



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS

NATURALES

CARRERA DE AGRONOMÍA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“EVALUACIÓN DE LA DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE
INSECTOS EN CUATRO SISTEMAS PRODUCTIVO EN TRES
LOCALIDADES DE LA SIERRA CENTRAL DEL ECUADOR,
2025.”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de
Ingeniera Agrónoma.

Autora:
Erazo Caisapanta Gabriela Marisol

Tutor:
Chasi Vizquete Wilman Paolo

LATACUNGA – ECUADOR

Julio 2025

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Erazo Caisapanta Gabriela Marisol, con cédula de ciudadanía No. 1724748007, declaro ser autora del presente Proyecto de Investigación: **“EVALUACIÓN DE LA DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE INSECTOS EN CUATRO SISTEMAS PRODUCTIVO EN TRES LOCALIDADES DE LA SIERRA CENTRAL DEL ECUADOR, 2025.”**, siendo el Ingeniero Mg. Wilman Paolo Chasi Vizuite, Tutor del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 23 de julio del 2025


Gabriela Marisol Erazo Caisapanta
C.C: 1724748007
ESTUDIANTE

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **ERAZO CAISAPANTA GABRIELA MARISOL**, identificada con cédula de ciudadanía **1724748007** de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - LA CEDENTE es una persona natural estudiante de la carrera de Agronomía titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “**EVALUACIÓN DE LA DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE INSECTOS EN CUATRO SISTEMAS PRODUCTIVO EN TRES LOCALIDADES DE LA SIERRA CENTRAL DEL ECUADOR, 2025.**”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Inicio de la carrera: Abril 2021 - Agosto 2021

Finalización de la carrera: Abril – Agosto 2025

Tutor: Ing. Wilman Paolo Chasi Vizuete, Mg.

Tema: “**EVALUACIÓN DE LA DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE INSECTOS EN CUATRO SISTEMAS PRODUCTIVO EN TRES LOCALIDADES DE LA SIERRA CENTRAL DEL ECUADOR, 2025.**”

CLÁUSULA SEGUNDA. - LA CESIONARIA es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **LA CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **LA CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que LA CESIONARIA no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido LA CEDENTE declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de LA CESIONARIA el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo LA CEDENTE podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de LA CEDENTE en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 23 días del mes de julio del 2025.


Gabriela Marisol Erazo Caisapanta
LA CEDENTE

Dra. Idalia Pacheco Tigselema, Ph.D.
LA CESIONARIA

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación con el título:

“EVALUACIÓN DE LA DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE INSECTOS EN CUATRO SISTEMAS PRODUCTIVO EN TRES LOCALIDADES DE LA SIERRA CENTRAL DEL ECUADOR, 2025.”, de Erazo Caisapanta Gabriela Marisol, de la carrera de Agronomía, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la pre-defensa.

Latacunga, 23 de julio del 2025



Ing. Wilman Paolo Chasi Vizucete, Mg.

C.C: 0502409725

DOCENTE TUTOR

AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, la postulante: Erazo Caisapanta Gabriela Marisol, con el título del Proyecto de Investigación: “EVALUACIÓN DE LA DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE INSECTOS EN CUATRO SISTEMAS PRODUCTIVO EN TRES LOCALIDADES DE LA SIERRA CENTRAL DEL ECUADOR, 2025.”, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.

Latacunga, 23 de julio del 2025



Ing. Emerson Jácome Mogro, Mg.
C.C: 0501974703
LECTOR 1 (PRESIDENTE)



Ing. Guadalupe López Castillo, Mg.
C.C: 1801902907
LECTOR 2 (MIEMBRO)



Ing. Carlos Torres Miño, PhD.
CC: 0501604409
LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, le doy gracias a mi Dios quien me permitió realizar esta investigación de pregrado que es el resultado de mi formación profesional. También le agradezco a mi director de Tesis, Ing. Paolo Chasi, por su guía y apoyo constante a lo largo de este proyecto; extendiendo mi gratitud a la Universidad Técnica de Cotopaxi por brindarme la oportunidad y los recursos necesarios para que pueda culminar mi meta, en mi memoria siempre estará el beneficio que recibí por parte de ustedes; por haberlos puesto en mi camino para ayudarme a alcanzar mis éxitos, sin duda son una bendición; y, por todas las cosas buenas que me permitieron experimentar, los buenos y malos momentos que indudablemente me ayudaron a crecer.

Gabriela Marisol Erazo Caisapanta

DEDICATORIA

La presente investigación quiero dedicarla en primer lugar a mi amada hija Kelsey porque creció y me acompañó a lo largo de mi carrera siendo mi motor y mi fuerza diaria para no rendirme. A mis queridas tías Lidia y Olga Caizapanta, quienes formaron una parte fundamental al guiarme y dedicar su apoyo y esfuerzo incondicional para poder lograr esta meta.

