



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**

**FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR**

**CARRERA DE BIOLOGÍA**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

**TEMA:**

**“LEPIDÓPTEROS COMO INDICADORES DEL ECOSISTEMA EN  
LA COMUNA ZAPOTAL, PROVINCIA DE SANTA ELENA”**

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

**BIÓLOGO**

**AUTOR:**

**SOLANO GÁLVEZ LIA NAOMI**

**DOCENTE PROPONENTE:**

**BLGA. MARÌA HERMINIA CORNEJO RODRÌGUEZ, Ph.D.**

**La Libertad**

**2024**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**

**FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR**

**CARRERA DE BIOLOGÍA**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

**TEMA:**

**“LEPIDÓPTEROS COMO INDICADORES DEL ECOSISTEMA EN  
LA COMUNA ZAPOTAL, PROVINCIA DE SANTA ELENA”**

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

**BIÓLOGO**

**AUTOR:**

**SOLANO GÁLVEZ LIA NAOMI**

**TUTOR:**

**BLGA. MARÍA HERMINIA CORNEJO RODRÍGUEZ, Ph.D.**

**La Libertad – Ecuador**

**2024**

## DECLARACIÓN DEL DOCENTE TUTOR

En mi calidad de Docente Tutor del Trabajo de Integración Curricular, “Lepidópteros como indicadores del ecosistema en la comuna Zapotal, Provincia de Santa Elena”, elaborado por Solano Gálvez Lia Naomi, estudiante de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Biólogo/a, me permito declarar que luego de haber dirigido su desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por la cual, apruebo en todas sus partes, encontrándose apto para la evaluación del docente especialista.

Atentamente



---

Blga. María Herminia Cornejo Rodríguez, PhD.

DOCENTE TUTOR

C.I. 0905260881

## DECLARACIÓN DEL DOCENTE DE ÁREA

En mi calidad de Docente Especialista del Trabajo de Integración Curricular, “Lepidópteros como indicadores del ecosistema en la comuna Zapotal, Provincia de Santa Elena”, elaborado por Solano Gálvez Lia Naomi, estudiante de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Biólogo/a, 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 sustentación.

Atentamente

A handwritten signature in blue ink, reading "Dadsania Rodríguez", is written over a horizontal dashed line.

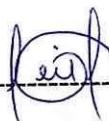
Blga. Dadsania Rodríguez, M. Sc.

DOCENTE DE ÁREA

C.I. 0913042008

## DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad del contenido, ideas, hechos y resultados expuestos en esta tesis me corresponde exclusivamente, y el patrimonio intelectual de la misma, a la Universidad Estatal Península de Santa Elena



---

Lia Naomi Solano Gálvez

C.C 2200368153

## **DEDICATORIA**

A Dios, fuente inagotable de sabiduría y fortaleza, por guiarme en cada paso de este camino. Gracias por darme la fuerza para superar los desafíos y por la inspiración constante que me ha permitido alcanzar mis metas.

A mi mami Patricia Gálvez, cuyo amor incondicional, apoyo constante y sabios consejos han sido la base de todo lo que he logrado. Gracias por creer en mí y por ser mi mayor inspiración.

A mis hermanos Angiel y Guillermo, por su compañía, apoyo y por hacer de cada momento juntos una experiencia inolvidable. Su confianza y cariño han sido esenciales en este viaje.

A mi papá Patricio Solano, por su ejemplo de esfuerzo y dedicación, y por su apoyo económico en el tiempo que me toco ser estudiante

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que han contribuido a la realización de esta tesis y han sido parte fundamental en este importante logro académico.

A los docentes y autoridades de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, por su dedicación y compromiso en impartir sus conocimientos, y por ser una fuente constante de inspiración y guía a lo largo de mi formación.

A mi tutora, la Bióloga María Herminia Cornejo, por su invaluable apoyo, orientación y paciencia durante todo el proceso de investigación. Su experiencia y sabiduría han sido cruciales para la culminación exitosa de este trabajo.

A la Dra. María Fernanda Checa, al Dr. Adrián Troya y al Biólogo Roberto Borbor, por su colaboración y asesoría experta. Sus aportes y consejos han sido esenciales para el desarrollo de este estudio.

A mis amigos Genesis, Andrea, Daniel, Gabriela, Milena, Eloy, Joel, Mauricio y Ariel, por su amistad incondicional, apoyo emocional y por estar siempre a mi lado en cada etapa de este viaje. Su compañía ha sido un pilar fundamental en mi vida y en mi carrera académica.

## TRIBUNAL DE GRADO

Trabajo de integración Curricular por **Solano Gálvez Lia Naomi** como requisito parcial para la obtención del grado de Bióloga de la Carrera de Biología, Facultad Ciencias del Mar de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Trabajo de Integración Curricular **APROBADO** el: jueves 18 de Julio del 2024



Ing, Jimmy Villón Moreno, M.Sc.

**DIRECTOR DE CARRERA**  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



Blga, Dadsania Rodríguez, M.Sc.

**PROFESOR DE ÁREA**  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



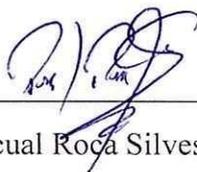
Blga, María Cornejo Rodríguez, Ph.D.

**DOCENTE TUTOR**  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Blgo, Richard Duque Marín, M.Sc.

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



Lcdo, Pascual Roca Silvestre, Mgtr.

**SECRETARIO DEL TRIBUNAL**

## INDICE GENERAL

DECLARACIÓN EXPRESA .....	1
DEDICATORIA .....	2
AGRADECIMIENTOS .....	3
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN .....	5
GLOSARIO .....	10
ABREVIATURAS.....	11
RESUMEN.....	12
ABSTRACT.....	13
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. JUSTIFICACIÓN .....	5
3. OBJETIVOS .....	8
4. HIPÓTESIS .....	9
5. MARCO TEÓRICO .....	10
6. METODOLOGÍA.....	31
7. RESULTADOS .....	38
8. DISCUSIÓN .....	58
9. CONCLUSIONES.....	62
10. RECOMENDACIONES.....	65
11. BIBLIOGRAFÍA .....	66

12. ANEXOS .....	74
------------------	----

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Clasificación del orden Lepidóptera .....	13
Figura 2. Morfología de un lepidóptero en estado larvario .....	18
Figura 3. Morfología de un lepidóptero en estadio larvario .....	18
Figura 4. Morfología de un lepidóptero.....	20
Figura 5. Morfología completa de un lepidóptero .....	22
Figura 6. Ubicación geográfica del área de estudio.....	31
Figura 7. Porcentaje de especies por familia del Orden Lepidóptera presentes en el cerro Zapotal – Provincia de Santa Elena .....	42
Figura 8. Porcentaje de especies por género del Orden Lepidóptera presentes en el cerro Zapotal – Provincia de Santa Elena .....	43
Figura 9. Índice total de las estaciones – Índice de Shannon .....	53
Figura 10. Índice total de las estaciones – Índice de Shannon .....	54

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Entorno de la Comuna Zapotal .....	74
Anexo 2. Colocación de las Trampa Van Someren - Rydon.....	74
Anexo 3. Trampa Van Someren – Rydon .....	75
Anexo 4. Mariposa organillo clara ( <i>Euptoieta hegesia aff</i> ) .....	75
Anexo 5. Lepidópteros pertenecientes a la familia Hesperiiida y Nymphalidae encontrados en las trampas.....	76
Anexo 6. Lepidópteros pertenecientes a la familia Pieridae y Hesperiiida ...	77
Anexo 7. Mariposa organillo clara vista ventral ( <i>Euptoieta hegesia aff</i> ).....	77

## GLOSARIO

**Entomología:** Ciencia que estudia los insectos.

**Lepidóptera:** Orden de insectos que incluye mariposas y polillas.

**Metamorfosis:** Proceso de desarrollo de los insectos que implica cambios morfológicos y fisiológicos distintos en cada etapa.

**Taxonomía:** Ciencia de la clasificación de los organismos.

**Pupa:** Etapa de desarrollo inmóvil entre la larva y el adulto de los insectos holometábolos.

**Imago:** Estado adulto de un insecto después de la metamorfosis.

**Fitófago:** Organismo que se alimenta de plantas.

**Monofagia:** Dieta especializada que se limita a un tipo específico de planta.

**Polifagia:** Dieta que incluye varios tipos de plantas.

**Pirámide ecológica:** Representación gráfica de la estructura trófica y las interacciones alimenticias en un ecosistema.

## **ABREVIATURAS**

**BTES:** Bosques Tropicales Estacionalmente Secos

**msnm:** metros sobre el nivel del mar

**°C:** grados Celsius

**mm:** milímetros

**ANOVA:** Análisis de Varianza

## RESUMEN

En la búsqueda de herramientas efectivas para evaluar la salud y calidad de los ecosistemas, los lepidópteros emergen como bioindicadores valiosos debido a su sensibilidad a los cambios ambientales y a su rol crucial en las cadenas tróficas. Este estudio se enfoca en la Comuna Zapotal, ubicada en la Provincia de Santa Elena, Ecuador, para determinar la utilidad de los lepidópteros como indicadores de la calidad del ecosistema local. La colecta de organismos se llevó a cabo utilizando trampas Van Someren-Rydon y transectos aleatorios para la captura y observación de lepidópteros en diferentes estratos del bosque y categorías de vegetación. Los bosques tropicales estacionalmente secos (BTES) tienen un clima con intensas lluvias seguidas por largas sequías, vegetación diversa y árboles de menor altura. Se caracterizan por la caída estacional de hojas y temperaturas cálidas de 26 °C a 30 °C. Son importantes corredores ecológicos y hábitats. Para las guías de identificación y registro de los ejemplares se utilizaron guías ilustradas, claves de taxonomía y la plataforma iNaturalistEc. El análisis de la diversidad de lepidópteros reveló variaciones significativas en la composición de especies entre las diferentes categorías de vegetación y estratos del bosque. Se observó en total 118 lepidópteros, en donde la más representativa fue la familia Pieridae con un total 55 organismos identificados los cuales mostraban una preferencia marcada por áreas con mayor cobertura vegetal y menor perturbación antropogénica, lo que sugiere su potencial como indicadores de la integridad del hábitat.

**Palabras clave:** Lepidópteros, bioindicadores, diversidad, ecosistema, conservación, Comuna Zapotal, Provincia de Santa Elena.

## ABSTRACT

“In the search for effective tools to assess the health and quality of ecosystems, lepidopterans emerge as valuable bioindicators due to their sensitivity to environmental changes and their crucial role in food chains. This study focuses on Comuna Zapotal, located in the Province of Santa Elena, Ecuador, to determine the usefulness of lepidopterans as indicators of local ecosystem quality. Organism collection was carried out using Van Someren-Rydon traps and random transects for capturing and observing lepidopterans in different forest strata and vegetation categories. Seasonally dry tropical forests (BTES) have a climate with intense rainfall followed by long droughts, diverse vegetation and shorter trees. They are characterized by seasonal leaf fall and warm temperatures of 26°C to 30°C. They are important ecological corridors and habitats. Illustrated guides, taxonomic keys, and the iNaturalistEc platform were used for specimen identification and recording. The analysis of lepidopteran diversity revealed significant variations in species composition among different vegetation categories and forest strata. A total of 118 lepidopterans were observed, with the family Pieridae being the most representative, comprising 55 identified organisms. These species showed a marked preference for areas with greater vegetation cover and less anthropogenic disturbance, suggesting their potential as indicators of habitat integrity.”

**Keywords:** Lepidopterans, bioindicators, diversity, ecosystem, conservation, Comuna Zapotal, Province of Santa Elena

## 1. INTRODUCCIÓN

La biodiversidad de nuestro planeta es una extensa y compleja red de interacciones entre organismos y su entorno. Los lepidópteros son, un grupo de insectos que comprende mariposas y polillas, organismos que históricamente han sido utilizados como indicadores sensibles de la salud y al equilibrio de los ecosistemas. Sus colores y su compleja biología han sido objeto de naturalistas y entomólogos durante siglos, pero su importancia no se limita a su atractivo estético. Los lepidópteros juegan un papel esencial en la dinámica de los ecosistemas, proporcionando diversas perspectivas sobre la calidad del hábitat y la salud de la biodiversidad (Orta, 2022).

Estos organismos pueden ser afectadas por la pérdida de hábitat, la fragmentación del ecosistema, la contaminación ambiental, cambio en la vegetación, la disponibilidad de recursos, el cambio climático, y otros factores de origen antropogénicos (Rothschuh, 2023), situación que a su vez puede tener un impacto negativo en la salud del ecosistema y en la calidad ambiental (Montero et al., 2009; XERINTHIA, 2020). Los lepidópteros son un orden de insectos artrópodos apreciados por el gran tamaño de sus alas y la enorme variedad de patrones y colores que pueden exhibir de especie a especie.

Según Cahuich, (2020) debido a su sensibilidad a las variaciones en el entorno, los lepidópteros se han convertido en una ventana hacia la comprensión de la complejidad de la naturaleza. La falta de conocimiento taxonómico y ecológico de los lepidópteros puede limitar su uso como indicadores del ecosistema y dificultar la evaluación de la salud de los mismos.

Su comportamiento es muy variable, encontrándose especies de hábitos migratorios, que recorren grandes distancias en busca de alimentos o reproducción. No obstante, hay especies sedentarias, que limitan su ciclo vital a un espacio reducido o cultivo específico. El papel de los lepidópteros va más allá de servir como indicadores de cambios ecológicos. Ellos son esenciales en las cadenas tróficas de los ecosistemas. Además, son polinizadores fundamentales para muchas plantas, incluyendo especies endémicas que sólo se encuentran en algunas zonas determinadas. Como eslabón intermedio en la cadena alimentaria, son presa de numerosos depredadores, como aves, mamíferos y otros insectos (Montero et al. (2009). Cualquier alteración en las poblaciones de lepidópteros tiene repercusiones a lo largo de toda la red trófica.

