reducir, siendo el caso de: humedad (B)  $r=-0.21$ , SDT (F)  $r=-0.15$  y precipitación (D)  $r_s=-0.17$ , con influencia del 4.7%, 2.3% y 0.1% respectivamente (Figura 44). Durante el estudio también se llevó el registro de casos de depredación contra los órdenes de estudio en los transectos de las estaciones establecidas, para el orden Odonata no se observaron casos de interferencia de otros organismos, en comparación con el orden Lepidoptera.



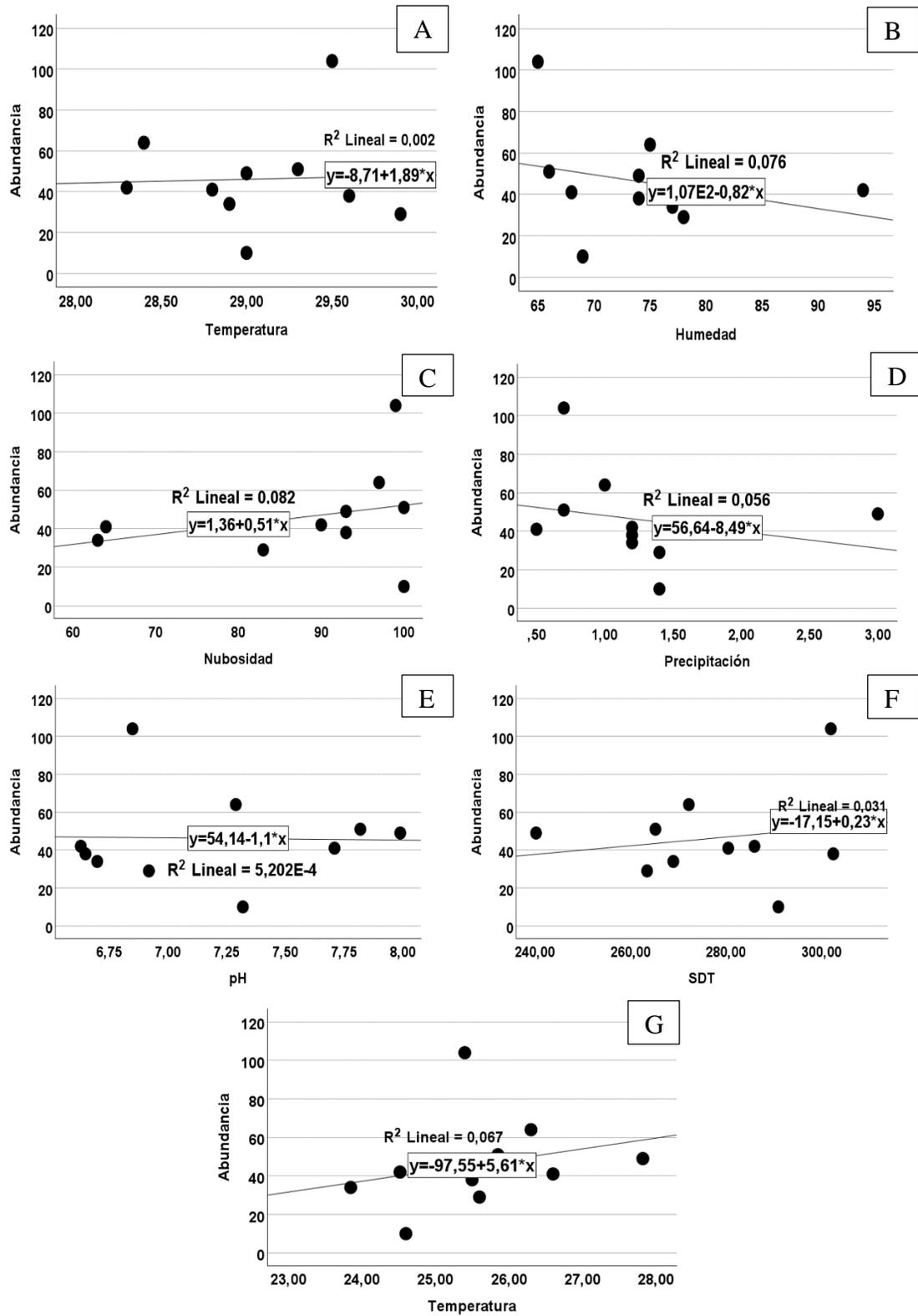
**Figura 7.54:** Correlación entre abundancia del orden Odonata y temperatura ambiental (A), humedad (B), nubosidad (C), precipitación (D), pH (E), SDT (F) y temperatura del agua (G).

### **7.11.2.5 Correlación de parámetros con abundancia de odonatos por estación**

#### **7.11.2.5.1 Estación 1**

Los análisis de correlación de variables de la estación 1 (Figura 7.55) con los parámetros indican que no poseen una relación significativa debido a que el p valor es superior a 0.05 (Anexo 12.23), es decir, no existe una asociación entre variables lo cual puede verse reflejado en cada uno de los diagramas de dispersión al no seguir un determinado patrón, pese a esto, mediante el coeficiente de correlación es posible realizar la interpretación de valores donde coincidan con el nivel de significancia.

Entre los factores físicos se puede indicar que: precipitación (D)  $r_s=-0.53$  muestra una correlación negativa moderada con un porcentaje de influencia del 5.6%, indicando que a medida que este factor aumente la presencia de individuos reducirá; nubosidad (C)  $r=0.36$  refleja una relación positiva baja con un porcentaje de influencia de 8.2% en los organismos; temperatura ambiental (A)  $r=0.03$  y del agua (G)  $r=0.25$  son equivalentes a una relación positiva baja con un poco de influencia del 0.2% y 6.7% describiendo que al aumentar el nivel de temperatura la población también lo hará, siendo estos factores de gran importancia; mientras que el factor humedad obtuvo una relación baja de  $r=-0.27$  con un nivel de influencia del 7.6%. Con respecto a las correlaciones de los factores químicos de igual forma, es posible evidenciar bajas relaciones: pH  $r=-0.02$  con una influencia del 0.05% y SDT  $r=0.17$  con 3.1% de relación con los individuos.



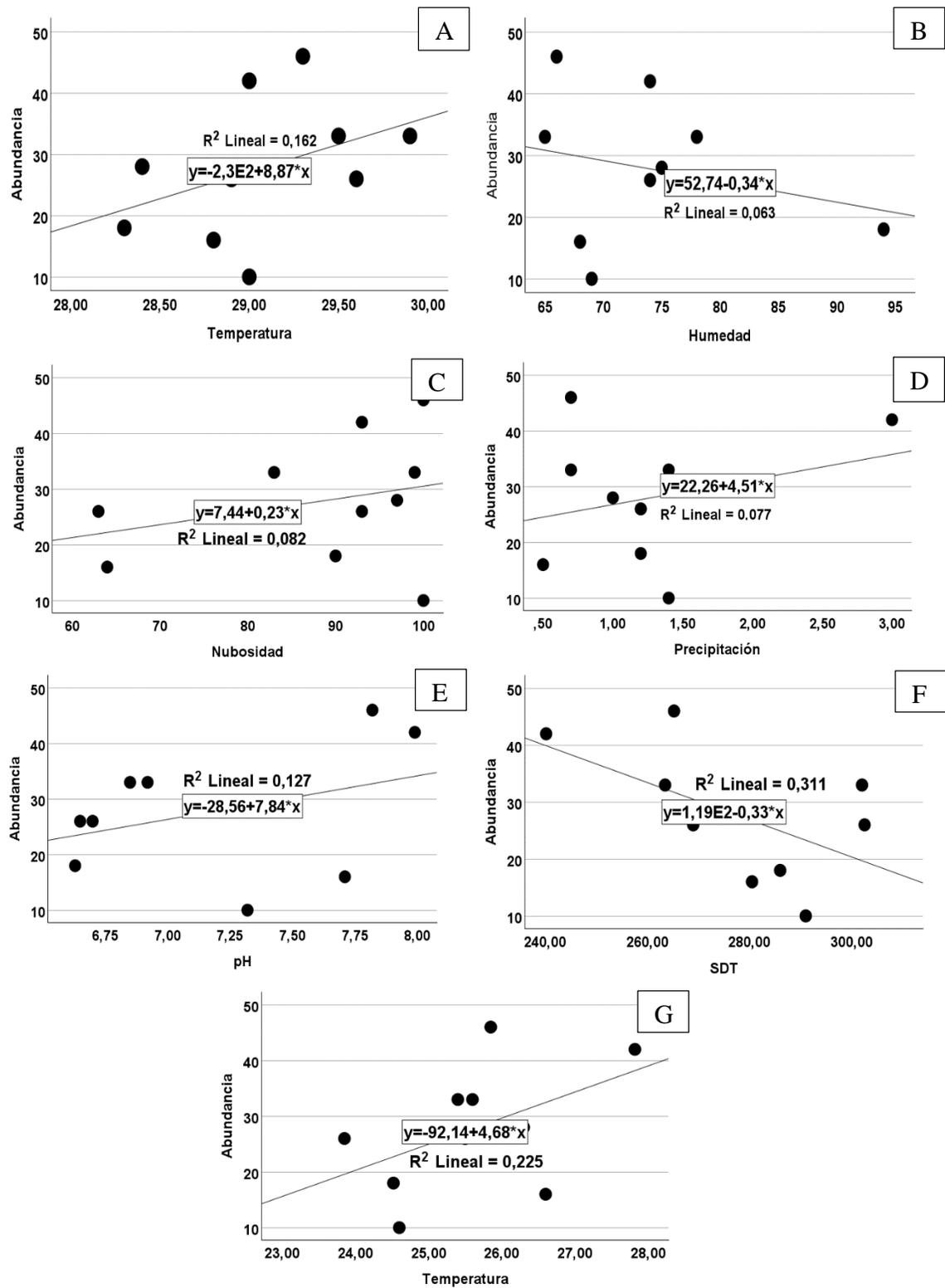
**Figura 7.55:** Correlación entre abundancia de odonatos de E1 y temperatura ambiental (A), humedad (B), nubosidad (C), precipitación (D), pH (E), SDT (F) y temperatura del agua (G).

#### 7.11.2.5.2 Estación 2

En base a los análisis realizados entre los factores y abundancia de organismos en la estación 2 (Figura 7.56), es posible indicar que no existe una relación significativa al mostrar valores mayores a lo establecido ( $p < 0.05$ ) (Anexo 12.24), motivo por el cual los diagramas de dispersión no reflejan un patrón uniforme, en algunos parámetros en base al coeficiente de correlación fue posible indicar que, aunque no se cumpla el grado de significancia entre variables se refleja cierto grado de relación.

Dentro de los factores físicos se puede indicar que: Temperatura de agua (G)  $r = 0.47$  mantiene una correlación moderada positiva con un porcentaje de posible influencia del 22.5%; la temperatura ambiental posee  $r = 0.40$  correspondiente al 16.2%; la nubosidad (C) posee una asociación baja de  $r_s = 0.26$  equivalente al 8.2%; la precipitación (D) cuenta con una correlación de  $r_s = 0.019$  con un grado de influencia del 7.7%; mientras que la humedad (B)  $r = -0.25$  indica una baja relación de 6.3%.

No obstante, mediante la interpretación de valores los parámetros químicos contaron con: pH (E)  $r_s = 0.35$  a pesar de obtener una relación baja, el grado de influencia que puede presentar con la población de organismos equivale a un 12.7%, en comparación con SDT (F)  $r = -0.55$  que presenta una relación moderada entre variables y a la vez puede influir en un 31.1%.

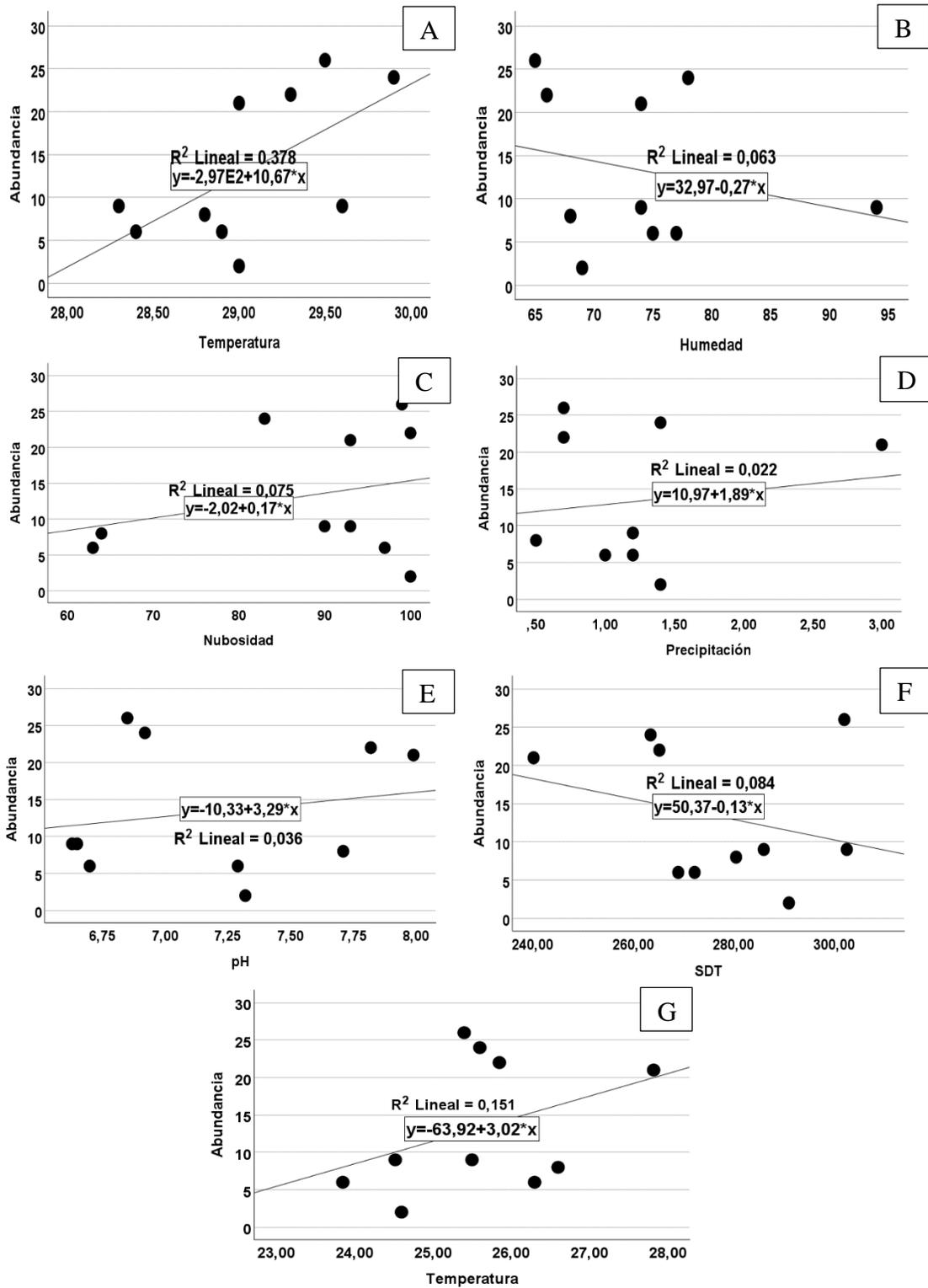


**Figura 7.56:** Correlación entre abundancia de odonatos de E2 y temperatura ambiental (A), humedad (B), nubosidad (C), precipitación (D), pH (E), SDT (F) y temperatura del agua (G).