La Comuna Zapotal, cuenta con una gran diversidad de paisajes y hábitats naturales, es un escenario propicio para explorar la interacción entre los lepidópteros y su entorno. Estos insectos, a menudo pasan desapercibidos en nuestra vida cotidiana, pero su importancia ecológica es innegable. A través de su respuesta sensible a las condiciones del entorno y su estrecha relación con la flora, los lepidópteros se convierten en indicadores silenciosos de la salud de la naturaleza en la Comuna Zapotal.

Los ciclos de vida de los lepidópteros están esencialmente ligados a la vegetación local; dependen de plantas hospederas específicas para su reproducción y alimentación (Mogollon & Guevara, 2011). Esta dependencia hace que cualquier alteración en la composición o la estructura de las comunidades vegetales tenga un impacto directo en las poblaciones de lepidópteros que las utilizan como hábitat. Su supervivencia está determinada por factores abióticos como la altitud, latitud y clima, principalmente la temperatura y la humedad (Vázquez, 2022).

El estudio de los lepidópteros en la Comuna Zapotal no solo aportará conocimientos sobre la biodiversidad local, sino que también permitirá posteriormente comprender la dinámica de la naturaleza y cómo las interacciones entre los seres vivos y su entorno pueden influir en la salud del entorno. A medida que los ecosistemas enfrentan la degradación del

hábitat, la contaminación, el cambio climático y otros impactos antropogénicos, es fundamental comprender cómo los lepidópteros responden a estos cambios. Su estudio no solo revelara la salud de los ecosistemas, sino que también proporciona datos cruciales para la toma de decisiones para dar frente a la conservación del medio ambiente.

La investigación no solo aspira a profundizar en la comprensión de la ecología de los lepidópteros en la Comuna Zapotal, sino que también tiene como objetivo proporcionar datos sólidos y relevantes para impulsar acciones concretas de conservación. La biodiversidad local, que incluye a los lepidópteros, no solo es esencial para preservar la salud de los ecosistemas, sino que también asegura la sostenibilidad de los recursos naturales en beneficio de las generaciones futura.

## **2. JUSTIFICACIÓN**

Los organismos pertenecientes al orden lepidóptera, desempeñan un papel fundamental como indicadores del ecosistema en la comuna Zapotal por varias razones muy significativas, dado que, son sensibles a cambios ambientales; Su presencia, diversidad y distribución están estrechamente ligadas a las condiciones ambientales locales, incluyendo la calidad del aire, la disponibilidad de hábitats y la salud de la vegetación. Los lepidópteros también son indicadores de cambios climáticos, puesto que, sus patrones de vuelo, sobre todo de los diurnos pueden estar vinculados a cambios en las temperaturas y el clima, convirtiéndolos en valiosos indicadores para detectar posibles alteraciones en el entorno, lo que a su vez ayuda a evaluar la salud y la estabilidad del ecosistema.

Por otro lado, estos insectos son parte integral de la cadena alimenticia, ya que sirven como fuente de alimento para muchas especies de aves, murciélagos, roedores y otros depredadores. Por lo que una disminución de la población de lepidópteros en la zona podría afectar negativamente a sus depredadores, lo que a su vez podría provocar un efecto dominó en todo el ecosistema.

Los lepidópteros son conocidos por ser polinizadores, aunque en menor medida que las abejas y otros insectos. Sin embargo, su contribución a la

polinización es significativa, especialmente para algunas especies de plantas nativas de la zona. La reducción de la polinización tiene repercusiones en la capacidad de reproducción de las plantas, lo que tendría efectos adversos en la diversidad de la flora y la disponibilidad de alimentos para la fauna local. La presencia y abundancia de lepidópteros en Zapotal podrían anticipar cambios en el ecosistema, señalando posibles factores, como la degradación del hábitat, la contaminación del aire o suelo y los posibles cambios climáticos.

Su observación y estudio pueden proporcionar información valiosa sobre la salud y la estabilidad del ecosistema local. Por lo tanto, debido a su sensibilidad a las alteraciones ambientales, su importancia en la cadena trófica y su contribución a la polinización, estos organismos albergan una gran significancia en la comuna Zapotal. Su estudio y monitoreo continuo con la implementación de trampas para la colecta de los organismos pueden ayudar a guiar acciones de conservación y gestión ambiental para preservar la biodiversidad y el bienestar de la comunidad en esta región con la finalidad que estos ecosistemas perduren para las futuras generaciones.

Esto favorecerá el preservar la biodiversidad, la estabilidad del ecosistema y, en última instancia, el bienestar de la comunidad local. La intención es que estos ecosistemas perduren para las futuras generaciones, garantizando un entorno natural prístino y saludable en la comuna de Zapotal.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. OBJETIVO GENERAL**

Analizar la diversidad de lepidópteros, mediante observación directa, colecta y trampas dirigidas determinando la calidad del ecosistema.

#### **3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS:**

- Describir las características del entorno donde se encuentran los lepidópteros
- Establecer la diversidad y abundancia de los lepidópteros mediante observación directa, colecta y trampas específicas
- Relacionar la abundancia y densidad de lepidópteros con las características del entorno utilizando la matriz de Leopold.

### **4. HIPÓTESIS**

**H1:** La diversidad y abundancia de lepidópteros depende del estado de salud del ecosistema.

## **5. MARCO TEÓRICO**

### **5.1. Entomología en Ecuador**

La entomología proviene del griego *éntomos*, <insectos>, y *logos* <ciencia>. Siendo los insectos el enfoque principal de estudio de esta rama muy específica de la Biología. En el Ecuador, el conocimiento sobre los insectos es profundo y arraigado en la historia y las tradiciones de las culturas ancestrales. Desde tiempos remotos, las diversas comunidades indígenas no solo veían a los insectos como simples criaturas, si no que le atribuían significados simbólicos y los aprovechaban de diversas formas (Cabrera et al., 2018). Algunas especies de insectos eran usados como remedios naturales, alimentación y para rituales de estos pueblos originarios (Jijon et al., 2016; Muñoz & Gruner, 2017).

Durante los últimos dos siglos, el interés por los insectos aumentó significativamente, influenciados por la entomología europea. Esto se debió a problemas políticos en Europa que forzaron a muchos extranjeros que emigraron hacia Ecuador y países vecinos debido a la guerra y hambruna. Entre estos migrantes se encontraban entomólogos y científicos que se dedicaron a explorar la diversidad de insectos en Ecuador.

El primer ecuatoriano registrado que se dedicó al estudio de los insectos fue Francisco Campo Ribadeneira (1878-1943), un intelectual oriundo de Guayaquil. Mientras ejercía como catedrático de zoología médica en la universidad de Guayaquil, realizó diversas investigaciones en el campo de la entomología médica. Durante este tiempo, recolectó una variedad de insectos y estableció la primera colección entomológica del país (Navarro, 2015).

## **5.2. Generalidades de Lepidópteros**

Las mariposas pertenecientes al grupo de artrópodos que se encuentra dentro del orden *Lepidóptera*, de griego *lepís*, <escamas> y *pteron*, <ala>. Los lepidópteros se destacan como el segundo orden más prolifero y diverso dentro de la clase *insecta*. Estos insectos que incluyen polillas y mariposas son conocidos por sus alas cubiertas de escamas que les atribuyen una apariencia característica y a menudo vibrante, muchas especies se las puede encontrar en diversos hábitats en el mundo, desde regiones tropicales hasta áreas templadas y árticas (García-Barros et al., 2015; Rothschuh Osorio, Rothschuh Osorio, 2023). Su ciclo de vida, que implica una metamorfosis completa, comienza con la pupa de huevo, seguida por larvas que se alimentan activamente, luego pupas que en las que ocurre la transformación y finalmente la etapa adulta, que son los únicos que poseen alas completamente desarrolladas y son capaces de reproducirse (Mejillones & Suarez, 2023). Estos organismos cumplen un papel importante en el proceso de polinización y como fuente de alimento

para otros organismos convirtiendo a los lepidópteros en una pieza vital dentro de los ecosistemas terrestres (Merckx et al., 2015; Konyikt et al., 2016; Roths Schuh Osorio, 2023).

### **5.3. Clasificación Taxonomía**

La clasificación se fundamenta en un sistema taxonómica jerárquico que abarca diversos niveles, desde el reino hasta la especie. La clasificación de estos organismos se basa en una mezcla de observaciones detalladas de su aspecto y comportamiento, así como en análisis más profundos a nivel molecular y genético. Cada detalle, desde la forma de sus alas hasta la estructura de sus antenas, ayuda a los científicos a diferenciar entre diferentes familias y subfamilia de lepidópteros.

Cada grupo de organismos presenta ciertas características física que los ayudan a ser clasificados. Dentro de una familia, puede haber subdivisiones llamadas subfamilias, donde los organismos comporten similitudes para también tienen diferentes significativos que los distinguen. Estas diferencias son los suficientes notables como para que cada subfamilia sea identificada y catalogada de manera independiente.

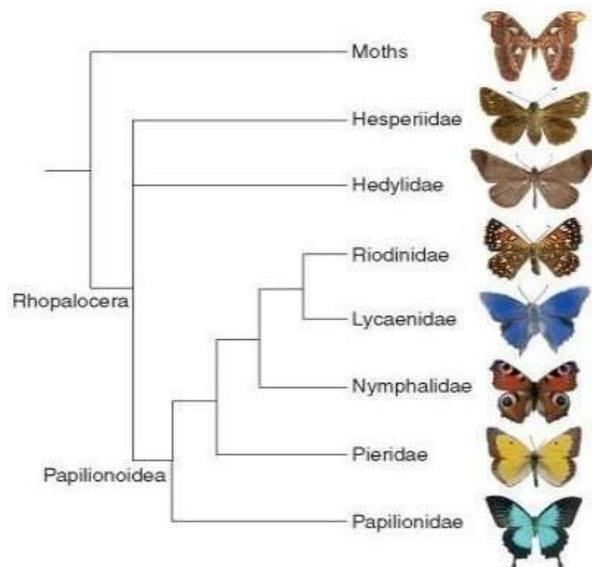
En del orden Lepidóptera, existen varios subórdenes reconocidos en la actualidad: Aglossata, Heterobathemiina, Zeugloptera, y Glossata. Los lepidópteros constituyen un campo de estudio fundamental en la biología, este grupo diversos de insectos alados comprenden una variedad abundante variedad de formas, tamaños, colores y comportamientos (García-Barros et al., 2015).

La clasificación del orden Lepidóptera es la siguiente:

- Suborden: Zeugloptera
- Suborden: Aglossata
- Suborden: Heterobathemiina
- Suborden: Glossata
- Infraorden: Heteroneura
- División: Ditrysia

**Figura 1.**

Clasificación del orden Lepidóptera.



#### 5.4. Principales familias del Ecuador

En Ecuador, se estima que en la parte neotropical del país alberga alrededor del 35% de todas las mariposas identificadas hasta ahora, cabe recalcar que a nivel mundial existen más de 250,000. Dentro de la gran diversidad de lepidópteros, hay un grupo que destaca y este lo comprende el suborden Glossata, conformado por dos infraórdenes Exoporia y Heteroneura estas han sido reportadas en nuestro territorio. Exoporia es un grupo de mariposas primitivas, donde se encuentran la subfamilia Hepialoidea, mientras que Heteroneura se divide en dos grupos que son Monotrysia y Ditrysia. En la subfamilia Papilionoidea se reconocen cuatro familias: *Pieridae*, *Lycaenidae*, *Nymphalidae*, *Riodinidae*.

##### 5.4.1 *Pieridae*

Las mariposas pertenecientes a la familia *Pieridae* se encuentra en todas partes del mundo. Son de tamaño mediano y con tonalidades claras, como blanco, amarillo o naranja, no obstante, ciertas especies pueden presentar mimetismo como método de defensa ante depredadores. Este grupo se divide en subfamilias y estas son: *Pseudopontiinae*, *Dismorphiinae*, *Pierinae* y *Coliadinae*.

#### **5.4.2 *Lycaenidae***

Esta familia está conformada por una gran diversidad de especies, siendo la mayor parte de ellas de tamaño pequeño. Una característica peculiar que distingue a esta familia es que los machos poseen patas delanteras de tamaño reducido, mientras que las hembras poseen patas de mayor tamaño. En cuanto a las alas estas exhiben generalmente colores brillantes que varían entre azul, verde, rojo o naranja, asimismo, cuentan en la parte posterior manchas en forma de ojos, además, cuentan con pequeños filamentos usados en modo de protección contra depredadores.

#### **5.4.3 *Nymphalidae***

Son el grupo más abundante de mariposas diurnas a nivel mundial, se distinguen por sus varias tonalidades, formas, tamaños mediano y gran capacidad de vuelo. Se divide en diez subfamilias que son:

*Limenitinae, Nymphalinae, Heliconiinae, Libytheinae, Charaxinae, Apaturinae, Morphinae, Satyrinae, Calinaginae y Danainae.*

#### **5.4.4 Riodinidae**

Esta familia se encuentra ampliamente distribuida en la región Neotropical, con una representación total de 1532 especies, comúnmente se denominan “mariposas de metal” debido a las pequeñas manchas brillantes en sus alas. Pero lo que las hacen realmente especiales es su increíble diversidad, su capacidad de mimetismo y morfología, en esta familia destacan tres subfamilias que son: *Riodininae, Euselasiinae y Nemeobiinae.*

### **5.5. Ciclo de vida**

Los lepidópteros, son insectos con metamorfosis completa, lo que significa que atraviesa un ciclo de vida compuesta por cuatro etapas distintas: huevo, oruga, pupa (o crisálida) y adulto (Tabla 1).

**Tabla 1.**

Fases del ciclo de vida del Orden Lepidóptera.

<b>Huevo</b>	<b>Fase Embrionaria.</b>
Larva U Oruga	Fase De Alimentación Y Crecimiento.
Pupa O Crisálida	Fase De Metamorfosis.
Adulto	Fase Sexualmente Madura Y Con Capacidad Para Volar.

Fuente: Frentiu, 2022.

- **Huevo**

El ciclo de vida de las mariposas comienza con el apartamiento de los organismos ya en su fase adulta. Luego las hembras depositan sus huevos en las hojas de plantas específicas, que varían según la especie de mariposas. Estos huevos pueden tener diferentes formas, como redonda, alargada, ovalada, entre otras. Cada huevo contiene un óvulo fertilizado cubierto por una capa llamada corión (Toro et al., 2003).

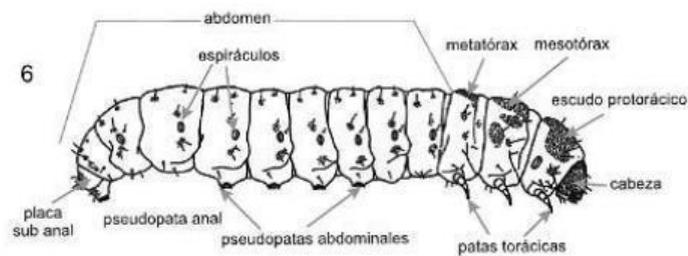
- **Oruga o larva**

Durante esta etapa, la larva se centra en alimentarse y crecer. A medida que crece, la oruga convierte grandes cantidades de hojas en reserva de alimentos necesarias para las etapas siguientes como la pupa y etapa adulta. Las larvas tienen seis patas menos que los adultos, con tres segmentos corporales distintos: la cabeza, el tórax, y el abdomen. La cabeza está equipada con mandíbulas robustas, un

exoesqueleto resistente y ojos simples, el cuerpo se alarga para acomodar el tracto digestivo. Este periodo suele durar de 3 a 4 semanas, durante las cuales el constante crecimiento provoca un desgaste en el exoesqueleto, que se renueva mediante un proceso llamado “muda”. La primera muda ocurre al emerger del huevo, luego la larva atraviesa cuatro mudas más, en la última muda la larva alcanza su tamaño completo (figura 2).

**Figura 2.**

Morfología de un lepidóptero en estado larvario



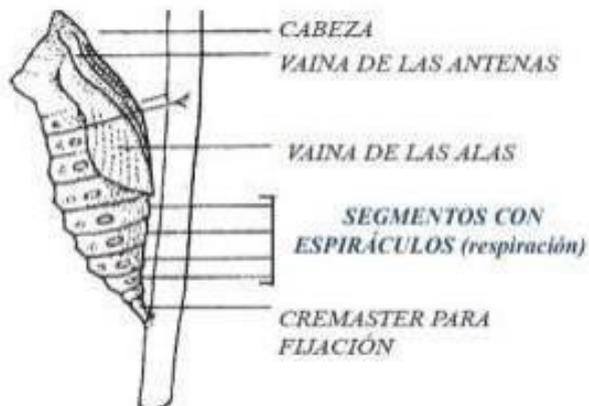
Fuente: Toro, 2003.

- **Pupa o crisálida**

Cuando la oruga llega a su etapa final antes de convertirse en mariposa, deja de comer y comienza a buscar un lugar cómodo para fijarse y construir una capa de hilos de seda denominada crisálida o capullo (Toro et al., 2003). Algunas especies construyen su crisálida quedándose colgadas boca abajo, mientras que otras se fijan boca arriba, en ramas, suelo o entre hojarasca. Las crisálidas varían en forma, tamaños y patrones, permitiendo así una clara identificación (figura 3).

### Figura 3.

Morfología de la crisálida.



Fuente: López, 2001.

- **Mariposa adulta o imago**

Después de completar su transformación dentro de la pupa, la mariposa emerge con sus alas extendidas gradualmente debido a la presión de la hemolinfa que recorre las nervaduras alares. Este proceso puede llevar alrededor de 20 minutos. Una vez afuera la mariposa adulta, tiene tres partes o segmentos y son: la cabeza conformada por un par de antenas, el tórax, que incluye dos pares de alas y tres pares de patas y el abdomen.

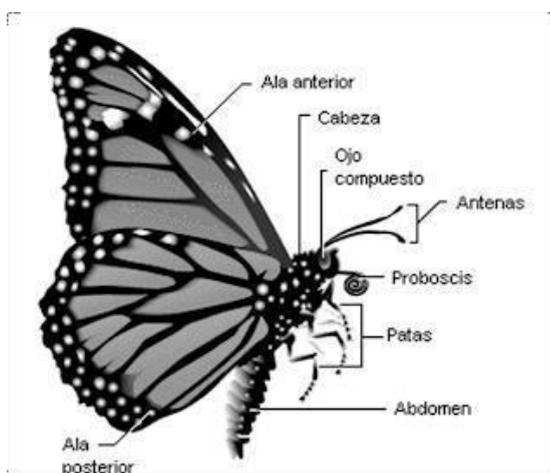
Los cuerpos de estas criaturas pueden ser de tamaño pequeño o grande, con ojos compuestos particularmente de gran tamaño y a menudo puntos adicionales llamados ocelos, los cuales son más comunes en las polillas. Las antenas son delgadas y largas, con

diferentes formas en los extremos; algunas son en forma de maza o gancho. Los adultos tienen mandíbulas atrofiadas y maxilas que se han transformado en trompas succionadoras para beber néctar. Cuando esta no está en uso, estas trompas se enrollan en espiral (Lopez & García, 2001).

Las alas de estas criaturas son membranosas y están cubiertas de pequeñas escamas aplanadas y superpuestas. Las mariposas diurnas suelen tener colores brillantes en las alas, cuando las mariposas están en reposo mantienen sus alas erguidas sobre su cuerpo (Lawrence, 2009). Las polillas nocturnas tienden a tener colores más apagados en las alas y cuando descansan, las mantiene extendidas horizontalmente sobre su cuerpo (figura 4).

**Figura 4.**

Morfología de un lepidóptero en estado adulto.



Fuente: Lopéz, 2001.

## **6.6. Morfología externa de los Lepidópteros**

Los lepidópteros, están divididos por tres segmentos que son: Cabeza, tórax y abdomen.

### **6.6.1 Cabeza**

Cuando los organismos llegan a su etapa adulta tienen una cabeza con ojos compuestos bien desarrollados y en algunas especies de menor tamaño se puede notar un pequeño ocelo detrás de la base de las antenas. Las antenas están estructuradas por tres partes: basal o escapo, una parte intermedia llamada pedicelo y flagelo, poseen una gran variedad de formas, en especial las polillas que pueden tener antenas plumosas, filiformes, dentadas, lameladas, dilatadas, fasciculadas, fusiformes, ciliadas, pectinadas, setosas, dentadas y lameladas. También cuentan con una espiritrompa, órgano especializado para su alimentación, sin embargo, en varias especies de polillas el aparato bucal se encuentra atrofiado imposibilitando su alimentación en fase adulta (Lawrence, 2009).

### **6.6.2 Tórax**

Los lepidópteros están compuestos por tres segmentos: protórax, mesotórax y metatórax, se puede observar tres pares de patas articuladas y dos partes de

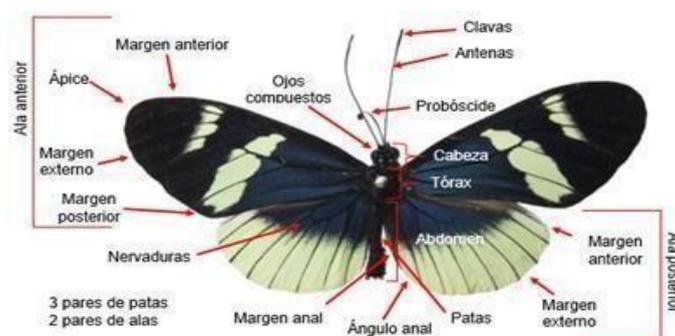
alas membranosas recubiertas por escamas, a cada par se los puede clasificar como alas anteriores y posteriores. Las alas están compuestas por un borde que culmina Enel ápice del ala y va hasta el final de la misma, en ciertas especies el ángulo anal del apéndice se prolonga generando una o varias colas con la finalidad de que ante un ataque de algún depredador fije su atención en estos apéndices y evitar dañar parte de su estructura. Ambos paras de alas poseen líneas denominadas venas alares o nervaduras, en estos pequeños conductos circula la hemolinfa, además, estas nervaduras son de gran ayuda al momento de realizar la clasificación.

### 6.6.3 Abdomen

En él abdomen se encuentra el sistema digestivo, circulatorio y nervioso. Este se encuentra dividido en diez segmentos; los ocho primeros se puede observar la típica estructura: tergo, pleuras, externo y un espiráculo en cada costado, mientras que en la parte inferior de los segmentos se encuentra la genitalia (aparato reproductor) (figura 5).

**Figura 5.**

Morfología completa de los lepidópteros



Fuente: López, 2022

## **6.7 Alimentación**

Estos organismos muestran variadas etapas de alimentación durante su desarrollo. Cuando son larvas su alimentación se basa en la ingesta de plantas (fitófagas), aunque hay algunas excepciones. A menudo, están especializados y solo comen un tipo de planta concreta, lo que se conoce como, monofagia o en ocasiones se alimentan de varios tipos de planta a esto se denomina olifagia, algunos casos se presentan organismos presentan un número elevado de plantas potenciales denominado polifagia (Toro et al., 2003).

La alimentación que presenta en el estadio larvario es muy perjudicial para la planta hospedera, siendo considerada así una plaga para los agricultores, su gran consumo de plantas se debe a la producción de hilos de seda por medio de las glándulas sericígenas que les sirve para adherirse al sustrato. Cuando llegan a la etapa adulta, generalmente dejan de comer, aunque hay algunas especies de polillas que tienen un comportamiento más primitivo y no pueden alimentarse en esta etapa (Greeney et al., 2012).

Una vez que las mariposas están completamente desarrolladas, estableciendo una relación directa entre planta – lepidóptero, basando su dieta en la ingesta de líquidos como néctar, polen o incluso jugos de frutas también se alimentan

de savia que extraen de la corteza de los árboles. Algunos de estos organismos se consideran dentro de un grupo llamado acimófagos; alimentación basada en materia orgánica en descomposición, incluyendo excremento de aves.

## **6.8 Reproducción**

Una vez que emergen del capullo, los lepidópteros desarrollan un proceso denominado cortejo, a través del cual los machos y las hembras, dependiendo la especie, utilizan una combinación de señales visuales, como maniobras de vuelo, acústicas, tácticas o química como forma de comunicación u atracción (Toro et al., 2003).

La comunicación química es una estrategia ampliamente utilizada por los organismos al momento de emparejarse. Para ello, desarrollan estructuras como mechones sexuales (androconios) o glándulas que emiten feromonas sexuales, en un proceso conocido como “conducta de llamado”. Estas feromonas, al ser liberadas al aire, son detectadas por organismos del sexo opuesto. Una vez que la hembra se encuentra receptiva, el macho se aferra a su genital a través de sus valvas, e inserta el edeago o pene para transferir su esperma.

El proceso de apareamiento puede extenderse durante varias horas, pero una vez concluida la copula, la hembra tiene la capacidad de poner huevos fértiles de manera inmediata, dando inicio al ciclo biológico de los lepidópteros. Es importante destacar que las feromonas empleadas son específicas de cada especie, lo que facilita el aislamiento de organismos estrechamente relacionados entre sí (Lawrence, 2009).

### **6.9 Hábitad de los lepidópteros**

Los hábitats de los lepidópteros abarcan una amplia variedad de entornos que van desde bosques tropicales hasta praderas alpinas. Estos insectos pueden encontrarse en ambientes terrestres y aéreos adaptándose a una diversidad de condiciones climáticas y vegetación. Su distribución está estrechamente ligada a la disponibilidad de recursos alimenticios y a las condiciones ambientales adecuadas para su reproducción y desarrollo larval (Casas, 2017).

### **6.10 Principales hábitats de los lepidópteros en Ecuador**

En el territorio ecuatoriano, se encuentran tres principales familias de lepidópteros en las zonas neotropicales del país: *Pieridae*, *Lycaenidae* y *Riodinidae*. Estas familias cuentan con características que le permiten adecuarse a las temperaturas variantes (Benavides & Vallejo, 2017).

La familia *Nymphalidae* poseen una distribución cosmopolita, siendo más abundante en las zonas andinas de Ecuador, especialmente en los páramos y matorrales xerofíticos.

### **6.11 Importancia ecológica**

Las mariposas son fácilmente observables y distinguibles, lo que las convierte en excelentes indicadores ecológicos (Montero et al., 2009). Mediante la recopilación de datos en inventarios de especies, proporcionan información sólida, debido a la gran diversidad de organismos está íntimamente ligado a la diversidad vegetal. Esto permite comprender mejor las alteraciones causadas por la actividad humana y evaluar la biodiversidad en los ecosistemas.

Los lepidópteros desempeñan un papel fundamental en numerosos ecosistemas terrestres. Son especialmente importantes para las plantas con flores pues las interacciones entre polinizadores – plantas contribuyen significativamente al equilibrio de los ecosistemas. En la pirámide ecológica, los lepidópteros ocupan el segundo nivel trófico, siendo el primer nivel su base alimenticia, conformada por plantas, el segundo nivel otorga energía al grupo de los carnívoros en los niveles tróficos mayores. Además, hay especies descomponedores o saprofitas, que cuando mueren proporcionan alimento a otros organismos (Andrade, 1998).