### 7.11.2.5.3 Estación 3

Los análisis de correlación de variables correspondientes a la estación 3 (Figura 7.57) con los parámetros mostraron que no existe una relación significativa entre parámetros y la abundancia de organismos al presentar un p valor mayor a 0.05 (Anexo 12.25), no obstante, en base a los factores físicos se puede indicar que: la temperatura ambiental(A) y del agua(G) muestran  $r=0.61$  y  $r=3.8$  equivalentes a una posible relación positiva moderada y baja respectivamente, capaces de influir en un 37.8% y 15.1% de la población; nubosidad (C)  $r_s=0.107$  (7.5%) al igual que humedad (B)  $r=-0.25$  (6.3%) y precipitación (D)  $r_s=-0.09$  (2.2%) muestran una baja relación que se ve reflejado en las gráficas.

Dentro de los parámetros químicos es posible indicar que: pH (E)  $r=0.19$  denota una baja relación con un porcentaje de influencia del 3.6% de acuerdo al coeficiente de correlación, de la misma forma en cómo se presenta SDT (F)  $r=-0.28$  con una baja relación entre variables además de una posible influencia del 8.4% en la presencia de los organismos de estudio.



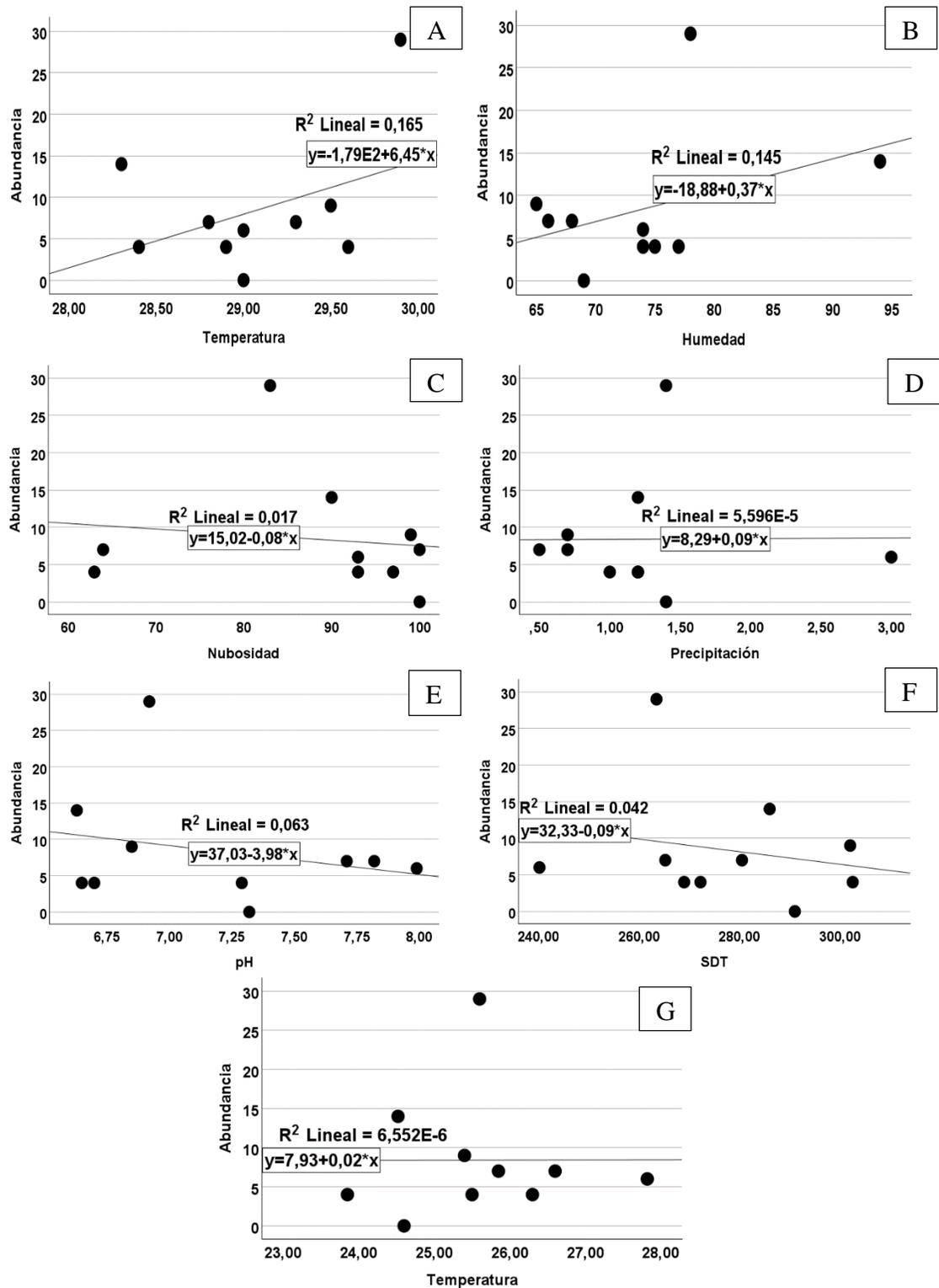
**Figura 7.57:** Correlación entre abundancia de odonatos de E3 y temperatura ambiental (A), humedad (B), nubosidad (C), precipitación (D), pH (E), SDT (F) y temperatura del agua (G).

#### 7.11.2.5.4 Estación 4

A través del análisis de correlación de variables de la estación 4 (Figura 7.58) se puede indicar que no poseen una relación significativa debido a que el p valor es superior a 0.05 (Anexo 12.26), es decir, no existe una asociación, lo cual puede verse reflejado en cada uno de los diagramas de dispersión al no seguir un patrón uniforme, pese a esto, mediante el coeficiente de correlación se observaron las posibles relaciones que pueden establecerse.

Entre los parámetros físicos la temperatura ambiental (A)  $r_s=0.16$  muestra una relación muy baja con respecto a la asociación entre variables con una influencia del 16.5%, al igual que la temperatura del agua (G)  $r_s=0.08$ , en cuanto a precipitación (D)  $r_s=-0.17$ , humedad (B)  $r=0.13$  y Nubosidad (C)  $r_s=0.25$  no reflejaron índices mayores que permitan establecer asociación.

De igual forma los factores químicos en concordancia a la abundancia mostraron una baja asociación: SDT (F)  $r_s=-0.23$  con una baja influencia de 4.2%, mientras que pH (E)  $r_s=-0.13$  obtuvo una influencia no mayor a 6.3% con la población de organismos de estudio.



**Figura 7.58:** Correlación entre abundancia de odonatos de E4 y temperatura ambiental (A), humedad (B), nubosidad (C), precipitación (D), pH (E), SDT (F) y temperatura del agua (G).

## **8 DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

El presente trabajo de investigación fue llevado a cabo durante septiembre, octubre y noviembre del 2023 en el Sendero Las Cascadas del Bosque Húmedo Tropical de la Comuna Dos Mangas, permitiendo el registro de una variedad de especies pertenecientes a los órdenes Lepidoptera y Odonata, organismos de gran valor ecosistémico.

### **8.1 Orden Lepidoptera en el sendero Las Cascadas**

Durante el desarrollo del presente estudio se obtuvo la contabilización de 1 825 ejemplares de lepidópteros, distribuidos en 65 especies, 56 géneros pertenecientes a 8 familias: Nymphalidae, HesperIIDae, Lyncaenidae, Pieridae, Riodinidae, Papilionidae, Erebidae y Castniidae, en comparación con los trabajos realizados por Mejillón y Suárez (2023) en el Bosque húmedo tropical Olón y Brito (2013) en el Bosque Protector Cerro Blanco Guayaquil, donde se contabilizaron 897 y 520 individuos pertenecientes a 63 y 77 especies respectivamente, sin llegar a obtener registro de miembros de las familias Erebidae y Castniidae.

Pese a esto, el mayor número de organismos contabilizados durante los meses de estudio pertenecieron a la familia Nymphalidae, con una representatividad del 61%, debido a que esta familia es una de las más abundantes y diversas en el mundo, lo que concuerda con lo indicado por Levy (2013) donde registra una abundancia del 71.91%. Chávez (2018), Mejillón y Suárez (2023) reportan una presencia del 50.5% y 50.28%

respectivamente, mientras que Molina-Moreira y Arias de López (2019) revelan un valor de individuos del 30%.

La contabilización de los ejemplares se pudo llevar a cabo mediante la utilización de dos técnicas, donde el uso de Red entomológica, metodología empleada para insectos de vuelo veloz, presentó el 93.53% de eficacia, con un total de 1 708 organismos registrados, en concordancia con el estudio de Araúz (2020) donde se obtuvo el 85.5% de eficiencia. En especial para especies nectívoras de las familias Hesperidae, Lycaenidae, Papilionidae, Pieridae, Riodinidae y algunas pertenecientes a Nymphalidae como indican Martínez et al. (2015) y Orta et al. (2022), donde el uso de esta técnica en el presente trabajo dominó en la estación E1 con el conteo de 588 individuos que corresponden al 93.48% de capturas de lepidópteros.

En lo que respecta al uso de trampas VSR es posible indicar que la eficiencia fue del 6.41% para el registro de 117 organismos, siendo el cebo de fruta (banano fermentado) el que obtuvo mayor acogida en comparación al uso de tejido de pescado en descomposición como se menciona en el trabajo de Araúz (2020), contrario a lo observado en Palacios y Constantino (2006). Mediante el uso de fruta se lograron contabilizar 88 individuos (75.21%) pertenecientes a 21 especies de las familias Nymphalidae y Erebididae, en concordancia con lo descrito por Díaz-Urbina et al. (2021) y Guerrero (2021), respectivamente, además de la familia Hesperidae, lo cual puede estar relacionado a que algunas especies pueden verse atraídas por la cantidad de fluidos azucarados y nitrógeno, constituyendo una fuente de alimento nutritivo para las mariposas en los bosques tropicales como indica Molleman et al. (2005). Mientras que

en las trampas cebadas con pescado se contabilizaron 7 individuos, equivalente al 6% de la familia Nymphalidae, el pescado en descomposición es rico en nitrógeno y potasio, motivo por el cual especies de diferentes grupos de lepidópteros con frecuencia pueden caer en las trampas contenedoras de este atrayente como menciona Melo (2011). A pesar de los resultados obtenidos se puede indicar que la red entomológica en conjunto con las trampas cebadas de fruta fermentada y tejido de pescado en descomposición se complementaron de forma exitosa para el registro local de especies en el sendero Las Cascadas.

En torno a la diversidad de Lepidópteros encontrados en las cuatro estaciones, se puede indicar que todas las zonas demostraron diversidad media ( $E_1=3.085$  bit;  $E_2=3.179$  bit;  $E_3=2.878$  bit;  $E_4=2.322$  bit) con alta riqueza, lo cual puede verse reflejado en equitatividad de las especies, en comparación al estudio de Mejillón & Suárez (2023), donde la diversidad registrada entre estaciones fue alta. Entre las especies de mayor representatividad se encuentran miembros de la familia Nymphalidae como *Heliconius erato cyrbia* contabilizada en todas las estaciones, en concordancia a lo descrito por Hay-Roe (2008), quien menciona que los miembros pertenecientes a este género se distribuyen en áreas abiertas o bosques secundarios, coincidiendo con el conteo de la especie *Pareuptychia ocirrhoe*, en las primeras estaciones de acuerdo a lo mencionado por Pérez-García et al. (2018). De igual forma dentro de esta familia los especímenes del género *Oleria* sp. al igual que Palacios-Mayoral et al. (2018) fueron contabilizadas en el área protegida, no obstante, en este estudio la especie *Oleria amalda modesta* estuvo restringida sólo en las últimas

estaciones (E3 y E4), debido a la similitud en características con los bosques montanos y húmedos tropicales como indica De Silva et al. (2010) y Hurtado (2012).

Mientras, que miembros de la familia HesperIIDae (*Itaballia marana*) y Pieridae (*Abaeis albula espinosae*) presentan una distribución cosmopolita (Paz et al., 2019; Llorente et al., 2006). Cabe mencionar que la distribución de una especie o grupo de lepidópteros estará asociada a la disposición del tipo de vegetación, además, de diferentes factores que puedan afectar de forma directa o indirecta su supervivencia (Segarra, 2019).

Con respecto a los análisis de correlación de Pearson y Spearman entre organismos y factores, el trabajo de Segarra (2019) menciona que entre los parámetros físicos la temperatura ambiental se encuentra estrechamente relacionada con la distribución de individuos al ser directamente proporcional, indicando que al aumentar la temperatura se produce un aumento de capturas a pesar del bajo grado de relación que pueda presentarse entre variables, lo cual concuerda con el presente estudio, donde pese a que no se obtuvo un grado de significancia entre la diversidad de lepidópteros y temperatura el coeficiente de correlación permitió establecer una posible relación positiva moderada para la estación E3 con un  $r=0.52$  con una temperatura promedio de 29.07 °C, al igual que en las correlaciones de abundancia destacando con un  $r=0.71$ , en comparación del trabajo de González et al. (2016), donde se mostró un coeficiente de  $r=0.64$ , menor al expuesto, con un rango de temperatura de 25 a 32 °C, siendo este factor uno de los más importantes de acuerdo a Ríos y Gutiérrez (2013), debido a que

la disminución de la temperatura sobre procesos ecofisiológicos es capaz de limitar la distribución de las especies y por ende el mantenimiento de la población.

Acosta y Blanco (2009), mencionan en su estudio que la humedad influye en la supervivencia de los organismos, especialmente durante el proceso de metamorfosis, donde necesitan una humedad oscilante entre el 50 y el 92%, de tal forma al presentarse rangos inferiores al 50% corren el riesgo de no poder desarrollar y desplegar completamente sus alas, afectando de este modo la supervivencia de la población, no obstante, en el presente trabajo la relación entre este factor y la diversidad de organismos por estación fue baja, de tal forma no es posible asumir en su totalidad una relación con este parámetro.

Los datos de las correlaciones entre nubosidad y diversidad de lepidópteros permitieron obtener una alta asociación inversa entre variables  $r=-0.90$ , mientras que las asociaciones por abundancia mantienen bajas relaciones inversas, a pesar de no contar con un grado de significancia estos resultados conciden con lo descrito por Matter et al. (2011) quienes indican que las altas temperaturas conllevan a la evaporación y en consecuencia a esto se da una mayor presencia de nubosidad, es decir, al aumentar el factor nubosidad la población de lepidópteros disminuye, influyendo negativamente en la termorregulación de los organismos y a su vez dificultando su dispersión como lo mencionan Gilbert & Singer (1975).

Stefanescu et al. (2003) en su estudio menciona que las precipitaciones tienen un efecto negativo sobre las temperaturas diarias, perjudicando en gran medida las primeras fases de vida de los organismos: larval y pupal, por la reducción de niveles de insolación, impidiendo la distribución de adultos y el crecimiento de larvas, no obstante, Levy (2013) también indica que la abundancia y diversidad de organismos pueden verse relacionados de forma positiva con este parámetro al permitir una mayor disponibilidad de recursos alimenticios (hojas y flores) para las fases de larva y adulto, lo cual coincide con los resultados de las correlaciones por diversidad, al presentar  $r=0.84$  lo cual establece una alta relación a pesar de no tener un valor  $p<0.05$ , siendo la estación E4 con  $r=0.38$ , la de mayor influencia en comparación a las demás estaciones, no obstante, las asociaciones por abundancia mostraron bajas relaciones inversas, donde al incrementarse las precipitaciones la distribución de ejemplares tiende a disminuir.