## **6.12 Bosque tropical estacionalmente seco**

Estos son ecosistemas caracterizados por su ubicación en regiones tropicales que experimentan periodos de sequía estacional. Durante la estación seca, la disponibilidad de agua disminuye significativamente, lo que afecta la flora y fauna de estos bosques. La vegetación suele adaptarse a estas condiciones, algunas especies pueden perder sus hojas o reducir su actividad metabólica para conservar agua. Los bosques estacionalmente secos albergan una biodiversidad única para la conservación de especies adaptadas para estos ecosistemas (Moraes et al., 2006).

Los bosques secos suelen encontrarse en áreas bastante habitadas, en muchas ocasiones en suelos aptos para la agricultura. Han presentado una mayor intervención y destrucción en comparación con los bosques húmedos (Riofrio, 2018). En el país, los bosques secos se encuentran continuos a lo largo de la costa y se presentan de forma aislada en los valles secos del callejón interandino. Los bosques costeros forman parte de la región tumbesina, que abarca aproximadamente  $130,000 \text{ km}^2$  y se extiende entre Ecuador y Perú, desde la provincia de Esmeraldas en el norte de Ecuador hasta el departamento de La Libertad en el noroeste de Perú (en áreas entre 0 – 2000 m y a veces hasta 3.000 m, que incluyen bosques secos, bosques húmedos, matorrales, desiertos, manglares y páramos). Es un área conocida

por albergar un alto nivel de especies endémicas tanto de flora como fauna (Moraes et al., 2006).

## **6.12 Método de la matriz de Leopold**

El análisis de la relación causalidad-acción y sus efectos sobre el medio ambiente se lleva a cabo mediante matrices específicas. Entre los sistemas más conocidos se encuentra el de LEOPOLD, uno de los métodos pioneros en la evaluación del impacto ambiental. Este sistema se basa en una matriz en la que las filas representan características del medio (factores ambientales) susceptibles de ser alteradas, y las columnas representan diferentes acciones (Ponce, 2018). Esta disposición permite definir y analizar las interacciones entre acciones y factores ambientales. En el método LEOPOLD, se consideran 100 posibles acciones y 88 factores ambientales, resultando en una matriz de 8,800 posibles interacciones. Dado el volumen significativo de información a manejar, esta metodología suele aplicarse de manera parcial o segmentada, enfocándose en los impactos más relevantes (Ponce, 2018).

Los parámetros utilizados en esta metodología son los siguientes:

- **Parámetros de evaluación:** LEOPOLD evalúa los impactos ambientales según tres criterios:
  1. **Clase:** Indica el tipo de consecuencias del impacto, ya sean positivas o beneficiosas (+) o negativas o perjudiciales (-).

2. **Magnitud (M):** Corresponde al grado o nivel de alteración que sufre un factor ambiental debido a las actividades del proyecto, con una escala de 1 (alteración mínima) a 10 (alteración máxima).
3. **Importancia (I):** Evalúa el peso relativo del factor ambiental considerado dentro del entorno afectado por el proyecto, con una escala de 1 (insignificante) a 10 (máxima significación).

El procedimiento para la utilización de la matriz de LEOPOLD es el siguiente:

- a. **Construcción de la matriz:** Colocar las acciones susceptibles de producir impacto en las filas y los factores ambientales susceptibles de recibir impactos en las columnas.
- b. **Identificación de interacciones existentes:** Se examina cada factor ambiental que se cruza con cada acción. Si se detecta una afectación, se traza una línea diagonal, indicando un impacto ambiental. Este proceso se repite hasta completar toda la matriz.
- c. **Evaluación individual de las interacciones:** Para cada interacción identificada, se evalúan los tres parámetros mencionados (clase, magnitud e importancia).
- d. **Elaboración de un documento explicativo de las interacciones más importantes:** La matriz debe acompañarse de un texto explicativo que detalla las interacciones producidas más significativas

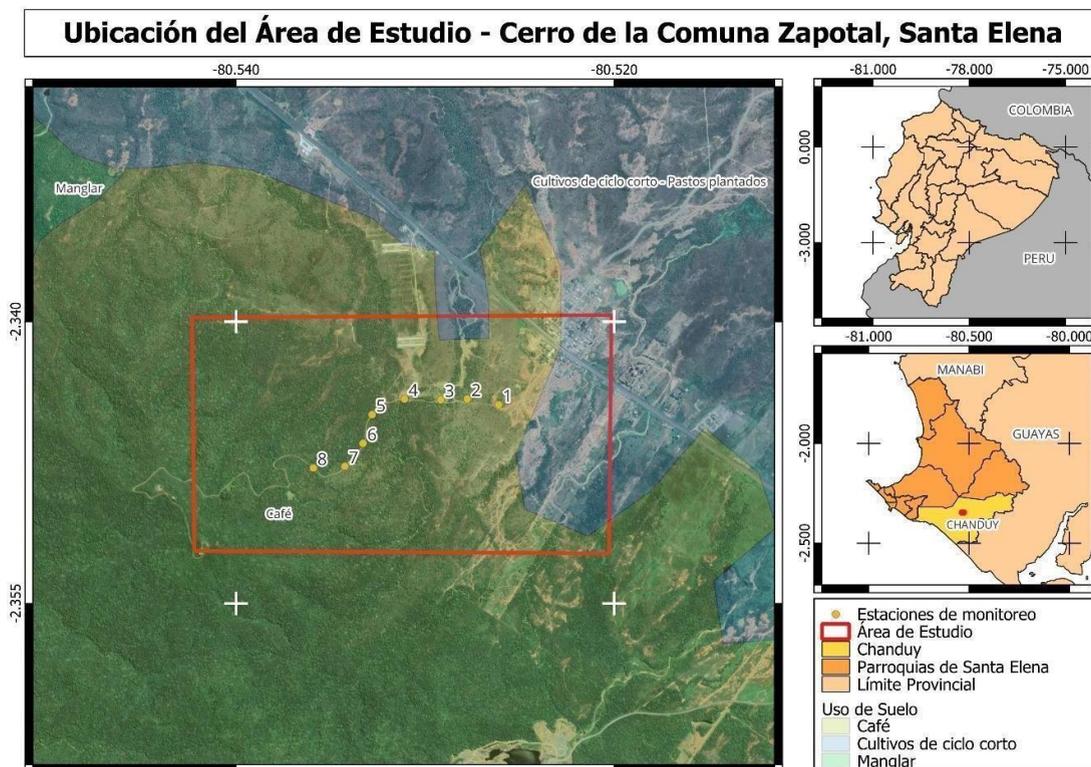
## 6. METODOLOGÍA

### 6.1. Área de Estudio

La Comuna Zapotal está situada en la Parroquia Chanduy, en la provincia de Santa Elena, Ecuador. Se localiza específicamente en el kilómetro 48 de la carretera que conecta Guayaquil con la Península. Esta comuna abarca un área territorial de 122.98 kilómetros cuadrados. Un punto destacado dentro de esta comuna es el Cerro Zapotal, cuyas coordenadas son 2°22'21.66" de latitud sur y 80°32'26.92" de longitud oeste, con una altitud de aproximadamente 314 metros sobre el nivel del mar.

#### Figura 6.

Ubicación geográfica del área de estudio.



## 6.2. Fase de Campo

Se implementó una metodología “*in situ*”, utilizando una estrategia de muestreo basada en estaciones distribuidos de manera no sistemática, para llevar a cabo un muestreo exhaustivo y detallado en la zona de estudio. Para asegurar la representatividad y minimizar sesgos espaciales, se establecieron ocho transectos distribuidos de forma aleatoria, colocando cada trampa en segmentos de 5x5 metros dentro de las estaciones y a una distancia de 50 metros del siguiente. Esta distribución aleatoria permitió cubrir una amplia variedad de microhábitats y maximizar la diversidad de datos recogidos.

**Tabla 2.**

Coordenadas de los transectos de estudio.

Estaciones	Coordenadas
1	2°20'39" S – 80°33'45" O
2	2°20'39" S – 80°31'52" O
3	2°20'42" S - 80°31'58" O
4	2°20'54" S – 80°32'18" O
5	2°20'53" S – 80°32'23" O
6	2°21'1" S – 80°30'29" O
7	2°20'39" S – 80°31'40" O
8	2°20'40" S – 80°31'34" O

Fuente: Google Earth, 2022.

**Tabla 3.**

Características de las estaciones de estudio.

<b>ESTACIONES</b>	<b>CARACTERISTICAS</b>
1	Vegetación densa y verde
2	Cobertura escasa
3	Presencia de epífitas y musgos
4	Desarrollo de plantas xerofíticas
5	Reducción del sotobosque
6	Caída de hojas, frutos y senescencia de la vegetación
7	Florecimiento y aumento de biodiversidad
8	Crecimiento de arbustos y plantas del sotobosque

### **6.3. . Recolección de muestras**

#### **6.3.1. Captura activa: red entomológica**

Un método ampliamente empleado es la red entomológica, conocida también como red jama. Esta consiste en un aro de aproximadamente 40 cm de diámetro, con un cono de punta redondeada hecho de tela de tul de textura suave y una extensión de 100 cm. Además, la red está equipada con un mango o asa compuesto por un máximo de 6 secciones de 60 cm cada una (la primera sección sostiene el aro mediante un tornillo) (Álvarez & González, 2021).

### **6.3.2. Muestreos con trampas Van Someren Rydon**

El muestreo con Trampas Van Someren Rydon es fundamental en el estudio de las mariposas diurnas, se usa desde la década de 1960 para incrementar la eficiencia de los muestreos y constituye una técnica complementaria a la captura directa con red entomológica (Gonzales & Henao, 2013).

El diseño de esta trampa permite que una vez, atrapada la mariposa, no pueda escaparse, ya que su vuelo siempre se va a direccionar hacía arriba, su malla es bastante suave, para evitar el daño alar de las mariposas, una vez capturados. El principio detrás de esta trampa es que una vez que la mariposa entra en ella, su diseño único impide que pueda escapar (Matos-Maraví, 2019).

Esta trampa consiste en un cono de tela tul suave, generalmente de color negro o verde, el cual tiene tapado la parte superior, hacia la mitad del cono debe tener un sistema de apertura y cierre rápido (Velcro) para poder sacar los ejemplares, la parte inferior del cono no debe estar cerrada, en este debe haber una base con un plato en donde se coloca el cebo, la distancia entre la parte inferior de la trampa y la base no debe superar 2.5 cm.

Para realizar el muestreo, se colocaron las trampas en segmentos de 5x5 metros a una altura de un metro. Las trampas fueron dejadas en el campo desde las 7:00 AM hasta las 5:00 PM, completando un total de 10 horas de colecta por jornada. Las mariposas capturadas se liberan cuidadosamente al abrir el sistema de Velcro en la mitad del cono, permitiendo su salida sin dañar sus alas.

### **6.3.3. Métodos de Identificación**

- **Identificación por guías ilustradas y de campo**

La identificación por guías se realizó con ayuda de las fotos tomadas en campo, para ello se observó su morfología externa y la comparación de bibliografías de la plataforma “Biodiversidad virtual” así como también se contó con la ayuda de guías de campo y claves de identificación ilustradas como las de Inabio y Bold systems.

- **Foto identificación web en ¡NATURALIST EC**

La identificación de ciertas especies encontradas en campo se realizó mediante la implementación de fotos tomadas en los transectos establecidos por medio de una cámara, subidas en la web para posteriormente ser identificadas por parte de la comunidad científica. Dentro de esta temática se encuentra vinculado el Instituto Nacional de Biodiversidad (INABIO) la cual fomenta el uso de la plataforma iNaturalist EC, red social realizada por una iniciativa en conjunto de la Academia de Ciencias de California y la National Geographic Society (EE. UU.) y que cuenta con alrededor de 7.769 identificadores asociados a INABIO.

- **Registro de datos**

Para la obtención de datos se llevó el registro de especie encontradas y población por medio de fichas y fotos de campo, posteriormente los datos fueron sumados y subidos a las plantillas de Excel.

Para obtener el análisis de datos estadísticos, los índices de diversidad y comparación entre transectos se implementó el software científico de PAST.

#### **6.4. Índices Ecológicos**

En la interpretación de los datos relativos a las estructuras poblacionales, se recurrirá a diversos índices de diversidad que tomarán en consideración el recuento total de especies en cada uno de los transectos. Estos índices permitirán analizar la variabilidad de la biodiversidad en los diferentes puntos a lo largo del área de estudio.

- Índice de Shannon-Weaver

El índice de Shannon, también conocido en la literatura como Shannon-Weaver, se usa para medir la biodiversidad específica, es decir, la cantidad de diferentes organismos que hay en un ecosistema. El índice toma en cuenta la cantidad de especies que existen en la muestra y la cantidad relativa de individuos que hay para cada una de las especies. Es decir, contempla la riqueza y la abundancia de las especies (Gutierrez, 2022).

Se usa el símbolo  $H'$  para representarlo, y sus valores oscilan entre números positivos, generalmente entre 2, 3 y 4.

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

- Índice de Simpson

El índice de Simpson es una fórmula que se utiliza para medir la diversidad de una comunidad. Comúnmente se usa para medir la biodiversidad, es decir, la diversidad de seres vivos en un lugar determinado. En ecología, a menudo se utiliza el índice de Simpson para cuantificar la biodiversidad de un hábitat. Esta toma en cuenta la cantidad de especies presentes en el hábitat, así como la abundancia de cada especie (Navarrete, 2020).

$$D = - \sum (p_i)^2$$

- Matriz de Leopold

La Matriz de Leopold, también conocida como Matriz de causa-efecto, es un modelo cualitativo preliminar, una herramienta utilizada para evaluar, clasificar, valorar los impactos ambientales de un proyecto o una acción determinada. Fue desarrollada por el ingeniero Luna Leopold en la década de 1970 como parte del enfoque de sistemas en la gestión de recursos naturales (Tito, 2020).

Esta matriz consiste en un cuadro de doble entrada que organiza los factores ambientales y las acciones propuestas en filas y columnas respectivamente. Su objetivo es evaluar los posibles impactos que estas acciones pueden tener sobre los factores ambientales (Rodríguez, 2021).