En lo que respecta al parámetro químico pH en el estudio de Harrison (2001), se indica que el estado ácido-base es capaz de influir en la distribución de los insectos, sobre todo en los sistemas acuáticos donde se dan las interacciones plantas-organismos, puesto que puede variar en cada individuo de acuerdo su filogenia y ecología alimentaria. En los análisis de correlación efectuados entre pH y la diversidad no se observaron datos significativos  $p<0.05$ , no obstante, en los análisis estadísticos por estación y monitoreo se mostraron correlaciones significativas para E2 ( $0.039<0.05$ ) y E4 ( $0.038<0.05$ ), ambos con un coeficiente de 0.65 con asociación directamente proporcional, donde el aumento de pH permitirá la diversidad de organismos, lo que coincide con lo planteado por Li et al. (2017), quienes indican que los lepidópteros al poseer un tracto digestivo altamente alcalino, en especial en sus estadios larvarios

pueden abarcar hasta un rango de 9 y 11 (alcalino), lo cual puede ir aumentando en base a su alimentación, siendo un factor importante puesto que la reducción del factor es capaz de reducir el crecimiento de los individuos de acuerdo a Harrison (2001).

Con respecto a las correlaciones entre el parámetro químico SDT y la diversidad de organismos por estación, se obtuvieron posibles asociaciones directas e inversas al igual que las correlaciones por abundancia, es por ello que, al no contar con un grado de significancia que permita la confiabilidad de los datos no es posible asociar ambas variables, sin embargo, los datos correspondientes a SDT en todo el estudio presentaron poca variabilidad y buen estado del agua como lo indican Ganchozo-Cedeño y Nagaraju (2022). En base al factor temperatura del agua en relación a la diversidad de organismos general no se obtuvieron  $p < 0.05$ , no obstante, las correlaciones por monitoreo demostraron valores significativos para las estaciones E2 y E4, lo cual puede estar relacionado a las variaciones de temperatura ambiental e intensidad de luz en los ecosistemas acuáticos, puesto que son aguas pocos profundas que pueden calentarse o enfriarse y asimilarse a las condiciones del aire, así como lo mencionan Gómez et al. (2017), además, en este estudio el orden sólo agupa a especies terrestres, no obstante, algunas presentan estadios larvales asociados a ecosistemas acuáticos, dentro de los cuales se puede encontrar a la familia Erebidae como lo describe Romero (2022), sin embargo, dentro de este grupo los únicos que presentan estas características pertenecen al género *Paraclis sp.* del cual no se obtuvieron registros.

De acuerdo a Monasterio (2007), los lepidópteros cumplen una importante función al servir como fuente de energía a otros organismos al encontrarse en la base de la cadena

alimenticia, entre los cuales se encuentran las aves, mamíferos, reptiles, anfibios, peces y otros artrópodos (arácnidos), siendo estos últimos los que presentaron depredación en este orden, para aquellos que quedaron atrapados en las trampas VSR. No obstante, el número de depredación que se presentó fue reducido (5 individuos), debido a la preferencia de sus fases larvarias en concordancia a lo descrito por DeVries (1987) y Moreno et al. (2012). Sin embargo, mediante los análisis de correlación es posible indicar que se presenta una relación inversa, donde a mayor presencia de actividades depredativas la población tiende a reducir.

## **8.2 Orden Odonata en el sendero Las Cascadas**

Mediante el desarrollo del presente estudio se obtuvo la contabilización de 957 organismos, distribuidos en 12 especies pertenecientes a 9 géneros de 4 familias: Coenagrionidae, Libellulidae, Calopterygidae y Heteragrionidae, en comparación al estudio de Mejillón & Suárez (2023), donde se registraron 351 individuos del orden, 15 especies, con un total de 5 familias, de las cuales en el presente trabajo de investigación no se obtuvo contabilización de la familia Aeshnidae.

El grupo que obtuvo el mayor registro de individuos durante los meses de estudio fue el perteneciente al suborden Zygoptera: familia Coenagrionidae, con una representatividad del 47.3%, no obstante, en el trabajo realizado por Orejuela (2017) menciona que la familia destaca el 91.38% de observaciones, debido a que está conformada por más de 1 000 especies de acuerdo a lo indicado por Lozano (2006) y

Westfall & May (2006), además, que a este grupo se lo puede encontrar distribuido en aguas lénticas como lagos o lagunas.

La contabilización de odonatos fue realizada únicamente mediante el uso de Red entomológica (captura directa) metodología altamente eficaz para insectos de vuelo ágil y veloz, que presentó el 100% de eficiencia durante todo el estudio, con un total de 957 organismos registrados en concordancia a los trabajos de Altamiranda-Saavedra (2009) y Belloso (2017) donde se obtuvieron un total de 121 y 273 individuos respectivamente.

En base a la diversidad de Odonatos registrados en las cuatro estaciones, es posible indicar que en las tres primeras se obtuvo una diversidad media en comparación a la última estación la cual fue baja ( $E1=2.09$  bit;  $E2=2.05$  bit;  $E3=1.62$  bit;  $E4=1.17$  bit), no obstante, todas contaron con una riqueza baja, lo que puede estar relacionado al tipo de hábitat de acuerdo a lo mencionado por Botero (2006), debido a que los bosques húmedo tropical presentan gran variedad de vegetación y cuerpos de agua que dependiendo de las características que presentaron como charcas permanentes, temporales, pequeñas quebradas, fueron capaces de variar la riqueza de organismos asociados, como la familia Libellulidae, quien estuvo relacionada a zonas lénticas distribuidas en las primeras estaciones de baja cobertura vegetal, en comparación al resto de familias: Coenagrionidae, Calopterygidae y Heteragrionidae, que se contabilizaron tanto en aguas lénticas y lólicas de la comuna Dos Mangas.

Entre las especies que presentaron una alta dominancia se encuentran miembros de la familia Coenagrionidae con las especies *Argia translata* y *Argia inculta*, contabilizadas en sectores de corrientes bajas a medias como lo indican Westfall & May (1996). La especie *Hetaerina occisa* (Calopterygidae), pudo observarse durante los recorridos en áreas intervenidas no tan expuestas, con mayor frecuencia sobre la vegetación adyacentes a los bordes de las quebradas en concordancia a lo mencionado por Salazar et al. (2015), mientras que *Orthemis sulphurata* (Libellulidae) fue registrada en zonas lénticas como describen Botero (2006) y Araque (2020).

Con respecto a los parámetros registrados se puede indicar que la temperatura ambiental a pesar del grado de significancia, el coeficiente permitió establecer una influencia positiva en la distribución de los organismos por estación, al ser un factor limitante en su ciclo de vida como lo menciona Knoblauch et al. (2020), además, que estos individuos son más diversos en altitudes bajas, con temperaturas elevadas y permanencia de agua de acuerdo a lo indicado por Silva (2022), cabe mencionar que en las correlaciones por abundancia de organismos en las primeras estaciones que cuentan con espacios abiertos permitiendo una mayor entrada de luz también obtuvieron bajas asociaciones.

En base a las correlaciones ejecutadas entre humedad y la presencia de odonatos se puede indicar que no existe una relación significativa ( $p < 0,05$ ) que permita asociar las variables, sin embargo, Remsburg et al. (2008) y Tol et al. (2009) mencionan que este factor tiene una mayor importancia e influencia para las familias de Zigopteros:

Platystictidae, Protoneuridae, Gomphidae y Corduliidae que se encuentran restringidas en áreas boscosas, no obstante, no se obtuvieron registros de estos grupos durante los monitoreos.

En relación a la nubosidad y diversidad de organismos, Valencia (2006) alude en su estudio que este factor es inversamente proporcional, debido a que a mayor cobertura la densidad poblacional de los individuos disminuye por la falta de interferencia de luz que permite llevar a cabo las actividades de los odonatos, sin embargo, en este trabajo no se presentaron asociaciones significativas para las correlaciones efectuadas por estación, monitoreo y abundancia. De igual forma no se obtuvieron datos  $p < 0.05$  para precipitación, pese a esto Fattorini (2022), expresa que el factor posee una gran influencia en la distribución de los odonatos, debido a que son organismos dependientes de aguas continentales para su ciclo de vida, por ende, la disminución de las mismas trae consigo la reducción de la población, cabe mencionar que a pesar de no obtener  $p < 0.05$  el coeficiente entre el factor y la diversidad mantuvo una asociación de  $r = 0.79$  equivalente a una alta conexión, no obstante, se observaron variaciones en la distribución de organismos por monitoreo, lo cual indica que la presencia de odonatos puede verse influenciada por algún otro parámetro.

En base a los resultados obtenidos del pH es posible indicar que no existe una relación significativa ( $p < 0.05$ ), a pesar de esto, los coeficientes de relación permitieron determinar asociaciones negativas en algunas estaciones coincidiendo con el trabajo de Gonzabay y Reyes (2023), donde al aumentar el pH la población de odonatos tiende a disminuir, debido a que esta variable fisicoquímica tiene una influencia en la estructura

biótica de los sistemas acuáticos, capaz de afectar el desarrollo de las larvas y a su vez comprometer su desarrollo hasta la fase adulto como lo menciona Orejuela (2017), cabe mencionar que en este estudio también se obtuvieron asociaciones positivas bajas donde el pH aumenta de ácido a ligeramente neutro al igual que Cerrutti y Alvis (2015), además, es importante recalcar que el pH óptimo para la mayoría de macroinvertebrados de acuerdo a Aguilar-Baldosea et al. (2022) se encuentran en un rango óptimo de 5.0 a 9 como lo establecen Roldán y Ramírez (2008), lo cual coincide con los datos obtenidos en cada monitoreo en el sendero Las Cascadas al tener un rango oscilante de 6.63 a 7.99 que va desde ligeramente ácida a ligeramente alcalina.

En cuanto al SDT de acuerdo a los análisis estadísticos no presentaron una relación significativa ( $p < 0.05$ ), que permita una confiabilidad de datos, pese a esto, mediante el coeficiente de relación se pudieron establecer posibles asociaciones positivas altas y negativas bajas, lo cual difiere en comparación al estudio de Ávila et al. (2015), donde se explican que al presentarse una relación inversamente proporcional al disminuir los SDT la población de odonatos tiende a aumentar, de igual forma como lo indica Ishak et al. (2021) en su estudio. Cabe mencionar que el incremento de SDT puede originarse por el tiempo de residencia del agua o por la interacción agua-roca de acuerdo a lo planteado por Abbas et al. (2014). Sin embargo, es importante recalcar que todos los valores de SDT obtenidos en todas las estaciones de estudio se encontraron dentro de los rangos normales de acuerdo a la normativa ecuatoriana de calidad ambiental y descarga de efluentes, el cual menciona que el límite máximo que debe tener el agua para su debida desinfección es de 500 ppm como lo indica Ganchozo-Cedeño y Nagaraju (2022).

En lo que respecta a la temperatura del agua se observaron correlaciones positivas al igual que el estudio de Rache (2015), donde los intervalos de temperatura en concordancia con el presente trabajo oscilaron entre valores de 23 a 28 °C, esta variable puede no tener un efecto directo sobre la población debido al grado de significancia obtenido, sin embargo, puede ser un factor determinante para la disponibilidad de presas, reducción de depredadores y reproducción, donde ciertas especies pueden preferir aguas cálidas según lo indicado por Gómez (2008), por otro lado, Cerrutti y Alvis (2015), también mencionan en su trabajo que a mayor o menor temperatura la población de larvas de odonatos disminuirá por la mortalidad de los huevos de algunas especies, además de retrasar el tiempo de eclosión.

## 9 CONCLUSIONES

- Durante los monitoreos realizados en el periodo comprendido entre septiembre y noviembre del 2023 se lograron registrar 1 825 ejemplares del orden Lepidóptera distribuidos en 65 especies y 957 individuos del orden Odonata clasificados en 12 especies en el sendero Las Cascadas de Dos Mangas, la abundancia de organismos registrados se debe en gran parte a las características idóneas que presentan estos tipos de ecosistemas para los órdenes de estudio al contar con una gran cobertura vegetal y sistemas acuáticos que permiten óptimas condiciones para la distribución e incremento de la población.
- La implementación de dos técnicas de recolección permitió la contabilización de 2 782 ejemplares, para los lepidópteros el uso de Red entomológica contribuyó al conteo de 1 708 organismos, mientras que las Trampas Van Someren Rydon aportaron con el registro de 117 individuos, ambas metodologías fueron eficientes durante el estudio, puesto que aquellos ejemplares que no pudieron ser observados o contabilizados durante los recorridos se vieron atraídos hacia los cebos de fruta fermentada y tejido de pescado en descomposición, ya sea por la cantidad de líquidos azucarados o fuentes de nitrógeno, mientras que para los odonatos únicamente se utilizaron las Redes entomológicas, metodología altamente eficaz para insectos de vuelo ágil y veloz, permitiendo el registro de 957 individuos.

- En cuanto a la diversidad de Lepidópteros por estación mediante el índice de Shannon se obtuvieron niveles de diversidad media, siendo E2  $H'=3.17$  la estación que obtuvo la mayor variedad de organismos, lo cual puede relacionarse a la ubicación de la estación 2, donde al encontrarse más alejada de zonas con cierto grado de intervención y asentamientos tienen una mayor distribución, siendo *Heliconius erato cyrbia* la especie dominante en el estudio al ser registrada en todas las estaciones por ser un ejemplar con preferencia a residir en áreas abiertas, mientras que en el orden Odonata la mayor variedad a pesar de obtener de igual forma diversidad media fue en E1  $H'=2.09$ , debido a que la primera estación se caracteriza por su distribución de aguas lénticas y lóxicas, favoreciendo el asentamiento de varios organismos como *Argia translata* especie dominante de odonatos. En lo que respecta a la relación de las estaciones con los parámetros físicos, químicos y biológico, sólo el orden Lepidoptera obtuvo una correlación significativa con los parámetros pH y temperatura del agua en las estaciones E2 y E4, mientras que en las otras estaciones se establecieron posibles asociaciones al no contar con  $p<0.05$ , rechazando así la hipótesis alternativa donde se indica que existe una mayor diversidad de Lepidópteros y Odonatos en relación con los factores físicos, químicos y biológico.

## 10 RECOMENDACIONES

- Georreferenciar las especies identificadas para una mejor comprensión de la dinámica estructural de las comunidades de lepidópteros y odonatos presentes en el sendero Las Cascadas.
- Utilizar distintos tipos de cebo de fruta fermentada en las trampas de acuerdo a las preferencias alimenticias por especies encontradas, cabe mencionar, que no debe descartarse el uso de tejido animal en descomposición u otras fuentes de minerales, además de colocar las trampas a una mayor distancia para una mejor cobertura del área de estudio y a una altura mayor a 5 metros para especies de vuelo alto.
- Realizar más estudios en cuanto a composición de las familias del orden Lepidoptera y Odonata con la finalidad de obtener una mayor base de datos que permitan establecer la asociación entre variables.

## 11 BIBLIOGRAFÍA

- Abbas, S. R., Sabid, S. M., Ahmad, S. D., Boligon, A. A., & Athayde, M. L. (2014). Phenolic profile, antioxidant potential and DNA damage protecting activity of sugarcane (*Saccharum officinarum*). *Food chemistry*, *147*, 10-16.
- Acosta, M. A., & Blanco, M. A. (2009). Establecimiento y adaptación de dos especies de lepidópteros de trópico bajo y medio, a condiciones controladas en la sabana de Bogotá. 1-105.
- Aguilar-Baldosea, W., López-Ramírez, I. C., Chávez-Mosquera, L. Y., Murillo, L. R., & Halaby-Guerrero, J. C. (2022). Efecto de la minería en macro invertebrados acuáticos de la Ciénaga Plaza Seca, Atrato, Chocó. *Revista Politécnica*(35), 09-23. doi:<https://doi.org/10.33571/rpolitec.v18n35a1>
- Agurto, L. (2016). Biodiversidad de insectos a nivel de órdenes presentes en la vegetación de la granja Santa Inés durante el periodo seco. *Universidad Técnica de Machala*.
- Al Baraj, D. H., & Ögür, E. (2022). The Effect of Global Warming on Migration of Butterflies. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, *36*, 79-82.
- Altamiranda Saavedra, M. (2009). Diversidad de libélulas (Insecta - Odonata) para dos usos de suelo, en un bosque seco tropical. *Revista Facultad Nacional de Agronomía - Medellín*, *62*(2), 5071-5079.
- Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., . . . Villarreal, H. (2004). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Bogotá, Colombia.
- Amador, L. (2016). Similitud biogeográfica y ecológica de las comunidades de anuros en el occidente de Ecuador. *Universidad de Guayaquil*.
- Andrade, M. G., Henao, E. R., & Salazar, J. A. (2015). Las Mariposas (Lepidoptera: Hesperoidea - Rapilionoidea) de la Región Amazónica Colombiana. *Revista Colombiana Amazónica*(8), 92-122.

- Andrade, M. G., Henao, E. R., & Triviño, P. (2013). Técnicas y procesamiento para la recolección, preservación y montaje de mariposas en estudios de biodiversidad y conservación. (Lepidoptera: Hespereioidea - Papilionoidea). *Rev. Acad. Colomb. Cienc*, 37(144), 311-325.
- Antonelli, A., Ariza, M., Albert, J., Andermann, T., Azevedo, J., Bacon, C., . . . Edwards, S. V. (2018). Conceptual and empirical advances in Neotropical biodiversity research. *PeerJ*, 6.
- Araque, I. T. (2020). Composición de Odonatos (Insecta: Odonata) de La Vereda Buenavista, Coyaima-Tolima. *Tesis de grado, Universidad Distrital Francisco José De Caldas*.
- Araque, J. J., Castillo, M. A., & Gunera, J. (2016). Diversidad de lepidópteros ropaloceros en la finca Cepana, Samulali, Matagalpa, 2015. *Revista Nicaraguense de entomología*(98), 23.
- Araúz, G. (2020). Diversidad de mariposas diurnas (Lepidoptera: Rhopalocera, utilizando dos métodos de colecta: Trampas Van Someren-Rydon y la Red entomológica, en el trayecto principal hacia la Meseta de Chorcha, Quiriquí, Panamá. *Tesis de grado, Universidad autónoma de Chiriquí*.
- Ávila, H., García, S., & Rosas, J. L. (2015). Análisis de Componentes Principales, como herramienta para interrelaciones entre variables fisicoquímicas y biológicas en un ecosistema léntico de Guerrero, México. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 11.
- Baharudin, F., Kassim, J., Mohd, S. N., & Ab Wahab, M. (2021). Water Quality Index (WQI) classification of rivers agriculture and aquaculture catchments. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 646(1), 012023.
- Barreiro, J. A. (2021). Análisis morfológico de insectos del Ecuador, para la generación de nuevos elementos Gráficos. *Trabajo de grado, Universidad del Azuay*.
- Barro, A., & Nuñez, R. (Eds.). (2011). Lepidópteros de Cuba. *UPC Print, Vasa, Finlandia*, 230.

- Belloso, J. R. (2017). Diversidad y estructura de la comunidad de libélulas (Odonata: Insecta) del área natural protegida Colima, Municipio de Suchitoto, Cuscatlán, El Salvador. *Tesis de grado, Universidad de El Salvador*, 1-100.
- Bermúdez, C. (2005). Claves para los imagos de los géneros de Libellulidae (Odonata: Anisoptera) del Valle del Cauca, Colombia. *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle*, 6(1), 7-22.
- Boieiro, M., Antunes, S., Figueiredo, H., Soares, A., Lopes, A., Monteiro, E., . . . Serrano, A. (2023). Standardised inventories of lepidopterans and odonates from Serra da Estrela Natural Park (Portugal) - setting the scene for mountain biodiversity monitoring. *Biodiversity Data Journal*, 11.
- Botero, C. (2006). Diversidad y Preferencia de Hábitat de los Odonatos del Municipio de Acandí, Chocó. *Tesis de grado, Universidad De Los Andes*.
- Brito, G. (2013). Diversidad y distribución de lepidópteros diurnos ropalóceros en cinco categorías de vegetación y dos estratos de bosque (Sotobosque-Subdosel) en el Bosque protector Cerro Blanco, Guayaquil-Ecuador. *Universidad de Guayaquil*.
- Brito, G., & Buestán, J. (2014). Diversidad y distribución de las mariposas diurnas (Lepidoptera: Rhopalocera) en cinco categorías de vegetación y dos estratos de bosque (sotobosque– subdosel) en el Bosque Protector Cerro Blanco, Provincia del Guayas, Ecuador. *Rev. Cient. Cien. Nat. Ambien.*, 8(1), 9-16.
- Bui, A., Johnson, F., & Wasko, C. (2019). The relationship of atmospheric air temperature and dew point temperature to extreme rainfall. *Environmental Researrch Letter*, 9.
- Bustamante, L. M. (2013). Efectos del cambio climático en la distribución de libélulas (Insecta : Odonata) en el Ecuador. *Pontificia Universidad Católica Del Ecuador*.
- Bybee, S., Córdoba-Aguilar, A., Duryea, M. C., Futahashi, R., Hansson, B., Lorenzo-Carballa, M. O., . . . Wellenreuther, M. (2016). Odonata (dragonflies and

- damselflies) as a bridge between ecology and evolutionary genomics. *Front Zool*, 13(46), 292-301. doi:<https://doi.org/10.1186/s12983-016-0176-7>
- Cabrerizo, S., Spera, M., & de Roodt, A. (2014). Accidentes por lepidópteros: *Hylesia nigricans* (Berg, 1875) o “mariposa negra”. *Archivos argentinos de pediatría*, 112(2), 179-182.
- Caín, J. K. (2021). Inaturalist como recurso didáctico para el aprendizaje de biodiversidad del Ecuador con los estudiantes de quinto semestre de la carrera de pedagogía de las ciencias experimentales química y biología, periodo abril-agosto 2020. *Universidad Nacional de Chimborazo*.
- Callirgos, J. P. (2015). Diversidad y abundancia de lepidopteros diurnos (Satyridae y Morphidae) en 2 tipos de bosque en la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana, Loreto. *Tesis de Grado, Universidad Científica del Perú*.
- Cano, F., Carpintero, S., & Zafra, E. (2016). Odonatos de Córdoba. 84.
- Cárdenas, G., Mora, M., Murrieta, M., Quiñónez, B., & Véliz, B. (2016). Caracterización de lepidópteros diurnos presentes en tres áreas de la Hacienda Experimental Mútila. *Gestión Ambiental*(14), 5–14.
- Carter, D. (1993). *Manuales de identificación. Mariposas diurnas y nocturnas*. Barcelona: Ediciones Omega.
- Carvajal, V. (2020). Importancia de los Odonata. *Escuela Politécnica Nacional*, 6.
- Castro, G. A., & Noguera, Á. L. (2014). Depredación organizacional: las consecuencias del uso del poder en la organización. *Estudios Gerenciales*, 30(132), 233-242.
- Centro de Manejo de Vida Silvestre Awacachi. (2006). *Plan de Manejo: Corredor Biológico*.
- Cerrutti, S., & Alvis, A. F. (2015). Análisis comparativo de odonatos y características físico químicas en las quebradas Paujil y Allpahuayo, ubicadas en el área de influencia en la reserva nacional Allpahuayo Mishana. *Trabajo de grado, Universidad Científica del Perú*.

- Chacón, I., & Montero, J. (2007). Butterflies and moths of Costa Rica. *Instituto Nacional de Biodiversidad.*, 366.
- Changoluiza, C. (2012). Historia natural de una especie de mariposa (Lepidoptera: Ithomiinae), en la estación científica Yanayacu, Provincia de Napo, Ecuador en el año 2009. *Trabajo de grado. Universidad Central del Ecuador.*
- Chávez, G. A. (2018). Estructura de las comunidades de Lepidopteras en función de variables climáticas y hábitat natural y antrópico mediante análisis de interdependencia, Altos Mirandinos Venezuela, 2013. *Trabajo de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.*
- Chávez, P. A. (2017). Fisiología térmica de un depredador *Dasythemis* sp. (Odonata: Libellulidae) y su presa *Hypsiboas pellucens* (Anura: Hylidae) y sus posibles implicaciones frente al cambio climático. *Trabajo de grado, Pontificia Universidad Católica Del Ecuador.*
- Checa, M. F., & Willmott, K. (2014). Hadas del Ecuador: una mirada a su diversidad. In M. Garcia, D. Parra, & P. Mena (Eds.), *El país de la biodiversidad, Ecuador.* (pp. 250-255).
- Chen, C., Harvey, J. A., Biere, A., & Gols, R. (2019). Rain downpours affect survival and development of insect herbivores: the specter of climate change? *Ecology*, *100*(11), 10.
- Choque , A. A. (2020). Análisis de la correlación entre Resiliencia-Estrés en niños en situación de maltrato en el albergue transitorio municipal "Bicentenario Bolivia Solidaria" a través de una aplicación móvil. *Revista de Difusión cultural y científica de la Universidad La Salle en Bolivia*, *19*(19), 175-204.
- Ciccale Smit, M. (2022). *Jardines de mariposas educativos : guía básica para armar espacios biodiversos en CABA* (Primera ed.). Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina: Facultad de Agronomía.
- Cohen, A. (2002). Roland Trimen and the Merope harem. *Notes and Records: The Royal Society Journal of the History of Science*, *56*, 205–218.

- Cordero, A., & Cordoba, A. (2010). Selective forces propelling genitalic evolution in Odonata. *The evolution of primary sexual characters in animals*. Oxford University Press, Oxford, 332-352.
- Cordero-Rivera, A., & Galicia-Mendoza, D. (2017). Importancia de la Etología en la conservación de insectos. *Ecosistemas*, 26(3), 13-20.
- Cuéllar, J., Jaramillo, M. A., & Castro, M. (2018). Los Odonatos del bosque seco tropical de Colombia. Una revisión. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 14(1), 44-58.
- Cuéllar, J. A., Arteaga, E., Bernal, L., Campo, A., Capera, D., Ocampo, C., . . . Francisco, S. (2016). Composición y riqueza de odonatos en tres humedales artificiales suburbanos en Cajicá, Cundinamarca, Colombia. *Rev. Biodivers. Neotrop.*, 6(2), 164-70.
- De la Luz, M., & Madero, A. (2011). *Guía de mariposas de Nuevo León*. Fondo Editorial de Nuevo León.
- De Silva, D. L., Day, J., Elias, M., Willmott, K., Whinnett, A., & Mallet, J. (2010). Molecular phylogenetics of the neotropical butterfly subtribe Oleriina (Nymphalidae: Danainae: Ithomiini). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 55(3), 1032–1041.
- Debinski, D. M. (2023). Insects in Grassland Ecosystems. In L. B. McNew, D. K. Dahlgren, & J. L. Beck (Eds.), *Rangeland Wildlife Ecology and Conservation*. Springer Cham. doi:[https://doi.org/10.1007/978-3-031-34037-6\\_26](https://doi.org/10.1007/978-3-031-34037-6_26)
- DeVries, P. J. (1987). *The Butterflies of Costa Rica and Their Natural History*. Princeton: Princeton University Press.
- Díaz-Urbina, P., Andrade-C., M. G., & Vásquez-Ramos, J. M. (2021). Diversidad de mariposas (Lepidoptera: HesperioideaPapilionoidea) en dos zonas del departamento del Vaupés, Colombia. *Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat.*, 45(177), 1175-1191. doi:<https://doi.org/10.18257/raccefyn.1402>

- Dijkstra, K. B., Bechly, G., Bybee, S. M., Dow, R. A., Dumont, H. J., Fleck, G., . . . Ware, J. (2013). The classification and diversity of dragonflies and damselflies (Odonata). (Z. Q. Zhang, Ed.) *Zootaxa*, 3703(1), 36-45.
- Dueñas, M., & Palomeque, A. (2021). Diversidad de Lepidóptera en el Bosque Protector La Prosperina y el Campus Gustavo Galindo de la ESPOL. *Escuela Superior Politécnica Del Litoral*.
- Espeland, M., Hall, J. P., DeVries, P. J., Lees, D., Cornwall, M., Hsu, Y. F., . . . Pierce, N. E. (2015). Ancient Neotropical origin and recent recolonisation: Phylogeny, biogeography and diversification of the Riodinidae (Lepidoptera: Papilionoidea). *Molecular phylogenetics and evolution*, 93, 296-306. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ympev.2015.08.006>
- Fajardo, T., & Lopera, C. (2014). Guía ilustrada como herramienta de observación del orden lepidóptera presente en el municipio de Nemocón (Cundinamarca). *Tesis de grado. Universidad Pedagógica Nacional*.
- Fattorini, S. (2022). Odonate Diversity Patterns in Italy Disclose Intricate Colonization Pathways. *Biology*, 11(6). doi:<https://doi.org/10.3390/biology11060886>
- Fernandez, J., Jordano, D., Fernández, P., Obregón, R., & Sánchez, J. M. (2020). *Mariposas diurnas de la provincia de Córdoba. Ecología y conservación*. (Primera ed.). Diputación de Córdoba. Delegación de Medio Natural y Carreteras.
- Flores, M. O. (2012). Caracterización faunística de odonatos y lepidópteros en la localidad "El Pantano", Jiutepec, Morelos, México. 31. doi:10.13140/RG.2.2.14351.79529
- Freitas, A. V., Iserhard, C. A., Santos, J. P., Carreira, J. Y., Ribeiro, D. B., Melo, D. H., . . . Uehara-Prado, M. (2014). Studies with butterfly bait traps: an overview. *Revista Colombiana de Entomología*, 40(2), 203-212.
- Frentiu, F. D. (2010). The Colorful Visual World of Butterflies. *Encyclopedia of the Eye*, 326-333.

- Ganchozo-Cedeño, D. V., & Naga-Raju, M. (2022). Evaluación de calidad del agua de los ríos canuto y carrizal en época seca, Manabí, Ecuador. *Polo del Conocimiento*, 7(8), 2942-2959. doi:10.23857/pc.v7i8
- García-Barros, E., Romo, H., i Monteys, V. S., Munguira, M. L., Baixeras, J., Vives Moreno, A., & Yela García, J. L. (2015). Clase Insecta: Orden Lepidoptera. *IDE@ - SEA*(65), 1-21.
- Gareca, Y., & Reichle, S. (2007). *Guía de Mariposas Diurnas de la Reserva Departamental Valle de Tucavaca*. (N. Pacheco, Ed.) Fundación para la Conservación del Bosque Chiquitano - FCBC.
- Garrison, R. W. (1990). A Synopsis of the Genus Hetaerina with Descriptions of Four New Species (Odonata: Calopterygidae). *Transactions of the American Entomological Society*, 116(1), 175-259.
- Garrison, R. W., & Ellenrieder, N. V. (2018). Damselflies of the genus *Argia* (Odonata: Coenagrionidae) from Ecuador with descriptions of five new species. *Zootaxa*, 4470(1), 1–69. doi:<https://doi.org/10.11646/zootaxa.4470.1.1>
- Gilbert, L. E., & Singer, M. C. (1975). Butterfly ecology. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 6(1), 365-395.
- Gill, Z. N., Bustillo, Á. E., Gómez, N., García, P. A., & Zuluaga, Y. M. (2007). Las libélulas y su rol en el ecosistema de la zona cafetera. *Centro Nacional de Investigaciones de Café (Cenicafé)*, 8.
- Giraldo, M. (2018). Efecto de la humedad relativa sobre la duración y sobrevivencia de *Hypothemus hampei* en dieta artificial cenibroca. *Cenicafé*, 69(1), 32-39.
- Gómez, J. A. (2008). Ecología de los ensamblajes de larvas de odonatos (Insecta) y su uso potencial como indicadores de calidad ecológica en la Sierra de Coalcomán, Michoacán, México. *Tesis doctoral, Universidad Autónoma Del Estado de Hidalgo*.
- Gómez, J. P. (2014). Lepidopterismo y erucismo en Colombia. *Revista Biosalud*, 13(2), 59-83.