Cada celda de la matriz, resultado de la intersección entre filas y columnas, se divide diagonalmente. En la parte superior se registra la magnitud del impacto (M) y en la parte inferior se indica la intensidad o grado de incidencia del impacto (I). La magnitud del impacto se valora en una escala ascendente del 1 al 10, precedida por el signo «+» o «-» para indicar si el impacto es positivo o negativo, respectivamente. La incidencia del impacto también se valora en una escala ascendente del 1 al 10 (Ivette, 2021).

La suma de los valores en las filas reflejará las incidencias del conjunto sobre cada factor ambiental, mientras que la suma de los valores en las columnas proporcionará una valoración relativa del efecto que cada acción producirá en el medio ambiente (Rodríguez, 2021).

## **7. RESULTADOS**

### **7.1. Características del entorno donde se encuentran los Lepidópteros**

El estudio se llevó a cabo en el cerro Zapotal, que se encuentra ubicado en la comuna que lleva el mismo nombre, perteneciente a la provincia de Santa Elena. Son ecosistemas con patrones climáticos marcados por periodos de lluvias intensas seguidos por periodos prolongados de sequías, debido a esto la altura de los árboles tiende a ser de menor tamaño comparado con los bosques húmedos, sin embargo, la heterogeneidad en la topografía, el suelo y la disponibilidad de agua da lugar a varias comunidades vegetales (Gobierno Autónomo de Zapotal, 2022). Esta área se caracteriza por ser bosques caducifolios y semicaducifolios. Dichos bosques experimentan alrededor del 80% de su precipitación anual durante un lapso de cuatro meses, durante los cuales el promedio de precipitación mensual puede sobrepasar con creces los 200 mm (situándose por debajo de los 1600 mm). En contraste, el periodo de sequía se extiende de 5 a 6 meses al año, con precipitaciones mensuales raramente superiores a los 10 mm, esto genera un déficit hídrico notable que determina una de las características más conspicuas de los bosques tropicales estacionalmente secos (BTES): la fenología particular de la mayoría de las plantas, manifiestan una pérdida estacional de las hojas y del bosque en general, con una época sin hojas durante la estación seca,

mientras que durante la estación lluviosa mantiene su follaje verde (Moraes et al., 2006).

Presentan una topografía caracterizada por tener pendientes más cortas que las montañas, pero más pronunciadas que las áreas llanas costeras. Suelen presentar una serie de ondulaciones suaves y elevaciones, estas áreas están cubiertas por una variedad amplia de vegetación. Estos ecosistemas son importantes corredores ecológicos y hábitats (Toro et al., 2003). La temperatura promedio anual de los BTES oscila entre los 26 °C y los 30 °C, experimentando temperaturas cálidas durante la mayor parte del año, con marcadas fluctuaciones estacionales. Durante la estación seca, las temperaturas tienden a ser más altas y pueden alcanzar niveles muy calurosos, especialmente durante el día. Por otro lado, durante la estación lluviosa, las temperaturas tienen a ser un poco más moderadas debido a la presencia de la lluvia y cobertura nubosa.

En Ecuador, las áreas de BTES se encuentran dentro de las formaciones costeras, específicamente en las subregiones Centro y Sur, abarcando desde la provincia de Esmeraldas y los Ríos al norte, hasta Lambayeque y La libertad del sur del Perú. En la provincia de Loja, se ubican la mayor extensión de este ecosistema, que engloba las tierras bajas, las laderas occidentales bajas de la cordillera de los Andes y los valles secos

interandinos del sur. Los bosques secos en el sur de Ecuador y el norte de Perú se caracterizan, por poseer una alta diversidad y una extraordinaria cantidad de especies endémicas de diferentes grupos taxonómicos (Brito, 2014).

Actualmente, los bosques tropicales estacionalmente secos (BTES) se distribuyen de manera discontinua en áreas de diferentes tamaños y niveles de aislamiento, a pesar de ser bosques con una rica diversidad florística en comparación con los bosques de latitudes templadas. La mayoría de las familias de plantas presentes en los BTES también se encuentran en los bosques tropicales lluviosos (Moraes et al., 2006).

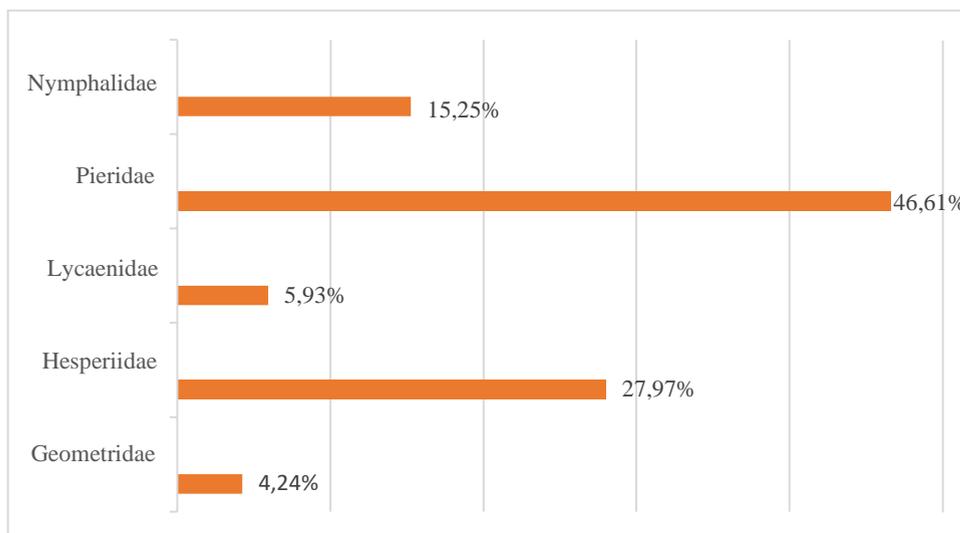
Aguirre (2010) en su trabajo realizado en los bosques secos de Ecuador menciona que, en estos ecosistemas se encuentra una rica diversidad de fauna adaptada a una variedad de hábitats. En estos entornos, la flora y fauna han evolucionado estrategias únicas para gestionar la limitada disponibilidad de agua y los extremos térmicos. Las especies que habitan los BTES, presentan comportamientos y morfologías adaptativas que les permiten optimizar el uso de los recursos hídricos y alimentarios, además los ciclos de vida de numerosas especies están sincronizados con las temporadas de lluvias y sequías con la finalidad de aprovechar los periodos de lluvia.

## 7.2. Estructura y composición de orden Lepidóptera.

En el bosque tropical estacionalmente seco de Zapotal, donde se llevó a cabo, una investigación exhaustiva sobre lepidópteros. Los resultados del muestreo indican una distribución amplia, detallando de la siguiente manera, *Burnsius oileus aff* 21, *Eurema daira aff* 12, *Ascia monuste aff* 15, *Phoebis philea spp aff* 32, *Aeromachus pygmaeus aff* 8, *Catochrysops strabo spp aff* 7, *Scopulini umbilicata aff* 5, *Euptoieta hegesia aff* 18, dando un total de 118 individuos La comunidad de lepidópteros en este sitio está compuesta conformada por 8 géneros y 5 familia taxonómicas. Entre estas familias, la más representativa es Pieridae, con un 46,61%, seguida por Hesperidae con un 27,97%, Nymphalidae con un total de 15,25%, Lycaenidae con el 5,93% y la familia Geometridae con 4,24% (Figura 7).

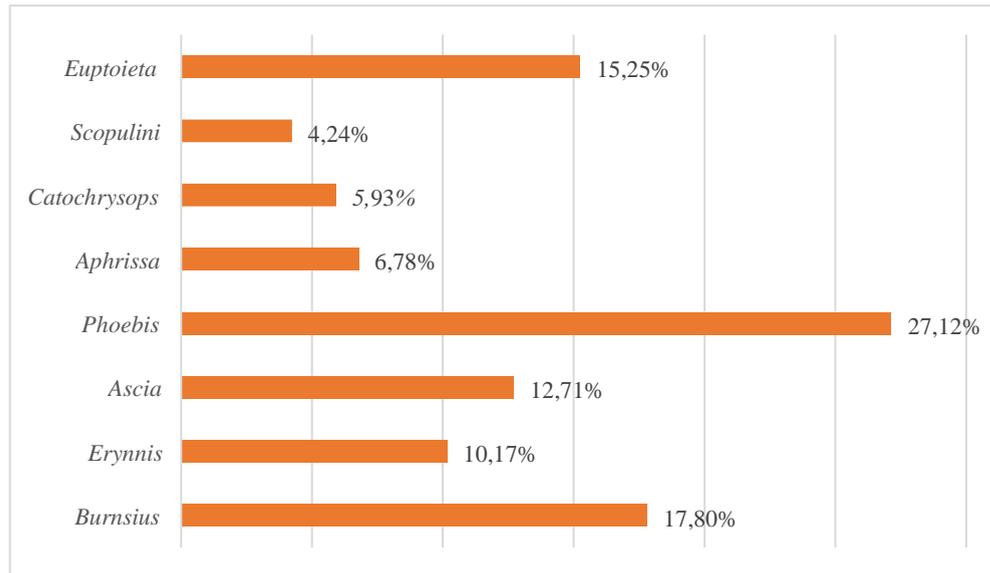
### Figura 7.

Porcentaje relativo de especies por familia del Orden Lepidoptera presentes en el cerro Zapotal – Provincia de Santa Elena.



**Figura 8.**

de especies por género del Orden Lepidóptera presentes en el cerro Zapotal – Provincia de Santa Elena.



**7.3. Características de los Lepidópteros.**

A continuación, se describen los lepidópteros encontrados en las zonas de estudio, señalando sus características principales. Las especies observadas pertenecen a diversas familias de Lepidóptera, cada una con adaptaciones morfológicas y comportamientos distintivas que les permite sobrevivir en los diversos hábitats del bosque seco.

**Vista dorsal**



**TAXONOMIA:**

Reino: Animalia

Phylum: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Lepidoptera

Familia: Nymphalidae

Género: Euptoieta

Especies: *Euptoieta hegesia aff.*

**Distribución**

Registrada en México, Panamá, Nicaragua, Guatemala, Republica Dominicana, Costa Rica, Colombia, Canadá, Brasil.

**Distribución en Ecuador:**

Esmeraldas, Guayas, Santa Elena y Manabí.

**Geográfica:**

**Descripción:** Mariposa grande con una parte superior de color naranja claro, en el borde una delgada línea doble marrón y una línea de puntos marrones. Habito diurno, vuelo rápido (Montero et al., 2009).

**Hábitat:** Bosques, arboledas, praderas, pastizales, áreas agrícolas y cultivadas.

**Vista dorsal**



**TAXONOMIA:**

Reino: Animalia

Phylum: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Lepidoptera

Familia: HesperIIDae

Género: Aeromachus

Especie: *Aeromachus pygmaeus aff.*

**Distribución**

Registrada en Canadá, Argentina y Chile.

**Distribución en Ecuador:** Manabí, Loja, El Oro, Santa Elena.

**Geográfica:**

**Descripción:** Mariposa de habito diurno, pequeñas y robustas, adulto de color negro, caracterizado por tener antenas separadas en forma de curva o gancho, vuelo rápido (Barros et al., 2019)

**Hábitat:** Praderas, pastizales y zonas ribereñas.

**Vista dorsal**



**TAXONOMIA:**

Reino: Animalia

Phylum: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Lepidoptera

Familia: Nymphalidae

Género: Geometridae

Especie: *Scopula umbilicata aff.*

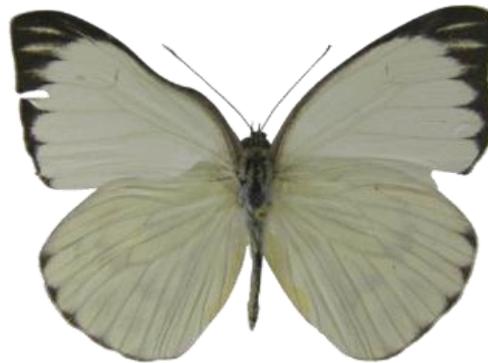
**Distribución Geográfica:** Se encuentran desde la parte sur de los Estados Unidos hasta América del Sur.

**Distribución en Ecuador:** Manabí, Santa Elena, Esmeraldas.

**Descripción:** Polilla de hábito nocturno, de color pajizo, con patrones lineales de color marrón claro, pequeñas, vuelo moderado (Flores et al., 2020).

**Hábitat:** Praderas, bosques secos.

**Vista dorsal**



**TAXONOMIA:**

Reino: Animalia

Phylum: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Lepidoptera

Familia: Pieridae

Género: *Ascia*

Especie: *Ascia monuste aff.*

**Distribución**

Argentina,  
Venezuela

**Geográfica:**

Chile, Colombia,

**Distribución en Ecuador:** Carchi,  
Loja, Guayas.

**Descripción:**

Comportamiento totalmente diurno, tamaño medio de 50 a 60 milímetros, pigmentación blanca en la mayoría en el borde de sus alas llevan una línea de color negro (Benavides & Vallejo, 2017).

**Hábitat:** Praderas, pastizales, bosques secos.

**Vista dorsal**



**TAXONOMIA:**

Reino: Animalia

Phylum: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Lepidoptera

Familia: Pieridae

Género: Phoebis

Especie: *Phoebis philea ssp aff.*

**Distribución Geográfica:** Mecio, Guatemala, Honduras, Colombia, Perú, Brasil.

**Distribución en Ecuador:** Esmeralda, Manabí, Loja, Guayas, Azuay, El Oro.

**Descripción:** Coloración brillante y llamativa presentando un amarillo vistoso, cuerpo delgado, antenas clubadas, envergadura entre 4 y 6 centímetros (Benavides & Vallejo, 2017).