- Gómez, R., Arce, M. I., Baldwin, D. S., & Dahm, C. N. (2017). Chapter 3.1 - Water Physicochemistry in Intermittent Rivers and Ephemeral Streams. (T. Datry, N. Bonada, & A. Boulton, Eds.) *Intermittent Rivers and Ephemeral Streams*, 109-134. doi:<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803835-2.00005-X>.
- Gonzabay, A., & Reyes, A. (2023). Macroinvertebrados como bioindicadores del estado biológico de las aguas del río de San Vicente de Loja, Olón. *Tesis de grado, Universidad Estatal Península de Santa Elena*.
- González Valdivia, N. A., Pozo, C., Ochoa-Gaona, S., Gordon, B., Cambranis, E., Lara, O., . . . Kampichler, C. (2016). Nymphalidae frugívoras (Lepidoptera: Papilionoidea) asociadas a un ecosistema agropecuario y de bosque tropical lluvioso en un paisaje del sureste de México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 87(2), 451-464.
- González, D. (2015). Humedad Atmosférica. *Universidad del Atlántico*, 3. doi:[10.13140/RG.2.1.4816.3285](https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4816.3285)
- González, E., & Novelo, R. (2014). Biodiversidad de Odonata en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85(1), 243-251.
- Guerrero, J. J. (2021). Análisis Integral de la Biodiversidad de Geometridae y Noctuoidea de la Sierra del Taibilla y Sierra de Las Cabras (Albacete-Murcia). *Tesis doctoral, Universidad de Murcia*.
- Guerrero, V. A. (2019). Educación ambiental en la conservación de lepidópteros (Superfamilia: Papilionoidea), en la comunidad de Pimpilala-Cando, cantón Tena, parroquia Talag, provincia del Napo, 2019. *Tesis de grado, Universidad Central del Ecuador*.
- Harrison, J. F. (2001). Insect acid-base physiology. *Annual Review of Entomology*, 46, 221-50. doi:[10.1146/annurev.ento.46.1.221](https://doi.org/10.1146/annurev.ento.46.1.221)
- Hassan, N. (2019). Water Quality Parameters. *IntechOpen*. doi:[10.5772/intechopen.89657](https://doi.org/10.5772/intechopen.89657)

- Hay-Roe, M. M. (2008). Races of *Heliconius erato* (Nymphalidae: Heliconiinae) found on different sides of the Andes show wing size differences. *McGuire Center for the Lepidoptera and Biodiversity*, 91(4), 711-712.
- Heckman, C. (2006a). *Encyclopedia of South American Aquatic Insects: Odonata - Anisoptera*. Springer Dordrecht. doi:<https://doi.org/10.1007/978-1-4020-4802-5>
- Heckman, C. W. (2008b). *Encyclopedia of South American Aquatic Insects: Odonata - Zygoptera*. 693. doi:10.1007/978-1-4020-8176-7
- Heppner, J. B. (2004). Gossamer-Winged Butterflies (Lepidoptera: Lycaenidae). *Encyclopedia of Entomology*, 976.
- Hernández, Y. (2020). *Lepidópteros del Noreste de Hidalgo. Tesis de grado, Instituto Tecnológico de Huejutla*.
- Herrera, T., Gavira, Ó., & Blanco, F. (2010). Habitantes del agua. Odonatos. *Agencia Andaluza del Agua*, 270.
- Homar, A. (2017). Comparación de diversidad funcional en comunidades de peces de plataforma de dos ecosistemas del Mediterráneo Occidental. *Universitat de Illes Balears*.
- Huiñapi, P. (2019). Interrelación de especies de mariposas diurnas con especies de plantas en condiciones naturales, Loreto-Perú-2015. *Trabajo de grado, Escuela de formación profesional de ingeniería forestal*.
- Hurtado, A. (2012). Riqueza y patrones de distribución de mariposas (Papilionoidea) como base para la planificación de la conservación de la biodiversidad en el Complejo Ecorregional Chocó – Darién (Panamá, Colombia y Ecuador). *Tesis doctoral, Universidad de Santiago de Compostela*.
- Hussain, M. S. (2019). Total Dissolve Salts (TDS). doi:10.13140/RG.2.2.11858.30406
- Ishak, M., Norhisham, A. R., Thomas, S. M., Nurhidayu, S., Ghazali, A., & Azhar, B. (2021). Physicochemical Properties as Driver of Odonata Diversity in Oil Palm

- Waterways. *Frontiers in Forests and Global Change*, 4, 11.  
doi:doi.org/10.3389/ffgc.2021.613064
- Jaworski, T., & Hilszczański, J. (2013). The effect of temperature and humidity changes on insects development their impact on forest ecosystems in the expected climate change. *Leśne Prace Badawcze (Forest Research Papers)*, 74(4), 345–355.
- Jiménez-Martínez, E. (2009). *Entomología*. Editronic, S.A.
- Kazmier, J. L. (1990). *Estadística Aplicada a la Administración y la Economía* (Segunda ed.). Bogotá: McGrawHill.
- Khan, A. U., Poly, N. Y., Dutta, S., & Alam, F. (2023). Lepidopteran Insects Status and Diversity: A Review. *Journal of Multidisciplinary Applied Natural Science*, 3(1), 55-80.
- Knoblauch, A., Thoma, M., & Menz, M. H. (2020). Influence of weather on dragonfly migration and flight behaviour along the Baltic coast. *bioRxiv*, 1-34.  
doi:https://doi.org/10.1101/2020.09.03.281253
- Kuussaari, M., Rytteri, S., Heikkinen, R. K., Heliola, J., & von Bagh, P. (2016). Weather explains high annual variation in butterfly dispersal. *Proc. R. Soc. B.*, 283, 8.
- Leonard, J., & Córdova-Aguilar, A. (2010). The Evolution of Primary Sexual Characters in Animals. *Oxford University Press, Oxford*, 537.
- Levy, E. M. (2013). Patrones fenológicos de comunidades de mariposas (Lepidoptera: Ropalocera) en un bosque húmedo tropical, Reserva Río Canandé, Esmeraldas (Chocó ecuatoriano). *Pontificia Universidad Católica Del Ecuador*.
- Li, X., Shi, L., Zhou, Y., Xie, H., Dai, X., Li, R., . . . Wang, H. (2017). Molecular evolutionary mechanisms driving functional diversification of  $\alpha$ -glucosidase in Lepidoptera. *Scientific Reports*, 7(45787).  
doi:https://doi.org/10.1038/srep45787

- Llorente, J., Trujano, M., Martínez, A. L., Castro, J., & Vargas, I. (2006). Patrones de distribución de la familia Pieridae (Lepidoptera) de México. *Componentes Bióticos Principales de la Entomofauna Mexicana*, 715-770.
- Llorente-Bousquets, J., Vargas-Fernández, I., Luis-Martínez, A., Trujano-Ortega, M., Hernández-Mejía, B. C., & Warren, A. D. (2014). Biodiversidad de Lepidoptera en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, 353-371.
- Lloret, M. I. (2006). El ciclo biológico de la polilla grande de la cera. 65.
- Londoño, P., & Giraldo, C. (2016). Un frágil tesoro: Las mariposas Colombianas. *Universidad del Rosario. Bogotá: Colombia*.
- Lozano, F. (2006). Filogenia del género *Acanthagrion* Selys (Odonata, Coenagrionidae) y revisión sistemática del grupo viridescens. *Tesis doctoral, Universidad Nacional de La Plata*.
- Maes, J. M. (2007). Pieridae (Lepidoptera) de Nicaragua. *Revista Nicaragüense de Entomología*, 1, 1-313.
- Márquez, J. (2005). Técnicas de colecta y preservación de insectos. *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa*(37), 385-408.
- Martínez, A., & Campos, W. (2015). Correlación entre Actividades de Interacción Social Registradas con Nuevas Tecnologías y el grado de Aislamiento Social en los Adultos Mayores. *Revista Mexicana de Ingeniería Biomédica*, 36(3), 181-190.
- Martínez, J. I., Meléndez, V., Delfín, H., & Pozo, C. (2015). Mariposas de la selva mediana subcaducifolia de Tzucacab, con nuevos registros para Yucatán, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 86(2), 348-357.
- Martínez, N. (2020). Efecto del cambio del uso de suelo sobre la diversidad taxonómica y funcional de los lepidópteros diurnos a distintas escalas espaciales. *Tesis Doctoral, Instituto de Investigación Científica y Tecnológica, A.C.*

- Matter, S. F., Doyle, A., Illerbrun, K., Wheeler, J., & Roland, J. (2011). An assessment of direct and indirect effects of climate change for populations of the Rocky Mountain Apollo butterfly (*Parnassius smintheus* Doubleday). *Insect Science*, 18(4), 385-392.
- Maufray, W. F., & Tennessen, K. J. (2019). A Catalogue and Historical Study of the Odonata of Ecuador. 4628(1), 1-265. doi:10.11646/zootaxa.4628.1.1
- Medina, J. (2009). Guía didáctica: Las mariposas. *Granada: Junta de Andalucía. Consorcio parque de las ciencias*, 38.
- Mejillón, D., & Suárez, K. (2023). Estado poblacional de Lepidópteros y odonatos presentes en un fragmento del Bosque Húmedo Tropical Olón, Provincia de Santa Elena, Ecuador. *Universidad Estatal Península de Santa Elena*.
- Melo, G. P. (2011). El efecto del microhábitat en la diversidad de mariposas de los bosques en la Estación de Biodiversidad Tiputini. *Tesis de grado, Universidad San Francisco de Quito*.
- Mercado-Gómez, Y. L., Mercado-Gómez, J. D., & Giraldo-Sánchez, C. E. (2018). Mariposas en un fragmento de bosque seco tropical en Montes de María (Colombia). *Ciencia en Desarrollo*, 9(2), 35-45.
- Miller, J. C., & Hammond, P. C. (2003). Lepidoptera of the Pacific Northwest : caterpillars and adults. *Forest Health Technology Enterprise Team, US Department of Agriculture, Forest Service*.(3739), 324.
- Molina Moreira, N., & Arias de López, M. (2019). Inventario Preliminar de la Clase Insecta en la Reserva Ecológica Arenillas, Ecuador. *NVESTIGATIO*(12), 13-48.
- Molleman, F., Van Alphen, M. E., Brakefield, P. M., & Zwaan, B. (2005). Preferences and Food Quality of Fruit-Feeding Butterflies in Kibale Forest, Uganda. *Biotropica*, 37(4), 657-663.
- Monasterio, Y. (2007). Los lepidopteros en La Rioja. *Información ambiental*(25), 24-28.

- Mora-Donjuán, C. A., Burbano-Vargas, O. N., Méndez-Osorio, C., & Castro-Rojas, D. F. (2017). Evaluación de la biodiversidad y caracterización estructural de un Bosque de Encino (*Quercus L.*) en la Sierra Madre del Sur, México. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 14(35), 68-75.
- Morales, J., & Ortiz, M. (2003). Reproducción en cautiverio de tres especies de mariposas (Lepidoptera: Rhopalocera) con fines de educación y conservación en el zoológico de Cali. *Trabajo de grado. Universidad Autónoma de Occidente*.
- Morán, C. (2014). Propuesta para la promoción del turismo interno de La Comuna "Dos Mangas" Provincia de Santa Elena mediante el análisis de su potencial turístico. *Universidad Católica De Santiago De Guayaquil*.
- Moreno, J. M., & Ripoll, J. (2018). Libélulas de la Gran Senda de Málaga y provincia. Guía de Identificación. 188.
- Moreno, S. D., Ibarra, G., Chamé, R., & Valle, F. J. (2012). Gama de presas capturadas por cuatro especies de arañas tejedoras (Arachnida: Araneae) en un agroecosistema de Cacao en Chiapas, Mexico. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 15, 457 - 469.
- Mulanovich, A. J. (2007). Mariposas. Guía para el manejo sustentable de las mariposas del Perú.
- Nájera, M. B., & Souza, B. (2010). *Insectos Benéficos. Guía para su identificación* (Primera ed.). Michoacán, Mexico: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).
- Navarro, L. (2020). Respuestas moleculares de insectos a factores bióticos y abióticos. (P. Benavides, & C. E. Góngora, Eds.) *El Control Natural de Insectos en el Ecosistema Cafetero Colombiano*, 142-157.  
doi:[https://doi.org/10.38141/10791/0001\\_6](https://doi.org/10.38141/10791/0001_6)

- Nogales, S., Mena, S., & Yáñez-Coronel, J. (2020). Mariposas del Occidente de la Provincia del Carchi- Comunidad “El Baboso”. Publicación Miscelánea N° 13. Serie de Publicaciones GADPC – INABIO.
- Norhisham, A. R., Abood, F., Rita, M., & Hakeem, K. R. (2013). Effect of humidity on egg hatchability and reproductive biology of the bamboo borer (*Dinoderus minutus* Fabricius). *Springerplus*, 2(9). doi:10.1186/2193-1801-2-9
- Nuñez, G. R. (2019). Las mariposas misioneras: : una propuesta didáctica para la educación ambiental. *Colección Cuadernos de Cátedra, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Misiones*.
- Olaciregui, D. A. (2021). Fortalecimiento de la colección de referencia Odonata del Museo de Ciencias de la Universidad El Bosque. *Tesis de grado, Universidad El Bosque*.
- Olivares, F. J., Barea-Azcón, J. M., Pérez-López, F., Tinaut, A., & Henares, I. (2011). *Las Mariposas Diurnas de Sierra Nevada*. Consejo de Medio, Andalucía.
- Orejuela, A. M. (2017). Las libélulas (Odonata) como posibles indicadores del estado de conservación de los humedales urbanos presentes en la comuna 22 de Santiago de Cali. *Tesis de grado, Universidad ICESI*, 1-53.
- Orta, S., C., Reyes-Aguero, J. A., Luís-martínez, M. A., Muñoz-Robles, C. A., & Méndez, C., H. (2022). Mariposas bioindicadoras ecológicas en México. Artículo de revisión. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 38(1), 1-33. doi:<https://doi.org/10.21829/azm.2022.3812488>
- Ortega, H. (2020). Hetaerina. Boletín de la Sociedad de Odonatología Latinoamericana. (F. S. Latinoamericana., Ed.) 2(1), 26.
- Ortiz, M. A. (2016). Propuesta de un plan de promoción turístico de los senderos: Las cas cadas y piscinas naturales de la comuna Dos Mangas en la parroquia Manglaralto, Provincia de Santa Elena. *Universidad de Guayaquil*.
- Palacino-Rodríguez, F., Rache-Rodríguez, L., Caicedo, J. C., & Suárez-Tovar, C. M. (2020). *Danzantes del aire: Guía para la identificación de libélulas y caballitos*

*del diablo asociados a humedales de Bogotá. Serie guías de campo del Instituto de Ciencias Naturales N.º 26. Bogotá, D.C.: Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia.*