**Hábitat:** Áreas urbanas y jardines, campo con matorrales.

**Vista dorsal**



**TAXONOMIA:**

Reino: Animalia

Phylum: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Lepidoptera

Familia: Hesperiidae

Género: *Burnsius*

Especie: *Burnsius oileus aff*

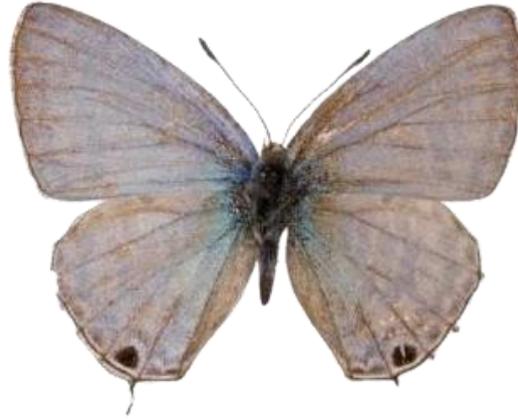
**Distribución Geográfica:** Argentina, Estados Unidos, México, América, Central.

**Distribución en Ecuador:** Carchi, Latacunga, Puyo, Manabí.

**Descripción:** Se alimentan de néctar y de frutos en descomposición, colores en vista dorsal con manchas blancas, similares machos y hembras (Flores et al., 2020).

**Hábitat:** Áreas abierta y soleadas que incluye pastos, campos con matorrales, senderos boscosos, matorrales espinosos.

**Vista dorsal**



**TAXONOMIA:**

Reino: Animalia

Phylum: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Lepidoptera

Familia: Lycaenidae

Género: Catochrysops

Especie: *Catochrysops strabo ssp aff.*

**Distribución**

Argentina, Chile, Colombia, India, Filipinas

**Distribución en Ecuador:**

**Esmeralda**, Santo Domingo de los Colorados, Loja, Guayas.

**Geográfica:**

**Descripción:**

Comportamiento totalmente diurno, pigmentación gris pálido opaco, con pequeñas manchas subcostal ojos peludos (Flores et al., 2020).

**Hábitat:** Praderas, pastizales, bosques secos y zonas ribereñas.

**Vista dorsal**



**TAXONOMIA:**

Reino: Animalia

Phylum: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Lepidoptera

Familia: Pieridae

Género: Phoebis

Especie: *Eurema daira aff.*

**Distribución Geográfica:** Canadá, Argentina, Costa Rica, México y El Salvador

**Distribución en Ecuador:** Carchi, Pastaza, Manabí, Pichincha, Loja.

**Descripción:** Coloración amarilla en la parte ventral, parte dorsal presenta coloración blanca en partes con franjas negras, realizan migraciones masivas vuelan a baja altura, comportamiento diurno (Navarro, 2015).

**Hábitat:** Praderas, pastizales y bosques secos

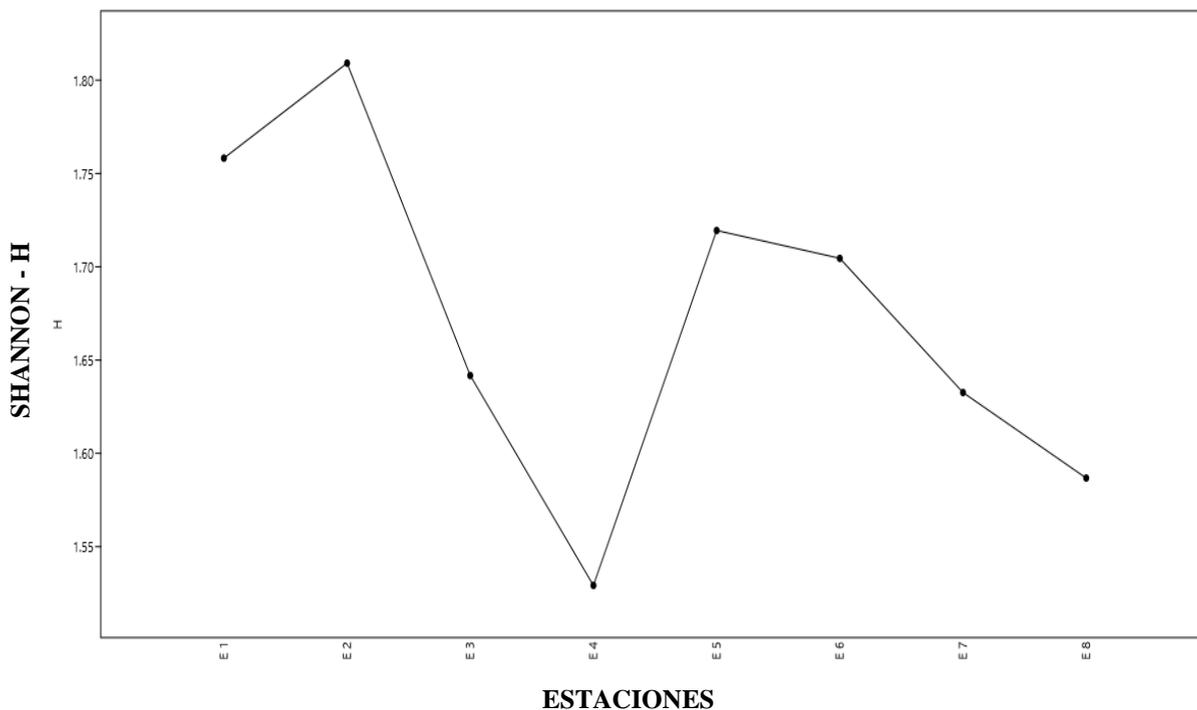
## **7.4. Análisis de los Índices Ecológicos.**

### **7.4.1. Diversidad por el Índice de Shannon.**

Los valores del índice de Shannon (H) para las 8 estaciones reflejan una diversidad relativamente homogénea con ciertas excepciones. La estación E2 destaca por su mayor diversidad, con un valor de 1.80, lo que indica una mayor riqueza y una distribución más equitativa de las especies. Mientras que, las estaciones E3 (1.64 bits) y E7 (1.63 bits) presentan una diversidad intermedia, mientras que la estación E8, con un valor de 1.58 bits, se encuentra en un rango de diversidad menor. Por otro lado, la estación E4 tiene el valor más bajo, 1.52 bits, sugiriendo una menor diversidad, posiblemente debido a una distribución menos equitativa o a una menor riqueza de especies. En conjunto, estos valores indican que, aunque existen algunas diferencias, las comunidades biológicas de las distintas estaciones son comparables en términos de riqueza y equitatividad en la distribución de especies, con la estación E2 destacándose como la más diversa y la estación E4 como la menos diversa (Figura 9).

**Figura 9.**

Índice total de las estaciones – Índice de Shannon.



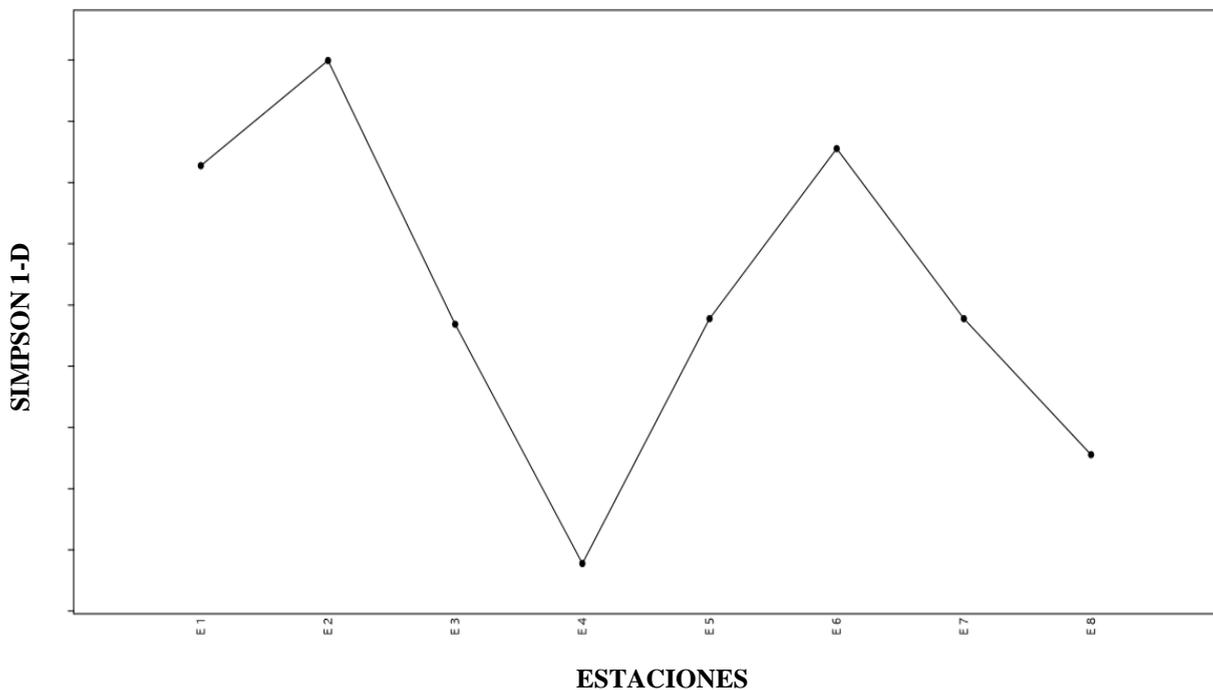
#### **7.4.2. Diversidad por el Índice de Simpson.**

Los valores del índice de Simpson (1-D) para las 8 estaciones muestran una diversidad bastante homogénea, con algunas excepciones notables. La estación E2 presenta la mayor diversidad con un valor de 0.82 bits, lo que indica una alta equitatividad y riqueza de especies. Por lo consiguiente, la estación E8 con un valor de 0.76 bits, se encuentra en un rango intermedio-bajo. En general, aunque hay algunas variaciones, las diferencias en diversidad entre las estaciones no son extremadamente marcadas, indicando que las comunidades biológicas son relativamente similares en la mayoría de las estaciones.

Mientras que, la estación 4 presenta el valor más bajo de 0.74 bits, sugiriendo una menor diversidad, posiblemente debido a la dominancia de una o pocas especies. En general, aunque hay algunas variaciones, las diferencias en diversidad entre las estaciones no son extremadamente marcadas, indicando que las comunidades biológicas son relativamente similares en la mayoría de las estaciones. Las estaciones E1 (0.80 bits), E6 (0.81 bits) y E2 (0,82 bits) destacan por sus altos niveles de diversidad, mientras que E3 (0.78 bits), E5 (0.77 bits) y E7 (0.78 bits) muestran una diversidad intermedia

**Figura 10.**

Índice de la dominancia de las estaciones – Índice de Simpson.



#### **7.4.1. análisis de varianza (ANOVA).**

El análisis de varianza (ANOVA) aplicado a los datos muestra de un estadístico F obtenido es 0,37 bits y el valor p asociado es 0,91 bits, indicando que no hay diferencias significativas entre las medias de los grupos, ya que el valor p es mucho mayor que el umbral común de significancia de 0,05 bits.

Estos resultados indican que no hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula de igualdad de medias entre los grupos analizados. En términos prácticos, esto significa que las diferencias observadas entre los grupos en términos de los valores dados (suma de cuadrados, grados de libertad, etc.) podrían atribuirse al azar y no a factores significativos que diferencien a los grupos entre sí (tabla 1 anexos).

#### **7.5. Análisis de la Matriz del Leopold**

Tras realizar la matriz de Leopold para la Zona de Asentamiento (Categoría I), se identificaron los componentes ambientales y acciones que requieren mayor consideración y control para mitigar sus impactos negativos. En la fase de operación del proyecto, se determinó que la alteración de la cobertura vegetal presenta el mayor valor negativo, con un impacto agregado de -139. Esta acción es la que más afecta al ambiente y, por lo tanto, requiere un control estricto. Otro componente con un impacto negativo significativo es el de animales terrestres, incluyendo reptiles, con un valor de -66, reflejando una alta frecuencia y severidad de las afectaciones en la

zona. En contraste, algunos aspectos positivos se identificaron en los factores físicos y de empleo. El empleo tiene un impacto positivo significativo con un valor de 74, y la red de transporte (caminos y senderos) presenta un valor positivo de 73, lo que indica beneficios en la infraestructura de transporte.

El análisis global de la matriz de Leopold presenta un valor negativo total de -265, resultado de la calificación acumulada de las acciones y componentes ambientales. Este resultado muestra que las afecciones negativas superan a las positivas, sugiriendo que la implementación del proyecto generará una alteración significativa en el sector. Para gestionar estos efectos, es crucial implementar un seguimiento de procesos que permita mitigar, reducir, atenuar y corregir los impactos negativos más significativos. Esto se logrará mediante la elaboración y ejecución de planes de manejo ambiental específicos para el proyecto.