- Palacio, A. D. (2021). Revisión Filogenética del grupo Connata del género *Erythrodiplax* Brauer, 1868 (Odonata: Libellulidae). *Tesis Doctoral, Universidad Nacional de La Plata.*
- Palacios, M., & Constantino, L. M. (2006). Diversidad de lepidópteros Rhopalocera en un gradiente altitudinal en la Reserva Natural El Pangan, Nariño, Colombia. *Boletín Científico Centro de Museos, Universidad de Caldas, 10*, 258-278.
- Palacios-Mayoral, V. D., Palacios-Mosquera, L., & Jiménez-Ortega, A. M. (2018). Diversidad de mariposas diurnas (Lepidoptera: Papilionoidea) asociadas con tres hábitats en el corregimiento de Pacurita, municipio de Quibdó, Chocó, Colombia. *Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat., 42*(164), 237-245.
- Palmer, M. A., & Menninger, H. L. (2013). Invertebrates, Freshwater, Overview. *Encyclopedia of Biodiversity (Second Edition), 3*, 369-378.
- Paz, R., Morales, J., Arrieché, N., & González, R. (2019). Diversidad de Hespéridos (Lepidoptera: Hesperidae) en agroecosistemas del Estado Lara, Venezuela. *Bioagro, 31*(1), 73-78.
- Penco, F. C., & Di Iorio, O. (2014). *Lepidoptera argentina. Catálogo ilustrado y comntado de las mariposas de Argentina. Parte VII : Papilionidae* (Primera ed.).
- Peng, J., Kumar, K., Gross, M., Kunetz, T., & Wen, Z. (2020). Removal of total dissolved solids from wastewater using a revolving algal biofilm reactor. *Water Environment Research, 92*, 766–778. doi:10.1002/wer.1273
- Pérez, E. B. (2017). Diversidad de mariposas (Lepidoptera: Rhopalocera) en un gradiente de urbanización en la Zona Metropolitana de Pachuca, Hidalgo, México. *Tesis de grado. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.*

- Pérez, J. L., & Zeledón, F. O. (2014). Diversidad de lepidópteros diurnos: Papilionidae, Pieridae y Nymphalidae en 11 hábitats de la zona núcleo de la reserva natural El Tisey, Estelí, Nicaragua, 2013. *Universidad Nacional Agraria*.
- Pérez-García, O., Benjamin, T. J., & Tobar, D. E. (2018). Los agroecosistemas cafetaleros modernos y su relación con la conservación de mariposas en paisajes fragmentados. *Revista de Biología Tropical*, 66(1), 394-402.
- Perveen, F. K., & Khan, A. (2017). Introductory Chapter: Lepidoptera. *Intech*. doi:10.5772/intechopen.70452
- Pinzón, J. (2009). Mariposas de Bajo Rio Caquetá y Apaporis (Amazonia colombiana). *Conservación Internacional Colombia*. Retrieved from <https://fieldguides.fieldmuseum.org/guides/guide/225>
- Piñas, F. D., & Pesántez, I. (1997). *Mariposas del Ecuador. Vol. 1. Géneros*. Quito, Ecuador: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Pla, L. (2006). Biodiversidad: Inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. *INCI*, 31(8), 583-590.
- Rache, L. (2015). Caracterización de hábitat y morfología de algunas especies del género *Perithemis* (Odonata: Anisoptera) presentes en la cordillera oriental. *Tesis de grado, Universidad Nacional de Colombia*.
- Ramírez, A. (2010). Capítulo 5. Odonata. *Revista de Biología Tropical*, 58(4), 97-136.
- Ramos, R., & Freitas, A. (1999). Population biology, wing color variation and ecological plasticity in *Heliconius erato phyllis* (Nymphalidae). *J. Lepid. Soc.*, 53(1), 11-21.
- Ramos-González, M. (2017). Las mariposas (Insecta: Lepidoptera) depositadas en el Museo de Historia Natural de Concepción, Chile. *Colecciones Digitales, Subdirección de Investigación DIBAM*, 27.

- Remsburg, A. J., Olson, A. C., & Samways, M. J. (2008). Shade alone reduces adult dragonfly Odonata: Libellulidae abundance. *Journal of Insect Behavior*, 216, 460-468. doi:<http://doi.org/10.1007/s10905-008-9138-z>
- Reyes, M. A. (2018). Odonatos (Insecta) como bioindicadores para el monitoreo de calidad ambiental. *Universidad de los Andes*, 11.
- Ríos, C., & Gutiérrez, P. (2013). Variación altitudinal de lepidópteros diurnos y su relación ambiental en una región de la Cordillera Central, Colombia.
- Rippel, C. G. (2022). Control biológico de culícidos: análisis de la capacidad predatoria de estadios inmaduros de insectos del orden Odonata. *Tesis doctoral, Universidad Nacional de Misiones*.
- Rodríguez, E. M. (2015). Agroturismo, una alternativa de desarrollo endógeno en la comuna Dos Mangas, parroquia Manglaralto, Provincia de Santa Elena, año 2015. *Universidad Estatal Península de Santa Elena*.
- Roldán, G. (2003). Bioindicación de la calidad del agua en Colombia. Uso del Método BMWP/Col. *Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia*.
- Roldán, G., & Ramírez, J. (2008). *Fundamentos de limnología neotropical* (Segunda edición ed.). Medellín: Universidad de Antioquia-ACCEFYN-Universidad Católica de Oriente.
- Romero, F. (2022). Lepidópteros acuáticos y semiacuáticos en Argentina: lista actualizada, distribución y hábitos de vida. *Acta Zoológica Lilloana*, 66(2), 121-148. doi:<https://doi.org/10.30550/j.azl/2022.66.2/2022-07-25>
- Salazar, S. A., Castrillón, G., Valenzuela, J. C., & Amórtegui, E. F. (2015). Diversidad de Odonatos (Insecta: Odonata) en el Centro de Investigación y Educación Ambiental "La Tribuna", Vereda Tamarindo (Neiva-Huila). *Entomología Mexican*, 2, 619-627.
- Sanchez, Á., Pérez, J., Jiménez, E., & Trovar, C. (2009). *Los odonatos de Extremadura*. Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente.

- Schauff, M. E. (Ed.). (2001). *Collecting and preserving insects and mites: techniques and tools*.
- Segarra, V. (2019). Análisis de la diversidad y abundancia de mariposas diurnas comparando diferentes hábitats en el municipio de Vila Real (Portugal) en primavera-verano de 2017. *Universidad Politécnica de Valencia*.
- Seminario-Córdova, R., & Baquero, E. (2022). Lista preliminar de los lepidópteros diurnos (Lepidoptera: Papilionoidea) presentes en el bosque El Pelejo, San Martín, Perú. *Revista chilena de entomología*, 48(1), 81-92.
- Silva, J. D. (2022). Diversidad de Odonata (Insecta) en un gradiente altitudinal del río San Marcos en los Estados de Hidalgo y Puebla, México. *Tesis de maestría, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*.
- Stefanescu, C., Pañuelas, J., & Filella, I. (2003). Effects of climatic change on the phenology of butterflies in the northwest Mediterranean Basin. *Global Change Biology*, 9, 1494–1506.
- Steyskal, G. C., Murphy, W. L., & Hoover, E. M. (1986). Insects and Mites: Techniques for Collection and Preservation. *Department of Agricultura, Miscellaneous Publication(1443)*.
- Suhling, F., Sahlén, G., Gorb, S., Kalkman, V. J., Dijkstra, K., & van Tol, J. (2015). *Order Odonata: in: Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates: Ecology and General Biology* (Fourth ed.). doi:<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-385026-3.00035-8>.
- Tol, J. v., Reijnen, B. T., & Thomassen, H. A. (2009). Phylogeny and biogeography of the Platystictidae Odonata. *Tesis doctoral, University of Leiden, Leiden*.
- Valencia, D. D. (2022). Identificación de onsectos polinizadores, usando la plicación iNaturalist en el cultivo de chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet) basada en el manejo orgánico para la producción en 5 parroquias de la Provincia de Cotopaxi 2021. *Universidad Técnica de Cotopaxi*.

- Valencia, N. (2006). Factores asociados al ensamblaje de una comunidad de libélulas (Insecta: Odonata) en dos cuerpos lénticos en Anolaima, Cundinamarca. *Tesis de grado, Universidad de los Andes*.
- Viladot, A. (2021). La conservación de las colecciones entomológicas. *Universidad de Barcelona*, 80.
- Ware, J. L. (2021). Odonata. *Current Biology*, 31(2), R51–R66.
- Wellenreuther, M., & Sánchez-Guillén, R. A. (2016). Nonadaptive radiation in damselflies. *Evolutionary Applications*, 9(1), 103-118. doi:<https://doi.org/10.1111/eva.12269>
- Westfall, M. J., & May, M. L. (1996). Damselflies of North America. *Scientific Publishers, Gainesville, FL*.
- Westfall, M. J., & May, M. L. (2006). Damselflies of North America. *Scientific Publishers. Gainesville*, 502.
- Yaringaño, K. F. (2022). Variación espacio-temporal de la nubosidad usando el producto máscara de nubes Modis sobre el Perú. *Trabajo de grado, Universidad nacional Agraria La Molina*.
- Yumisaca, J. E., Bohórquez, E. A., Mendoza, E. A., & Gonzabay, J. (2020). Cadena de valor del destino Dos Mangas como herramienta para el análisis de la sostenibilidad de la oferta turística. *Universidad y Sociedad*, 12(1), 88-96.
- Zhang, Z.-Q. (2011). Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness (Vol. 3148). (M. Press, Ed.) Zootaxa.

## 12 ANEXOS

### Anexo 12.1 Cuento poblacional del Orden Lepidoptera

Familia	Especie	E1	E2	E3	E4	Total
Nymphalidae	<i>Danaus plexippus</i>	32	12	0	0	<b>44</b>
	<i>Heliconius erato cyrbia</i>	60	67	80	41	<b>248</b>
	<i>Oleria amalda modesta</i>	0	1	48	70	<b>119</b>
	<i>Pareuptychia ocirrhoe</i>	58	62	17	0	<b>137</b>
	<i>Marpesia berania</i>	6	10	1	0	<b>17</b>
	<i>Hypanartia lethe</i>	1	0	0	0	<b>1</b>
	<i>Heliconius eleuchia primularis</i>	0	1	9	12	<b>22</b>
	<i>Marpesia chiron</i>	4	10	4	0	<b>18</b>
	<i>Anartia amathea</i>	34	30	14	0	<b>78</b>
	<i>Morpho helenor rugitaeniatus</i>	12	31	16	16	<b>75</b>
	<i>Anartia jatrophae</i>	0	1	1	0	<b>2</b>
	<i>Myscelia cyaniris</i>	3	1	0	0	<b>4</b>
	<i>Heliconius sara</i>	0	3	3	0	<b>6</b>
	<i>Mechanitis menapis mantineus</i>	13	13	14	9	<b>49</b>
	<i>Hamadryas amphichloe amphichloe</i>	41	7	0	0	<b>48</b>
	<i>Heliconius atthis</i>	0	2	3	0	<b>5</b>
	<i>Scada zemira</i>	0	10	4	10	<b>24</b>
	<i>Dynamine haenshi</i>	0	1	0	0	<b>1</b>
	<i>Mestra hersilia latimargo</i>	4	11	0	0	<b>15</b>
	<i>Pareuptychia metaleuca</i>	20	6	7	1	<b>34</b>
	<i>Pteronymia aletta lilla</i>	1	4	2	4	<b>11</b>
	<i>Cithaerias aurorina</i>	0	0	9	47	<b>56</b>
	<i>Tegosa flavida</i>	1	5	0	0	<b>6</b>
	<i>Hermeuptychia sp.</i>	38	13	3	0	<b>54</b>
	<i>Tigridia acesta columbina</i>	0	0	1	3	<b>4</b>
	<i>Dryas iulia moderata</i>	8	5	0	0	<b>13</b>
	<i>Catonephele nyctimus</i>	0	3	3	0	<b>6</b>
	<i>Junonia genoveva infuscata</i>	0	0	1	0	<b>1</b>
	<i>Biblis hyperia aganisa</i>	0	0	1	0	<b>1</b>
	<i>Pseudodebis nakamurai</i>	0	0	0	1	<b>1</b>
	<i>Colobura dirce</i>	1	0	0	0	<b>1</b>
	<i>Eryphanis lycomedon</i>	0	0	0	2	<b>2</b>
	<i>Actinote pelleneae equatoria</i>	0	6	0	0	<b>6</b>
<i>Opsiphanes sp.</i>	0	0	1	0	<b>1</b>	

	<i>Archaeoprepona demophoon gulina</i>	1	0	0	0	<b>1</b>
	<i>Caligo atreus agesilaus</i>	0	0	0	5	<b>5</b>
	<i>Fountainia ryphea ryphea</i>	1	0	0	0	<b>1</b>
	<i>Hamadryas feronia farinulenta</i>	7	1	0	0	<b>8</b>
<b>Papilionidae</b>	<i>Parides eurimedes timias</i>	0	4	0	0	<b>4</b>
<b>Lycaenidae</b>	<i>Arawacus lincoides</i>	31	38	27	3	<b>99</b>
	<i>Strephonota tephraeus</i>	0	1	0	0	<b>1</b>
	<i>Leptotes cassius</i>	35	17	7	0	<b>59</b>
	<i>Theritas hemon</i>	23	11	11	0	<b>45</b>
<b>Pieridae</b>	<i>Abaeis albula espinosae</i>	52	33	29	7	<b>121</b>
	<i>Dismorphia theucharila avonia</i>	0	0	4	0	<b>4</b>
	<i>Pyrisitia sp.</i>	8	9	0	0	<b>17</b>
	<i>Phoebis argante</i>	6	10	0	0	<b>16</b>
	<i>Glutophrissa drusilla drusilla</i>	10	7	5	0	<b>22</b>
	<i>Eurema elathea ella</i>	4	0	0	0	<b>4</b>
<b>Hesperiidae</b>	<i>Heliopetes alana</i>	0	1	0	0	<b>1</b>
	<i>Itaballia marana</i>	48	65	16	4	<b>133</b>
	<i>Chioides catillus jethira</i>	4	8	3	5	<b>20</b>
	<i>Xenophanes tryxus</i>	0	1	4	0	<b>5</b>
	<i>Chioides catillus catillus</i>	10	3	0	0	<b>13</b>
	<i>Sostrata bifasciata adamas</i>	28	27	11	0	<b>66</b>
	<i>Bolla sp.</i>	18	13	4	6	<b>41</b>
	<i>Ebrietas anacreon leucophaea</i>	0	3	0	0	<b>3</b>
<b>Riodinidae</b>	<i>Calephelis laverna</i>	5	3	0	0	<b>8</b>
<b>Erebidae</b>	<i>Thysania zenobia</i>	0	1	1	0	<b>2</b>
	<i>Feigeria mycerina</i>	1	0	0	0	<b>1</b>
	<i>Eudocima serpentifera</i>	0	0	0	1	<b>1</b>
	<i>Feigeria herilia</i>	0	0	1	0	<b>1</b>
	<i>Hemeroblemma malitiosa</i>	0	0	1	0	<b>1</b>
	<i>Latebraria sp.</i>	0	0	0	11	<b>11</b>
<b>Castniidae</b>	<i>Telchin sp.</i>	0	1	0	0	<b>1</b>
<b>Total</b>		<b>629</b>	<b>572</b>	<b>366</b>	<b>258</b>	<b>1825</b>

**Anexo 12.2: Cuento poblacional del Orden Odonata**

<b>Familia</b>	<b>Especie</b>	<b>E1</b>	<b>E2</b>	<b>E3</b>	<b>E4</b>	<b>Total</b>
<b>Libellulidae</b>	<i>Orthemis sulphurata</i>	89	28	1	0	<b>118</b>
	<i>Macrothemis sp</i>	14	5	0	0	<b>19</b>
	<i>Erythrodiplax fusca</i>	51	17	0	0	<b>68</b>
	<i>Micrathyria didyma</i>	12	3	0	0	<b>15</b>
	<i>Dythemis sterilis</i>	4	15	0	0	<b>19</b>
	<i>Erythemis plebeja</i>	13	3	1	0	<b>17</b>
<b>Coenagrionidae</b>	<i>Argia fulgida</i>	0	1	4	0	<b>5</b>
	<i>Argia oculata</i>	23	14	4	0	<b>41</b>
	<i>Argia inculta</i>	88	36	29	15	<b>168</b>
	<i>Argia translata</i>	71	86	40	42	<b>239</b>
<b>Calopterygidae</b>	<i>Hetaerina occisa</i>	75	35	29	5	<b>144</b>
<b>Heteragrionidae</b>	<i>Heteragrion cooki</i>	22	35	25	22	<b>104</b>
<b>Total</b>		<b>462</b>	<b>278</b>	<b>133</b>	<b>84</b>	<b>957</b>

**Anexo 12.3: Especies de Lepidópteros identificados en las diferentes estaciones**

**Nymphalidae**

1. *Danaus plexippus* (Linnaeus, 1758)

**Subfamilia:** Danainae



2. *Heliconius erato cyrba* (Godart, 1819)

**Subfamilia:** Heliconiinae



3. *Oleria amalda modesta* (Haensch, 1903)

**Subfamilia:** Danainae



4. *Pareuptychia ocirrhoe* (Fabricius, 1776)

**Subfamilia:** Satyrinae



5. *Marpesia berania* (Hewitson, 1852)

**Subfamilia:** Cyrestinae



6. *Hypanartia lethe* (Fabricius, 1793)

**Subfamilia:** Nymphalinae



7. *Heliconius eleuchia primularis* (Butler, 1869)

**Subfamilia:** Heliconiinae



8. *Marpesia chiron* (Fabricius, 1775)

**Subfamilia:** Cyrestinae



9. *Anartia amathea* (Linnaeus, 1758)

**Subfamilia:** Nymphalinae



10. *Morpho helenor rugitaeniatus*

(Fruhstorfer, 1907)

**Subfamilia:** Satyrinae



11. *Anartia jatrophae* (Linnaeus, 1763)

**Subfamilia:** Nymphalinae



12. *Myscelia cyaniris* (Doubleday, 1848)

**Subfamilia:** Biblidinae



13. *Heliconius sara* (Fabricius, 1793)

**Subfamilia:** Heliconiinae



14. *Mechanitis menapis mantineus*

(Hewitson, 1869)

**Subfamilia:** Danainae



15. *Hamadryas amphichloe amphichloe*  
(Boisduval, 1870)

**Subfamilia:** Biblidinae



16. *Heliconius atthis* (E. Doubleday, 1847)

**Subfamilia:** Heliconiinae



17. *Scada zemira* (Hewitson, 1856)

**Subfamilia:** Danainae



18. *Dynamine haenshi* (Hall, 1917)

**Subfamilia:** Biblidinae



19. *Mestra hersilia latimargo* (A. Hall, 1929)

**Subfamilia:** Biblidinae



20. *Pareuptychia metaleuca metaleuca*  
(Boisduval, 1870)

**Subfamilia:** Satyrinae



21. *Pteronymia aletta lilla* (Hewitson, 1856)

**Subfamilia:** Danainae



22. *Cithaerias aurorina* (Weymer, 1910).

**Subfamilia:** Satyrinae



23. *Tegosa flavida* (Hewitson, 1868)  
**Subfamilia:** Nymphalinae



24. *Hermeuptychia* sp. (Forster, 1964).  
**Subfamilia:** Satyrinae



25. *Tigridia acesta columbina* (Neustetter, 1929)  
**Subfamilia:** Nymphalinae



26. *Dryas iulia moderata* (Riley, 1926)  
**Subfamilia:** Heliconiinae



27. *Catonephele nyctimus* (Westwood, 1850)  
**Subfamilia:** Biblidinae



28. *Junonia genoveva infuscata* (C. Felder & R. Felder, 1867)  
**Subfamilia:** Nymphalinae



29. *Biblis hyperia aganisa* (Boisduval, 1836)  
**Subfamilia:** Biblidinae



30. *Pseudodebis nakamurai* (Nakahara & Willmott, 2021)  
**Subfamilia:** Satyrinae



31. *Colobura dirce* (Linnaeus, 1758)  
**Subfamilia:** Nymphalinae



32. *Eryphanis lycomedon* (C. Felder & R. Felder, 1862)  
**Subfamilia:** Satyrinae



33. *Actinote pellenea equatoria* (H. Bates, 1864)  
**Subfamilia:** Heliconiinae



34. *Opsiphanes* sp. (Doubleday, 1849)  
**Subfamilia:** Satyrinae



35. *Archaeoprepona demophoon gulina* (Fruhstorfer, 1904)  
**Subfamilia:** Charaxinae



36. *Caligo atreus agesilaus* (Druce, 1902)  
**Subfamilia:** Satyrinae



37. *Fountainea ryphea ryphea* (Cramer, 1775)  
**Subfamilia:** Charaxinae



38. *Hamadryas feronia farinulenta* (Fruhstorfer, 1916)  
**Subfamilia:** Biblidinae



**Papilionidae**

39. *Parides eurimedes timias* (♂) (G. Gray, [1853])

**Subfamilia:** Papilioninae



*Parides eurimedes timia* (♀) (G. Gray, [1853])

**Subfamilia:** Papilioninae



**Lycaenidae**

40. *Arawacus lincoides* (Draudt, 1917)

**Subfamilia:** Theclinae



41. *Strephonota tephraeus* (Geyer, 1837)

**Subfamilia:** Theclinae



42. *Leptotes cassius* (Cramer, 1775)

**Subfamilia:** Polyommatainae



43. *Theritas hemon* (Cramer, 1775)

**Subfamilia:** Theclinae



**Pieridae**

44. *Abaeis albula espinosae* (A. Fernández, 1928)

**Subfamilia:** Coliadinae



45. *Dismorphia theucharila avonia* (Hewitson, 1867)

**Subfamilia:** Dismorphiinae



46. *Pyrisitia* sp. (Butler, 1870)

**Subfamilia:** Coliadinae



47. *Phoebis argante* (Fabricius, 1775)

**Subfamilia:** Coliadinae



48. *Glutophrissa drusilla drusilla* (Cramer, 1777)

**Subfamilia:** Pierinae



49. *Eurema elathea ella* (Röber, 1909)

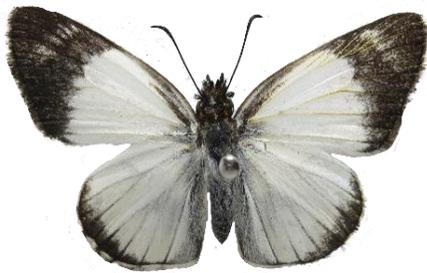
**Subfamilia:** Coliadinae



### Hesperiidae

50. *Heliopetes alana* (Reakirt, 1868)

**Subfamilia:** Pyrginae



51. *Itaballia marana* (♂) (E. Doubleday, 1844)

**Subfamilia:** Pierinae



*Itaballia marana* (♀) (E. Doubleday, 1844)

**Subfamilia:** Pierinae



52. *Chioides catillus jethira* (Butler, 1870)

**Subfamilia:** Eudaminae



53. *Xenophanes tryxus* (Stoll, 1780)

**Subfamilia:** Pyrginae



54. *Chioides catillus catillus* (Cramer, 1779)

**Subfamilia:** Eudaminae



55. *Sostrata bifasciata adamas* (Plötz, 1884)

**Subfamilia:** Pyrginae



56. *Bolla* sp. (Mabille, 1903)

**Subfamilia:** Pyrginae



57. *Ebrietas anacreon leucophaea* (Mabille & Boulet, 1917)

**Subfamilia:** Pyrginae



### Riodinidae

58. *Calephelis laverna* (Godman & Salvin, 1886)

**Subfamilia:** Riodininae



**Superfamilia Noctuoidea**

**Erebidae**

**59.** *Thysania zenobia* (Cramer, 1777)  
**Subfamilia:** Erebinae



**60.** *Feigeria mycerina* (Cramer, 1777)  
**Subfamilia:** Erebinae



**61.** *Eudocima serpentifera* (Walker, 1858)  
**Subfamilia:** Calpinae



**62.** *Feigeria herilia* (Stoll, 1780).  
**Subfamilia:** Erebinae



**63.** *Hemeroblemma malitiosa* (Guenée, 1852)  
**Subfamilia:** Calpinae



**64.** *Latebraria sp.* (Guenée, 1852)  
**Subfamilia:** Erebinae



**Superfamilia Cossoidea**

**Castniidae**

**65.** *Telchin sp.* (Hübner, 1825)

**Subfamilia:** Castniinae



## Anexo 12.4: Especies de Odonatos identificados en las diferentes estaciones

Anisoptera	
Libellulidae	
<p>1. <i>Orthemis sulphurata</i> (Hagen, 1868). <b>Subfamilia:</b> Libellulinae</p> 	<p>2. <i>Macrothemis sp.</i> (Hagen, 1868) <b>Subfamilia:</b> Trithemistinae</p> 
<p>3. <i>Erythrodiplax fusca</i> (Rambur, 1842) <b>Subfamilia:</b> Sympetrinae</p> 	<p>4. <i>Micrathyria didyma</i> (Selys, 1857) <b>Subfamilia:</b> Brachydiplacinae</p> 
<p>5. <i>Dythemis sterilis</i> (Hagen, 1861) <b>Subfamilia:</b> Trithemistinae</p> 	<p>6. <i>Erythemis plebeja</i> (Burmeister, 1839) <b>Subfamilia:</b> Sympetrinae</p> 

**Coenagrionidae**

7. *Argia fulgida* (Navás, 1934)  
**Subfamilia:** Argiinae



8. *Argia oculata* (Hagen, 1865)  
**Subfamilia:** Argiinae



9. *Argia inculta* (Hagen, 1865)  
**Subfamilia:** Argiinae



10. *Argia translata* (Hagen in Selys, 1865)  
**Subfamilia:** Argiinae



**Heteragrionidae**

11. *Heteragrion cooki* (Daigle & Tennessen, 2000)



**Calopterygidae**

**12. *Hetaerina occisa*** (Hagen in Selys, 1853)

**Subfamilia:** Hetaerininae





**Anexo 12.5:** Registro de coordenadas con GPS



**Anexo 12.6:** Activación de Trampas VSR.



**Anexo 12.7:** Captura directa (Red Entomológica)



**Anexo 12.8:** Toma de muestras.



**Anexo 12.9:** Registro de parámetros químicos.



**Anexo 12.10:** Revisión de trampas



**Anexo 12.11:** Identificación de especies en laboratorio Ciencias del Mar.

## **Anexo 12.12: Planteamiento del Problema**

Ecuador por su ubicación y topografía se ve altamente influenciada por la presencia de los Andes, permitiéndole tener una gran biodiversidad de especies, quienes han llamado la atención de científicos para la ejecución de diversos estudios en el ecosistema (Levy, 2013).

Entre estas investigaciones destacan el uso de especies bioindicadoras ecológicas cuya presencia o ausencia refleja los efectos de una alteración de su hábitat (Orta et al., 2022). Siendo considerados los órdenes de lepidópteros y odonatos al ser parte de un filo con mayor predominancia. No obstante, a pesar de pertenecer a uno de los grupos más numerosos a nivel mundial, sobre todo en la zona de las selvas tropicales, estos organismos se ven constantemente amenazados por diferentes actividades antropogénicas (Seminario-Córdova y Baquero, 2022).

Entre las principales causas de reducción y desaparición de insectos se encuentran la deforestación y el deterioro de las áreas naturales provocados por el aumento demográfico de la sociedad, trayendo consigo la tala de árboles, incendios, contaminación de ríos, erosión del suelo o introducción de especies, perturbando así las interacciones de ejemplares con el medio, dando como resultado reducción en su diversidad y abundancia (Segarra, 2019).

Estos organismos son muy sensibles a los cambios que pueden experimentar en su hábitat, por lo tanto son catalogados como excelentes bioindicadores del cambio

climático, sin embargo, dicha información sobre la importancia y el rol que cumplen en el medio ambiente permanecen en desconocimiento por las personas y el mal manejo de estos recursos podría llevarlos a la extinción, desencadenando de esta forma una alteración en la dinámica del bosque y a su vez provocar la pérdida de otros organismos, puesto que conforman uno de los eslabones principales de la cadena alimenticia (Nogales, Mena, & Yáñez-Coronel, 2020).

Actualmente no se cuenta con suficiente información disponible sobre la composición de lepidópteros y odonatos en la Comuna Dos Mangas, además, de la relación de estos órdenes con factores físicos, químicos o biológico que permitan saber si en base a ello se sufre alguna alteración en cuanto a la prevalencia o ausencia de dichos organismos en el medio, por ahora se desconocen las especies presentes y la falta de información impide que se pueda transmitir dicho conocimiento a los más jóvenes y de esta forma proteger la fauna de invertebrados del Bosque Húmedo Tropical.

**Anexo 12.13: Correlación de parámetros con diversidad de Lepidópteros por estación**

		Diversidad	Temperatura			Diversidad	Humedad	
Diversidad	Correlación de Pearson	1	,326	Rho de Spearman	Diversidad	Coefficiente de correlación	1,000	,316
	Sig. (bilateral)		,674				Sig. (bilateral)	
		Diversidad	Nubosidad			Diversidad	Precipitación	
Diversidad	Correlación de Pearson	1	-,902	Diversidad	Correlación de Pearson	1	,841	
	Sig. (bilateral)		,098			Sig. (bilateral)		,159
		N	4	4	N	4	4	
		SDT	Diversidad			pH	Diversidad	
SDT	Correlación de Pearson	1	,476	pH	Correlación de Pearson	1	-,830	
	Sig. (bilateral)		,524			Sig. (bilateral)		,170
		N	4	4	N	4	4	
		Temperatura	Diversidad			Depredador	Diversidad	
Temperatura	Correlación de Pearson	1	,739	Depredador	Correlación de Pearson	1	-,512	
	Sig. (bilateral)		,261			Sig. (bilateral)		,488
		N	4	4	N	4	4	

**Anexo 12.14: Correlación de parámetros con diversidad de Lepidópteros por monitoreo**

		Temperatura	E1	E2	E3	E4	
Temperatura	Correlación de Pearson	1	-,200	,255	,528	,288	
	Sig. (bilateral)		,579	,477	,117	,420	
		N	10	10	10	10	
		Humedad	E1	E2	E3	E4	
Humedad	Correlación de Pearson	1	-,140	-,336	-,061	-,204	
	Sig. (bilateral)		,699	,342	,867	,572	
		N	10	10	10	10	
		Nubosidad	E1	E2	E3	E4	
Rho de Spearman	Nubosidad	Coefficiente de correlación	1,000	-,285	-,153	-,080	,361
		Sig. (bilateral)		,424	,673	,826	,306
		N	10	10	10	10	
		Precipitación	E1	E2	E3	E4	
Precipitación	Correlación de Pearson	1	-,074	,096	-,137	,385	
	Sig. (bilateral)		,839	,791	,706	,272	
		N	10	10	10	10	
		pH	E1	E2	E3	E4	
pH	Correlación de Pearson	1	,482	,657*	,134	,659*	
	Sig. (bilateral)		,159	,039	,711	,038	
		N	10	10	10	10	
		SDT	E1	E2	E3	E4	
SDT	Correlación de Pearson	1	-,282	-,544	-,254	-,572	
	Sig. (bilateral)		,431	,104	,479	,084	
		N	10	10	10	10	
		Temperatura	E1	E2	E3	E4	
Temperatura	Correlación de Pearson	1	,320	,638*	,233	,719*	
	Sig. (bilateral)		,367	,047	,516	,019	
		N	10	10	10	10	