**Tabla 5.**

Matriz del Leopold

		Acciones					Afectaciones			Agregado del impacto
Factores		Modificación del hábitat	Alteración de la cobertura vegetal	Ganadería y pastoreo	Tala de bosque	Caminos y senderos	+	-	Total	
Forma del terreno		-2	-9	3	-4	10	2	3	5	-3
		3	6	3	3	6				
Calidad del aire (emisión de gas Metano)		-1	-1	-1	-1	-1	0	5	5	-6
		2	1	1	1	1				
Erosión		-4	-7	-3	-5	3	1	4	5	-40
		2	3	3	4	6				
Generación de desechos no peligrosos		-5	-3	-2	-4	-2	0	5	5	-44
		1	5	2	4	2				
Árboles y arbustos		-7	-9	-3	-5	-6	0	5	5	-139
		5	6	2	4	4				
Animales terrestres, insectos, incluyendo reptiles		8	-9	-5	-9	-8	1	4	5	-66
		6	4	2	4	4				
Alteración de la calidad de vida poblacional		-6	-5	-2	-4	8	1	4	5	-22
		5	2	5	5	6				
Servicios basicos		-9	9	-1	1	-1	2	3	5	-19
		6	4	1	1	1				
Empleos		-1	-1	2	7	8	3	2	5	74
		1	1	1	6	4				
Afectaciones	+	1	1	2	2	4			35	
	-	8	8	7	7	5	35			
	Total	9	9	9	9	9	35		35	-265
Agregado del impacto		-93	-156	-30	-82	96	-265			

## 8. DISCUSIÓN

En el estudio realizado por Rodríguez (2022) en Manabí, Manta en el periodo de, registro un total de 48 especies y agrupados en 4 familias, como Pterophoridae, Crambidae, Lycaenidae y Hesperidae. En contraste, el presente estudio llevado a cabo en el Cerro Zapotal, se observaron 118 organismos pertenecientes a cinco familias distintas: Pieridae, Heperiidae, Nymphalidae, Lycaenidae y Geometridae. De éstas Pieridae resulto ser la familia más abundante en el Cerro Zapotal.

La comparación entre ambos estudios revela diferencias significativas en la composición y abundancia relativa de las familias de los lepidópteros. Mientras que en el estudio de Rodríguez (2022), Lycaenidae fue la familia más representativa en términos de abundancia relativa, en el cerro Zapotal, Pieridae predominó. Este contraste se atribuye a diversas variables técnicas. La diferencia en los métodos de muestreo y el tiempo en la recopilación de datos influyo en la representación de las especies observadas. Rodríguez (2022) uso la técnica de muestreos de recolección directa (red entomológica), en el presente estudio se emplearon trampas Van Someren-Rydon y transectos aleatorios, lo que influyo en la captación de una mayor diversidad de familias y una mayor abundancia de organismos.

La duración del periodo de recolección de muestras es un factor crucial. Rodríguez (2022) llevo a cabo su investigación alrededor de un mes, mientras que el presente estudio se extendió por tres meses. Este periodo más largo de recolección en el Cerro Zapotal permitió una observación más exhaustiva y representativa de las fluctuaciones en las poblaciones de lepidópteros.

Los índices ecológicos de Shannon-Wiener y Simpson han proporcionado una visión integral de la diversidad de especies en las estaciones muestreadas. En términos del índice de Shannon (H), la estación E2 destaca por tener la mayor diversidad (1.80 bits), lo que sugiere una alta riqueza de especies y una distribución equitativa. Esto podría deberse a condiciones ambientales favorables y a una mayor heterogeneidad en el hábitat que permite la coexistencia de múltiples especies. En contraste, la estación E4, con el valor más bajo de Shannon (1.52 bits), indica una menor diversidad, lo que puede ser resultado de un ambiente menos heterogéneo o de la dominancia de unas pocas especies (Benavides & Vallejo, 2017).

Según Smith y Jones (2010), una alta diversidad de Shannon está frecuentemente asociada con hábitats heterogéneos y condiciones ambientales óptimas que facilitan la coexistencia de diferentes especies. Además, se demostrado que la heterogeneidad del hábitat juega un papel crucial en la promoción de la diversidad biológica, respecto a este

estudio el índice de Simpson (1-D) indica que mide la dominancia de especies, apoya estos hallazgos, mostrando también que la estación E2 tiene la mayor diversidad (0.82 bits), mientras que E4 presenta la menor (0.73 bits). La especie más dominante fue Pieridae la cual mostro una alta frecuencia en varias estaciones. La alta diversidad en E2 nuevamente puede asociarse a factores como una mayor disponibilidad de recursos y hábitats variados, lo que permite a diversas especies prosperar. Por otro lado, la baja diversidad en E4 podría indicar un ambiente más homogéneo o condiciones que favorecen a especies dominantes específicas, limitando la coexistencia de otras especies.

El análisis de varianza (ANOVA) realizado no muestra diferencias significativas entre las medias de los índices de diversidad de las distintas estaciones ( $F = 0.37$ ,  $p = 0.91$ ). Este resultado indica que, a pesar de las variaciones observadas en los índices de Shannon y Simpson, las diferencias entre las estaciones no son lo suficientemente grandes como para ser consideradas estadísticamente significativas. Esto sugiere que las variaciones en la diversidad observadas pueden atribuirse a factores ambientales o ecológicos diferenciadores.

De acuerdo Glasson et al. (2013) y Sánchez et al. (2002) destacaron la importancia de la cobertura vegetal y la fauna terrestre en sus análisis, y recomendaron la implementación de medidas de mitigación robustas para minimizar los impactos adversos. Además, ambos estudios subrayan la necesidad de un monitoreo continuo y adaptativo para asegurar la efectividad de las medidas de mitigación propuestas. La aplicación de la matriz de Leopold en este proyecto ha revelado que los componentes ambientales más afectados y que requieren mayor atención son la alteración de la cobertura vegetal y las afectaciones a los animales terrestres, incluidos los reptiles este resultado sugiere que, aunque existen beneficios asociados al proyecto, los impactos adversos predominan y podrían causar una alteración significativa en el medio ambiente local.

Estos resultados rechazan la hipótesis la nula confirmando que la diversidad y abundancia de lepidópteros depende del estado de salud del ecosistema, Además se destaca que un ecosistema entre más diverso más condiciones favorables tendrán las especies para la supervivencia de la misma.

## 9. CONCLUSIONES

Los resultados de la presente investigación demostrasen la correlación que tienen los lepidópteros con la conservación del ecosistema en el cerro Zapotal, gracias a esto se dividen las siguientes conclusiones:

En el ecosistema de bosques tropicales estacionalmente secos (BTES) del cerro Zapotal, los lepidópteros han desarrollado adaptaciones ecológicas notables para maximizar su supervivencia y eficiencia en la polinización. La actividad diurna de estos insectos, con un pico de actividad más alto al mediodía cuando las temperaturas oscilan entre 28 °C y 30 °C, y existiendo vegetación presente en el área, subraya la relación estrecha entre las condiciones ambientales y su comportamiento biológico. Se presume que a través de este fenómeno, los lepidópteros ajustan su ritmo metabólico en respuesta a la temperatura, asegurando así una mayor eficacia en su papel como polinizadores durante los periodos más cálidos del día.

Con respecto al segundo objetivo se concluye que la comunidad de lepidópteros en el bosque tropical estacionalmente seco de Zapotal revela una clara dominancia de la familia Pieridae, la cual conforma casi la mitad de la población total. Esta familia supera notablemente a las siguientes en abundancia, que son Heperiidae, Nymphalidae, Lycaenidae y Geometridae.

Al analizar los géneros presentes, *Phoebis* emerge como el más abundante, representando una proporción significativa del total de individuos. Le siguen *Burnsius* y *Euptoieta*, aunque con menor presencia. Esta distribución sugiere una predominancia de ciertas especies que se han adaptado exitosamente a las condiciones ambientales particulares del ecosistema seco. Es importante destacar la menor presencia de géneros como *Aphrissa*, *Catochrysops* y *Scopulini*. Esta menor diversidad dentro de estos taxones contrasta con la dominancia de otros grupos, reflejando la influencia de las condiciones ambientales del bosque tropical estacionalmente seco de Zapotal en la composición de la comunidad de lepidópteros.

El análisis de los índices ecológicos de Shannon y Simpson revela una diversidad relativamente homogénea entre las estaciones de muestreo en Zapotal, con algunas excepciones notables. La estación E2 destaca

por su mayor diversidad, lo que indica una mayor riqueza y equitatividad en la distribución de especies. En contraste, la estación E4 presenta los valores más bajos de diversidad, sugiriendo una posible dominancia de una o pocas especies. A pesar de esta desigualdad, el análisis de varianza (ANOVA) no muestra diferencias significativas entre las medias de los grupos, indicando que las variaciones observadas pueden atribuirse a las características del entorno.

El uso de la matriz de Leopold ha proporcionado una visión integral de los impactos ambientales de la investigación, destacando la necesidad de un enfoque equilibrado que considere tanto los impactos negativos como los beneficios potenciales. Así mismo la implementación de planes de manejo ambiental y el seguimiento continuo son esenciales para asegurar que los impactos adversos se reduzcan al mínimo y se promueva un desarrollo sostenible en la comuna.

## **10.RECOMENDACIONES**

- Se recomienda hacer una investigación más extensa involucrando parámetros físicos, el cual, puede influir significativamente en las fluctuaciones de las poblaciones de lepidópteros, y su inclusión permitirá una comprensión más profunda de cómo las condiciones climáticas afectan la diversidad y abundancia de estas especies.
- Ampliar el tiempo de muestro durante un año o más, este enfoque a largo plazo facilitará la identificación de patrones estacionales y anuales en la distribución y abundancia de lepidópteros, permitiendo comparaciones más robustas con otros estudios y proporcionando una visión más completa de las dinámicas poblacionales en la biodiversidad ecuatoriana.
- Dado que Ecuador es uno de los países con mayor biodiversidad, las futuras investigaciones tienen el potencial de contribuir al conocimiento de nuevas especies de lepidópteros en la costa ecuatoriana. Este esfuerzo es esencial para la conservación y manejo de la biodiversidad, y puede revelar nuevas especies no registradas previamente, enriqueciendo el entendimiento de la fauna local de la zona.

## 11. BIBLIOGRAFÍA

- Andrade, M. (1998). Utilización de las mariposas como bioindicadoras del tipo de hábitat y su biodiversidad. 407-421.
- Barros, A., Piccoli, H., & Agra, C. (s.f.). Mariposas de Sudamerica: obtenido de: [https://www.researchgate.net/profile/Cristiano-Iserhard/publication/260518148\\_Mariposas\\_del\\_sur\\_de\\_Sudamerica\\_Lepidoptera\\_Papilionoidea\\_y\\_Hesperioidea/links/0f3175317ddf2a9e2a000000/Mariposas-del-sur-de-Sudamerica-Lepidoptera-Papilionoidea-y-Hesperioidea.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Cristiano-Iserhard/publication/260518148_Mariposas_del_sur_de_Sudamerica_Lepidoptera_Papilionoidea_y_Hesperioidea/links/0f3175317ddf2a9e2a000000/Mariposas-del-sur-de-Sudamerica-Lepidoptera-Papilionoidea-y-Hesperioidea.pdf)
- Benavides, R., & Vallejo, M. I. (2017). *Mariposas Blancas y Amarillas de Ecuador (Lepidoptera: Pieridae)*. Obtenido de: <https://www.argentinat.org/projects/agri-andes-ecuador/journal>
- Brito, G. (2014). Obtenido de "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". Obtenido de: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/3945>
- Cabrera, M. (2018). Conocimiento tradicional de los insectos en las comunidades indígenas del Ecuador.
- Cahuich, M. (mayo de 2020). Obtenido de Lepidópteros Diurnos como Indicadores Ecológicos en Agroecosistemas y Ecosistemas en Yaxcaba, Yucatán:

[https://www.researchgate.net/publication/341104582\\_Lepidopteros\\_Diurnos\\_como\\_Indicadores\\_Ecologicos\\_en\\_Agroecosistemas\\_y\\_Ecosistemas\\_en\\_Yaxcaba\\_Yucatan](https://www.researchgate.net/publication/341104582_Lepidopteros_Diurnos_como_Indicadores_Ecologicos_en_Agroecosistemas_y_Ecosistemas_en_Yaxcaba_Yucatan)

Callirgos, J. P. (18 de noviembre de 2016). Obtenido de Diversidad y abundancia de lepidópteros diurnos (Satyrinae y morphinae) en 2 tipos de bosque en la reserva nacional Alpahuayo Mishana, Loreto: <http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/145>

Cardenas Saavedra, G. (2008). Obtenido de Utilización de lepidópteros como bioindicadores para el diagnóstico de ecosistemas en la Microcuenca Shilcayo: <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/2842517>

Casas, L. (2017). Diversity of butterflies in a dry tropical forest landscape in la mesa de los santos, Santander, Colombia (Lepidoptera: Papilionoidea). 83-108.

Cazorda, D. (enero de 2020). Relevancia de los lepidópteros en la salud humana y animal (insecta: lepidoptera) relevance of lepidopterans in human and animal health (insecta: lepidoptera): Obtenido de: [https://www.researchgate.net/publication/351941643\\_relevanci](https://www.researchgate.net/publication/351941643_relevanci)

Durán, A. (2020). Contribución de las salidas de campo en el aprendizaje sobre la conservación ecológica de lepidópteros. revisión documental: Obtenido de: <https://die.udistrital.edu.co/revistas/index.php/educyt/article/view/79>

Flores Pacheco, J. A. (4 de febrero de 2021). Obtenido de Inventario de mariposas diurnas en agroecosistemas tropicales como bioindicadores de la calidad ambiental: <https://doi.org/10.5377/torreon.v10i27.10843>

Flores Pacheco, J. A., Saldivar Solano, D. J., & Rigby. (17 de diciembre de 2020). *Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua*. Obtenido de Inventario de mariposas diurnas en agroecosistemas tropicales: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/387/3871840008/3871840008.pdf>

Garcia-Barros, E., Helena, R., Sarto, V., Munguira, M., Baixeras, J., Vives, A., & Yela, J. (2015). Orden Lepidoptera. *Revista IDE@ - SEA*.

Garcia-Barros, Osorio, R., & Osorio, R. (2023). Lepidópteros: qué son, características y ejemplos.