			Depredador	E1	E2	E3	E4
Rho de Spearman	Depredador	Coefficiente de correlación	1,000	-,283	-,344	-,284	-,155
		Sig. (bilateral)	.	,429	,330	,426	,669
		N	10	10	10	10	10

### Anexo 12.15: Correlación de parámetros con abundancia de Lepidópteros.

Temperatura				Abundancia	
Temperatura	Correlación de Pearson	1	,460		
	Sig. (bilateral)		,181		
	N	10	10		

Humedad				Abundancia	
Humedad	Correlación de Pearson	1	-,041		
	Sig. (bilateral)		,911		
	N	10	10		

Nubosidad				Abundancia	
Rho de Spearman	Nubosidad	Coefficiente de correlación	1,000	-,244	
		Sig. (bilateral)	.	,497	
		N	10	10	

Precipitación				Abundancia	
Rho de Spearman	Precipitación	Coefficiente de correlación	1,000	-,123	
		Sig. (bilateral)	.	,734	
		N	10	10	

pH				Abundancia	
pH	Correlación de Pearson	1	,228		
	Sig. (bilateral)		,526		
	N	10	10		

SDT				Abundancia	
SDT	Correlación de Pearson	1	-,391		
	Sig. (bilateral)		,264		
	N	10	10		

Temperatura				Abundancia	
Temperatura	Correlación de Pearson	1	,271		
	Sig. (bilateral)		,448		
	N	10	10		

Depredadores				Abundancia	
Rho de Spearman	Depredadores	Coefficiente de correlación	1,000	-,562	
		Sig. (bilateral)	.	,091	
		N	10	10	

### Anexo 12.16: Correlación de parámetros con abundancia de Lepidópteros en E1

Temperatura				Abundancia	
Temperatura	Correlación de Pearson	1	-,249		
	Sig. (bilateral)		,488		
	N	10	10		

Humedad				Abundancia	
Humedad	Correlación de Pearson	1	,210		
	Sig. (bilateral)		,559		
	N	10	10		

Nubosidad				Abundancia	
Rho de Spearman	Nubosidad	Coefficiente de correlación	1,000	-,313	
		Sig. (bilateral)	.	,379	
		N	10	10	

Precipitación				Abundancia	
Rho de Spearman	Precipitación	Coefficiente de correlación	1,000	-,317	
		Sig. (bilateral)	.	,372	
		N	10	10	

pH				Abundancia	
pH	Correlación de Pearson	1	,304		
	Sig. (bilateral)		,393		
	N	10	10		

SDT				Abundancia	
SDT	Correlación de Pearson	1	-,387		
	Sig. (bilateral)		,270		
	N	10	10		

Temperatura				Abundancia	
Temperatura	Correlación de Pearson	1	,104		
	Sig. (bilateral)		,776		
	N	10	10		

Depredador				Abundancia	
Rho de Spearman	Depredador	Coefficiente de correlación	1,000	-,251	
		Sig. (bilateral)	.	,484	
		N	10	10	

### Anexo 12.17: Correlación de parámetros con abundancia de Lepidópteros en E2

		Temperatura	Abundancia			Humedad	Abundancia		
Temperatura	Correlación de Pearson	1	,584	Humedad	Correlación de Pearson	1	-,416		
	Sig. (bilateral)		,076		Sig. (bilateral)		,232		
	N	10	10		N	10	10		
		Nubosidad	Abundancia			Precipitación	Abundancia		
Rho de Spearman	Nubosidad	Coefficiente de correlación	1,000	-,040	Rho de Spearman	Precipitación	Coefficiente de correlación	1,000	-,269
		Sig. (bilateral)	.	,913			Sig. (bilateral)	.	,452
		N	10	10			N	10	10
		pH	Abundancia			SDT	Abundancia		
pH	Correlación de Pearson	1	,451	SDT	Correlación de Pearson	1	-,320		
	Sig. (bilateral)		,191		Sig. (bilateral)		,367		
	N	10	10		N	10	10		
		Temperatura	Abundancia			Depredador	Abundancia		
Temperatura	Correlación de Pearson	1	,577	Rho de Spearman	Depredador	Coefficiente de correlación	1,000	-,376	
	Sig. (bilateral)		,081			Sig. (bilateral)	.	,285	
	N	10	10			N	10	10	

### Anexo 12.18: Correlación de parámetros con abundancia de Lepidópteros en E3.

		Temperatura	Abundancia			Humedad	Abundancia		
Temperatura	Correlación de Pearson	1	,716*	Rho de Spearman	Humedad	Coefficiente de correlación	1,000	,061	
	Sig. (bilateral)		,020			Sig. (bilateral)	.	,867	
	N	10	10			N	10	10	
		Nubosidad	Abundancia			Precipitación	Abundancia		
Rho de Spearman	Nubosidad	Coefficiente de correlación	1,000	-,089	Rho de Spearman	Precipitación	Coefficiente de correlación	1,000	-,183
		Sig. (bilateral)	.	,808			Sig. (bilateral)	.	,613
		N	10	10			N	10	10
		pH	Abundancia			SDT	Abundancia		
Rho de Spearman	pH	Coefficiente de correlación	1,000	-,474	Rho de Spearman	SDT	Coefficiente de correlación	1,000	,170
		Sig. (bilateral)	.	,166			Sig. (bilateral)	.	,638
		N	10	10			N	10	10
		Temperatura	Abundancia			Depredador	Abundancia		
Rho de Spearman	Temperatura	Coefficiente de correlación	1,000	-,280	Rho de Spearman	Depredador	Coefficiente de correlación	1,000	-,334
		Sig. (bilateral)	.	,434			Sig. (bilateral)	.	,346
		N	10	10			N	10	10

\*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

### Anexo 12.19: Correlación de parámetros con abundancia de Lepidópteros en E4

		Temperatura	Abundancia			Humedad	Abundancia		
Temperatura	Correlación de Pearson	1	,451	Humedad	Correlación de Pearson	1	-,173		
	Sig. (bilateral)		,191		Sig. (bilateral)		,633		
	N	10	10		N	10	10		
		Nubosidad	Abundancia			Precipitación	Abundancia		
Rho de Spearman	Nubosidad	Coefficiente de correlación	1,000	,297	Rho de Spearman	Precipitación	Coefficiente de correlación	1,000	-,084
		Sig. (bilateral)	.	,405			Sig. (bilateral)	.	,818
		N	10	10			N	10	10

		pH	Abundancia			SDT	Abundancia
pH	Correlación de Pearson	1	,311	SDT	Correlación de Pearson	1	-,454
	Sig. (bilateral)		,381		Sig. (bilateral)		,187
	N	10	10		N	10	10

		Temperatura	Abundancia			Depredador	Abundancia	
Temperatura	Correlación de Pearson	1	,342	Rho de Spearman	Depredador	Coefficiente de correlación	1,000	,021
	Sig. (bilateral)		,333		Sig. (bilateral)			,954
	N	10	10		N	10	10	

### Anexo 12.20: Correlación de parámetros con diversidad de Odonatos por estación

		Diversidad	Temperatura			Diversidad	Humedad	
Diversidad	Correlación de Pearson	1	,035	Rho de Spearman	Diversidad	Coefficiente de correlación	1,000	,400
	Sig. (bilateral)		,965		Sig. (bilateral)			,600
	N	4	4		N	4	4	

		Diversidad	Nubosidad			Diversidad	Precipitación
Diversidad	Correlación de Pearson	1	-,732	Diversidad	Correlación de Pearson	1	,797
	Sig. (bilateral)		,268		Sig. (bilateral)		,203
	N	4	4		N	4	4

		pH	Diversidad			SDT	Diversidad
pH	Correlación de Pearson	1	-,899	SDT	Correlación de Pearson	1	,760
	Sig. (bilateral)		,101		Sig. (bilateral)		,240
	N	4	4		N	4	4

		Temperatura	Diversidad
Temperatura	Correlación de Pearson	1	,784
	Sig. (bilateral)		,216
	N	4	4

### Anexo 12.21: Correlación de parámetros con diversidad de Odonatos por monitoreo

		Temperatura	E1	E2	E3			Temperatura	E4	
Temperatura	Correlación de Pearson	1	-,164	-,218	,553	Rho de Spearman	Temperatura	Coefficiente de correlación	1,000	,000
	Sig. (bilateral)		,651	,546	,097		Sig. (bilateral)			,1,000
	N	10	10	10	10		N	10	10	

		Humedad	E1	E2	E3			Humedad	E4	
Humedad	Correlación de Pearson	1	,269	,139	-,134	Rho de Spearman	Humedad	Coefficiente de correlación	1,000	,111
	Sig. (bilateral)		,452	,701	,711		Sig. (bilateral)			,760
	N	10	10	10	10		N	10	10	

			Nubosidad	E1	E2	E3	E4
Rho de Spearman	Nubosidad	Coefficiente de correlación	1,000	,215	,026	,141	-,438
		Sig. (bilateral)	.	,551	,943	,697	,205
		N	10	10	10	10	10

		Precipitación	E1	E2	E3
Precipitación	Correlación de Pearson	1	-,179	-,463	,067
	Sig. (bilateral)		,620	,177	,855
	N	10	10	10	10

		pH	E1	E2	E3
pH	Correlación de Pearson	1	-,212	,098	-,062
	Sig. (bilateral)		,557	,788	,865
	N	10	10	10	10

		SDT	E1	E2	E3
SDT	Correlación de Pearson	1	-,028	,005	-,040
	Sig. (bilateral)		,939	,990	,913
	N	10	10	10	10

		Temperatura	E1	E2	E3
Temperatura	Correlación de Pearson	1	,097	,239	,271
	Sig. (bilateral)		,790	,505	,448
	N	10	10	10	10

			Precipitación	E4
Rho de Spearman	Precipitación	Coefficiente de correlación	1,000	,051
		Sig. (bilateral)	.	,888
		N	10	10

			pH	E4
Rho de Spearman	pH	Coefficiente de correlación	1,000	-,020
		Sig. (bilateral)	.	,956
		N	10	10

			SDT	E4
Rho de Spearman	SDT	Coefficiente de correlación	1,000	-,235
		Sig. (bilateral)	.	,514
		N	10	10

			Temperatura	E4
Rho de Spearman	Temperatura	Coefficiente de correlación	1,000	,295
		Sig. (bilateral)	.	,408
		N	10	10

### Anexo 12.22: Correlación de parámetros con abundancia de Odonatos

		Temperatura	Abundancia
Temperatura	Correlación de Pearson	1	,352
	Sig. (bilateral)		,319
	N	10	10

		Humedad	Abundancia
Humedad	Correlación de Pearson	1	-,218
	Sig. (bilateral)		,546
	N	10	10

		Nubosidad	Abundancia	
Rho de Spearman	Nubosidad	Coefficiente de correlación	1,000	,360
		Sig. (bilateral)	.	,307
		N	10	10

		Precipitación	Abundancia	
Rho de Spearman	Precipitación	Coefficiente de correlación	1,000	-,173
		Sig. (bilateral)	.	,633
		N	10	10

		pH	Abundancia
pH	Correlación de Pearson	1	,076
	Sig. (bilateral)		,834
	N	10	10

		SDT	Abundancia
SDT	Correlación de Pearson	1	-,151
	Sig. (bilateral)		,677
	N	10	10

		Temperatura	Abundancia
Temperatura	Correlación de Pearson	1	,376
	Sig. (bilateral)		,285
	N	10	10

**Anexo 12.23: Correlación de parámetros con abundancia de Odonatos en E1.**

		Temperatura	Abundancia			Humedad	Abundancia			
Temperatura	Correlación de Pearson	1	,039	Humedad	Correlación de Pearson	1	-,276			
	Sig. (bilateral)		,915		Sig. (bilateral)			,439		
	N	10	10		N	10	10	10		
		Nubosidad	Abundancia			Precipitación	Abundancia			
Rho de Spearman	Nubosidad	Coefficiente de correlación	1,000	,360	Rho de Spearman	Precipitación	Coefficiente de correlación	1,000	-,531	
		Sig. (bilateral)					Sig. (bilateral)			,114
	N	10	10	N		10	10	10	10	
		pH	Abundancia			SDT	Abundancia			
pH	Correlación de Pearson	1	-,023	SDT	Correlación de Pearson	1	,177			
	Sig. (bilateral)		,950		Sig. (bilateral)			,625		
	N	10	10		N	10	10	10		
		Temperatura	Abundancia							
Temperatura	Correlación de Pearson	1	,258							
	Sig. (bilateral)		,471							
	N	10	10							

**Anexo 12.24: Correlación de parámetros con abundancia de Odonatos en E2**

		Temperatura	Abundancia			Humedad	Abundancia			
Temperatura	Correlación de Pearson	1	,403	Humedad	Correlación de Pearson	1	-,250			
	Sig. (bilateral)		,249		Sig. (bilateral)			,485		
	N	10	10		N	10	10	10		
		Nubosidad	Abundancia			Precipitación	Abundancia			
Rho de Spearman	Nubosidad	Coefficiente de correlación	1,000	,261	Rho de Spearman	Precipitación	Coefficiente de correlación	1,000	,019	
		Sig. (bilateral)					Sig. (bilateral)			,959
	N	10	10	N		10	10	10	10	
		pH	Abundancia			SDT	Abundancia			
pH	Correlación de Pearson	1	,356	SDT	Correlación de Pearson	1	-,557			
	Sig. (bilateral)		,312		Sig. (bilateral)			,094		
	N	10	10		N	10	10	10		
		Temperatura	Abundancia							
Temperatura	Correlación de Pearson	1	,475							
	Sig. (bilateral)		,166							
	N	10	10							

**Anexo 12.25: Correlación de parámetros con abundancia de Odonatos en E3**

		Temperatura	Abundancia
Temperatura	Correlación de Pearson	1	,615
	Sig. (bilateral)		,058
	N	10	10

		Nubosidad	Abundancia
Rho de Spearman	Nubosidad	Coefficiente de correlación	1,000
		Sig. (bilateral)	,768
		N	10

		pH	Abundancia
pH	Correlación de Pearson	1	,190
	Sig. (bilateral)		,599
	N	10	10

		Temperatura	Abundancia
Temperatura	Correlación de Pearson	1	,388
	Sig. (bilateral)		,268
	N	10	10

		Humedad	Abundancia
Humedad	Correlación de Pearson	1	-,251
	Sig. (bilateral)		,485
	N	10	10

		Precipitación	Abundancia
Rho de Spearman	Precipitación	Coefficiente de correlación	1,000
		Sig. (bilateral)	,798
		N	10

		SDT	Abundancia
SDT	Correlación de Pearson	1	-,289
	Sig. (bilateral)		,418
	N	10	10

**Anexo 12.26: Correlación de parámetros con abundancia de Odonatos en E4.**

		Temperatura	Abundancia
Rho de Spearman	Temperatura	Coefficiente de correlación	1,000
		Sig. (bilateral)	,645
		N	10

		Nubosidad	Abundancia
Rho de Spearman	Nubosidad	Coefficiente de correlación	1,000
		Sig. (bilateral)	-,251
		N	10

		pH	Abundancia
Rho de Spearman	pH	Coefficiente de correlación	1,000
		Sig. (bilateral)	-,135
		N	10

		Temperatura	Abundancia
Rho de Spearman	Temperatura	Coefficiente de correlación	1,000
		Sig. (bilateral)	,080
		N	10

		Humedad	Abundancia
Rho de Spearman	Humedad	Coefficiente de correlación	1,000
		Sig. (bilateral)	,136
		N	10

		Precipitación	Abundancia
Rho de Spearman	Precipitación	Coefficiente de correlación	1,000
		Sig. (bilateral)	-,179
		N	10

		SDT	Abundancia
Rho de Spearman	SDT	Coefficiente de correlación	1,000
		Sig. (bilateral)	-,234
		N	10