Gonzales, M., & Henao, E. (2013). Obtenido de TÉCNICAS Y PROCESAMIENTO PARA LA RECOLECCIÓN, PRESERVACIÓN Y MONTAJE DE MARIPOSAS EN ESTUDIOS DE BIODIVERSIDAD Y CONSERVACIÓN. (LEPIDOPTERA: HESPEROIDEA - PAPILIONOIDEA): [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0370-39082013000300004#:~:text=El%20muestreo%20con%20Trampas%20van%20Someren,cuando%20se%20quiere%20estudiar%20gremios%20alimenticos.&text=El%20muestreo%20con%20Trampas,quiere%20estudiar%20gremio](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-39082013000300004#:~:text=El%20muestreo%20con%20Trampas%20van%20Someren,cuando%20se%20quiere%20estudiar%20gremios%20alimenticos.&text=El%20muestreo%20con%20Trampas,quiere%20estudiar%20gremio)

Greeney, W., Brendak, O., & Carrison, A. (2012). La alimentación de larvas de lepidópteros es peligrosa: una revisión de las defensas químicas, fisiológicas, morfológicas y conductuales de las orugas contra los enemigos naturales. *Revista de Supervivencia de Invertebrados*, 7-34.

Gutierrez, E. (13 de julio de 2022). *Lifeder*. Obtenido de Índice de Shannon: <https://www.lifeder.com/indice-de-shannon/>

Ivette, A. (1 de agosto de 2021). Obtenido de Matriz de Leopold: <https://economipedia.com/definiciones/matriz-de-leopold.html>

Jijon, N. (2016). Uso de insectos en la medicina tradicional de las comunidades indígenas del Ecuador.

Konyikt, M. (2016). Effects of land use intensity on butterfly and moth communities and their pollination services in temperate grasslands. *Biological Conservation*. *Biological Conservation*, 199, 1-10.

Lawrence, G. (2009). *Insect Development Morphogenesis, Molting and Metamorphosis*. Washington.

Lazzeri, G., Bar, E., & Damborsky, M. (marzo de 2011). Obtenido de Diversidad del orden Lepidoptera (Hesperioidea y Papilionoidea) de la ciudad Corrientes, Argentina:

[https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-77442011000100026](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442011000100026)

Levi, Y., Rios, W., Caceres, D., & Caceres, E. (2017). Obtenido de Mariposas diurnas (Lepidoptera: Rhopalocera) en áreas cultivadas y bosques intervenidos en tingo maría, Perú:  
<https://revistas.unas.edu.pe/index.php/revia/article/view/150>

Lopez, C., & García, J. (2001). *PATOLOGÍA DE INSECTOS Metodologías y Técnicas de Laboratorio*. La Plata: Editorial de la UNLP.

Matos-Maraví, P. (abril de 2019). Obtenido de Biodiversity seen through the perspective of insects:  
[https://www.researchgate.net/figure/Entomological-mass-sampling-techniques-A-Van-Someren-Rydon-trap-which-targets\\_fig2\\_332753113](https://www.researchgate.net/figure/Entomological-mass-sampling-techniques-A-Van-Someren-Rydon-trap-which-targets_fig2_332753113)

Mejillones, D., & Suárez, K. (2023). "ESTADO POBLACIONAL DE LEPIDÓPTEROS Y ODONATOS PRESENTES EN UN FRAGMENTO DEL BOSQUE HÚMEDO TROPICAL OLÓN, PROVINCIA DE SANTA ELENA, ECUADOR".

Mogollon, J., & Guevara, D. (2011). Ciclo de vida de *Anicla ignicans* (Guenée, 1852) (Lepidoptera: Noctuidae), bajo condiciones de laboratorio.

Montero, F., Moreno, M., & Gutierrez, L. C. (2009). *MARIPOSAS (LEPIDOPTERA: HESPERIOIDEA Y PAPILIONOIDEA)*

ASOCIADAS A FRAGMENTOS DE BOSQUE SECO TROPICAL  
EN EL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO, COLOMBIA\*.

Moraes, J., Carrion, G., & Esperanza, E. (2006). *BOTÁNICA ECONÓMICA DE LOS ANDES CENTRALES*. La Paz.

Museo Nacional de Historia Natural. (8 de mayo de 2019). *Museo Nacional de Historia Natural*. Obtenido de ¿Por qué estudiar lepidópteros?: <https://www.mnhn.gob.cl/noticias/por-que-estudiar-lepidopteros>

Navarrete, J. C. (23 de octubre de 2020). *Lifeder*. Obtenido de Índice de Simpson: <https://www.lifeder.com/indice-simpson/>

Navarro, J. (2015). Entomología ecuatoriana: Un breve recorrido histórico. *Revista Mexicana de Entomología*, 61(1), 1-10.

Orta, C. (30 de junio de 2022). Obtenido de Mariposas bioindicadoras ecológicas en México: <https://www.scielo.org.mx/pdf/azm/v38/2448-8445-azm-38-e3812488.pdf>

Ponce, V. (2018). LA MATRIZ DE LEOPOLD PARA LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL.

Riofrio, I. (2018). El bosque seco, una joya amenazada en el Ecuador.

Rodriguez, A. (2021). Obtenido de Matriz de Leopold: <https://evaluaciondeimpactoambiental.com/matriz-de-leopold-evaluando-los-impactos-ambientales/>

Rothschuh, U. (9 de mayo de 2023). *EcologiaVerde*. Obtenido de Lepidópteros: qué son, características y ejemplos:

<https://www.ecologiaverde.com/lepidopteros-que-son-caracteristicas-y-ejemplos-4396.html>

Ticona, A. (24 de septiembre de 2015). Obtenido de Evaluación del grado de amenaza al habitat a través de bioindicadores (Lepidópteros) en dos comunidades dentro del área de influencia del PN ANMI Madidi:  
<https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/6068>

Tito, B. (2 de agosto de 2020). *Ingeniería Ambiental*. Obtenido de Matriz de Leopold modificada impacto ambiental:  
<https://ingenieriaambiental.net/matriz-de-leopold/>

Toro, S., Solis, C., & Perez, J. (2003). *Biología Insectos*. Chile: Impreso en Libra.

Vázquez, J. (15 de junio de 2022). *Lifeder*. Obtenido de Lepidoptera:  
<https://www.lifeder.com/lepidoptera/>

Vega, L. (2016). *Un frágil tesoro: las mariposas colombianas*. Bogotá: Universidad del Rosario. Obtenido de Un frágil tesoro: las mariposas colombianas.

Smith, J., & Jones, P. (2010). *Ecological Diversity and Its Measurement*. Cambridge University Press.

Zapotal, G. A. (2022). *PLAN DESARROLLO ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA PARROQUIA ZAPOTAL*.

Sánchez, L. E., & Hacking, T. (2002). "An approach to linking environmental impact assessment and environmental management systems." *Impact Assessment and Project Appraisal*, 20(1), 25-38.

Glasson, J., Therivel, R., & Chadwick, A. (2013). *Introduction to Environmental Impact Assessment*. Routledge.

## 12. ANEXOS



Anexo 1. Entorno de la Comuna Zapotal.



Anexo 2. Colocación de las Trampa Van Someren - Rydon



Anexo 3. Trampa Van Someren – Rydon.



Anexo 4. Mariposa organillo clara (*Euptoieta hegesia aff*).



Anexo 5. Lepidópteros pertenecientes a la familia Hesperiiida y Nymphalidae encontrados en las trampas.



Anexo 6. Lepidópteros pertenecientes a la familia Pieridae y Hesperiiida.



Anexo 7. Mariposa organillo clara vista ventral (*Euptoieta hegesia aff*).

**Tabla 1.** Total, de varianza de todas las estaciones.

<b>SUMA DE CUADRADOS</b>	<b>173,734</b>
<b>DF</b>	63
<b>F</b>	0,3791
<b>P</b>	0,9108
<b>VAR (GROUP)</b>	-0,229911
<b>VAR (ERROR)</b>	2,962
<b>ICC</b>	-0,0841

**Tabla 2.** Listado de géneros de Lepidópteros encontrados por estación.

FAMILIAS	GÉNERO	ESPECIES	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
HESPERIIDAE	Burnsius.	<i>Burnsius olieus aff</i>	×	×	×	×	×	×		×
	Aeromachus	<i>Aeromachus pygmaeus aff.</i>	×	×	×		×	×	×	×
PIERIDAE	Ascia.	<i>Ascia monuste aff</i>	×	×		×	×	×	×	×
	Phoebis.	<i>Phoebis philea spp aff</i>	×	×	×	×	×			
		<i>Eurema daira aff.</i>	×	×		×	×		×	
LYCAENIDAE	Catochrysops.	<i>Catochrysops strabo spp aff</i>			×		×		×	×
GEOMETRIDAE	Scopulini.	<i>Scopula umbilicata aff</i>		×	×	×				
NYMPHALIDAE	Euptoieta.	<i>Euptoieta hegesia aff</i>	×	×	×	×	×	×	×	×

# Solano Gálvez Lia Naomi – compilato

**9%**  
Textos sospechosos

**6% Similitudes**  
0% similitudes entre comillas  
0% entre las fuentes mencionadas  
**4% Idiomas no reconocidos**

Nombre del documento: Solano Gálvez Lia Naomi – compilato .docx ID del documento: 68c241640c9fab708604e8322af51c5a3a4b9b87 Tamaño del documento original: 7,11 MB	Depositante: MARIA HERMINIA CORNEJO RODRIGUEZ Fecha de depósito: 8/7/2024 Tipo de carga: interface fecha de fin de análisis: 8/7/2024	Número de palabras: 10.075 Número de caracteres: 68.816
---	--	--

Ubicación de las similitudes en el documento:



## Fuentes principales detectadas

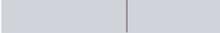
N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	<a href="http://www.raccefy.com">www.raccefy.com</a> https://www.raccefy.com/index.php/raccefy/article/download/12/12 2 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (96 palabras)
2	<a href="http://www.redalyc.org">www.redalyc.org</a> https://www.redalyc.org/pdf/540/54026849013.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (78 palabras)
3	<a href="http://www.lifeder.com">www.lifeder.com</a>   ¿Qué es el índice de Shannon y para qué sirve? https://www.lifeder.com/indice-de-shannon/#:~:text=El índice de Shannon, también conocido en la,n... 3 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (83 palabras)
4	<a href="http://www.studocu.com">www.studocu.com</a>   Tarea 2 Entomología – Métodos para capturar insectos – Méto... https://www.studocu.com/co/document/universidad-nacional-abierta-y-a-distancia/entomologia/tar... 1 fuente similar	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (84 palabras)
5	<a href="http://www.lifeder.com">www.lifeder.com</a>   Índice de Simpson: Fórmula, Interpretación y Ejemplo https://www.lifeder.com/indice-simpson/#:~:text=En ecología, a menudo se utiliza el índice,hábitat, a... 2 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (71 palabras)

## Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	<a href="http://www.lwestudioambiental.com.ar">www.lwestudioambiental.com.ar</a> https://www.lwestudioambiental.com.ar/wp-content/uploads/2018/08/Ficha-17-GUIA-METODOLOGI...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (38 palabras)
2	Documento de otro usuario #0c05f1 El documento proviene de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (16 palabras)
3	Documento de otro usuario #856100 El documento proviene de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (21 palabras)
4	Documento de otro usuario #c713f0 El documento proviene de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (20 palabras)
5	<a href="http://www.scielo.org.mx">www.scielo.org.mx</a> http://www.scielo.org.mx/pdf/bs/v99n4/2007-4476-bs-99-04-735.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (17 palabras)

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

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	repositorio.upse.edu.ec https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/9669/4/UPSE-TBI-2023-0035.pdf	2%		Palabras idénticas: 2% (268 palabras)
2	repositorio.upse.edu.ec https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/10841/1/UPSE-TBI-2024-0004.pdf	2%		Palabras idénticas: 2% (206 palabras)
3	evaluaciondeimpactoambiental.com   Matriz de Leopold: Evaluación de Impacto ... https://evaluaciondeimpactoambiental.com/matriz-de-leopold-evaluando-los-impactos-ambientales/	2%		Palabras idénticas: 2% (227 palabras)
4	evaluaciondeimpactoambiental.com   Matriz de Leopold: Evaluación de Impacto ... https://evaluaciondeimpactoambiental.com/matriz-de-leopold-evaluando-los-impactos-ambientales...	2%		Palabras idénticas: 2% (227 palabras)
5	evaluaciondeimpactoambiental.com   Matriz de Leopold: Evaluación de Impacto ... https://evaluaciondeimpactoambiental.com/matriz-de-leopold-evaluando-los-impactos	2%		Palabras idénticas: 2% (222 palabras)
6	Espinoza Ricardo Nathaly - ANTIPLAGIO-1.pdf   Espinoza Ricardo Nathaly... #e21f89 El documento proviene de mi grupo	2%		Palabras idénticas: 2% (188 palabras)
7	scielo.org.co   TÉCNICAS Y PROCESAMIENTO PARA LA RECOLECCIÓN, PRESERVACIÓ... http://scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-39082013000300004	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (121 palabras)

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
8	 <b>www.scielo.org.co</b> <a href="http://www.scielo.org.co/pdf/racefn/v37n144/v37n144a04.pdf">http://www.scielo.org.co/pdf/racefn/v37n144/v37n144a04.pdf</a>	< 1%		📄 Palabras idénticas: < 1% (117 palabras)
9	 <b>biodiversos.org</b> <a href="http://biodiversos.org/wp-content/uploads/2017/01/Espinosa_et_al_2012_Ecosistemas.pdf">http://biodiversos.org/wp-content/uploads/2017/01/Espinosa_et_al_2012_Ecosistemas.pdf</a>	< 1%		📄 Palabras idénticas: < 1% (78 palabras)
10	 <b>www.lifeder.com</b>   Índice de Simpson: Fórmula, Interpretación y Ejemplo <a href="https://www.lifeder.com/indice-simpson/">https://www.lifeder.com/indice-simpson/</a>	< 1%		📄 Palabras idénticas: < 1% (71 palabras)
11	 <b>Documento de otro usuario</b> #671ee6 👉 El documento proviene de otro grupo	< 1%		📄 Palabras idénticas: < 1% (33 palabras)