A mi papá quien me ayudó y apoyó con sus consejos, dándome el ejemplo de perseverancia en la vida y que mientras Dios esté con nosotros nada es insuperable y nada es imposible en este mundo. A mi hermana Ale Erazo ya que me ayudó a comprender el valor del amor de hermanas, superando momentos difíciles que nos llevaron a crecer y a cambiar.

Y a todos aquellos que de alguna manera fueron parte de este proceso y me brindaron su ayuda, sin esperar alguna retribución a cambio.

Dios les bendiga.

Gabriela Marisol Erazo Caisapanta

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “EVALUACIÓN DE LA DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE INSECTOS EN CUATRO SISTEMAS PRODUCTIVO EN TRES LOCALIDADES DE LA SIERRA CENTRAL DEL ECUADOR, 2025”.

Autora:
Erazo Caisapanta Gabriela Marisol

RESUMEN

La presente investigación se realizó en tres localidades Salache, Machachi y Píllaro de la sierra central del Ecuador, el objetivo fue de evaluar la diversidad y abundancia de insectos en cuatro sistemas productivos (agroecológico, natural, tradicional y convencional), debido a la creciente pérdida de biodiversidad en el Ecuador, originada por la expansión de la frontera agrícola, la deforestación y contaminación, radicando en que estas actividades amenazan hábitats naturales y reducen la funcionalidad ecológica. Para lo cual se aplicaron trampas pitfall y red entomológica, utilizando herramientas como iNaturalist y análisis estadísticos con índices de Shannon, Simpson y Chi-cuadrado. Demostrando que el sistema agroecológico de Píllaro presentó la mayor abundancia de insectos (77) individuos y una diversidad funcional destacada, con (30 %) de herbívoros chupadores, (23 %) de depredadores y (8 %) de polinizadores; mientras que Salache mostró una alta media de macrofauna (31,5) en el sistema natural, y Machachi resaltó en fauna aérea bajo sistema convencional (14) individuos, además, tuvo la mayor diversidad de macrofauna con el índice de Shannon: (3,73) y el índice de Simpson: (1,64), mientras que el sistema natural también destacó en esta localidad con valores aún más altos (Shannon: 4,05; Simpson: 1,68). La prueba Chi-cuadrado reveló diferencias significativas entre grupos funcionales en macrofauna (Salache: $\chi^2 = 137,63$) y fauna aérea (Machachi: $\chi^2 = 17,02$). Es decir, los sistemas sostenibles como el agroecológico y tradicional favorecen la diversidad entomológica, mientras que los sistemas convencionales presentan menor riqueza ecológica, evidenciando la necesidad de promover prácticas agrícolas respetuosas con el entorno.

Palabras clave: Diversidad entomológica, Sistemas productivos, Agroecología, Biodiversidad funcional.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES

THEME: “EVALUATION OF INSECT DIVERSITY AND ABUNDANCE IN FOUR PRODUCTIVE SYSTEMS IN THREE LOCALITIES OF THE CENTRAL OF ECUADOR, 2025.”

Author:
Erazo Caisapanta Gabriela Marisol

ABSTRACT

This current research was in three locations Salache, Machachi, and Píllaro in the central of Ecuador. The objective was to evaluate the diversity and abundance of insects in four production systems (agroecological, natural, traditional, and conventional), due to the increasing loss of biodiversity in Ecuador caused by the expansion of the agricultural frontier, deforestation, and pollution, which threaten natural habitats and reduce ecological functionality. To this, pitfall traps and entomological nets were used, along with tools such as iNaturalist and statistical analyses with Shannon, Simpson, and Chi-square indices. Demonstrating that the agroecological system of Píllaro had the greatest abundance of insects (77) individuals and outstanding functional diversity, with (30%) sucking herbivores, (23%) predators, and (8%) pollinators; while Salache showed a high average of macrofauna (31.5) in the natural system, and Machachi stood out in aerial fauna under the conventional system with (14) individuals. It also had the greatest diversity of macrofauna with the Shannon index: (3.73) and the Simpson index: (1.64), while the natural system also stood out in this locality with even higher values (Shannon: 4.05; Simpson: 1.68). The Chi-square test revealed significant differences between functional groups in macrofauna (Salache: $\chi^2 = 137.63$) and aerial fauna (Machachi: $\chi^2 = 17.02$). In other words, sustainable systems such as agroecological and traditional systems favor entomological diversity, while conventional systems have lower ecological richness, highlighting the need to promote environmentally friendly agricultural practices.

Keywords: Entomological diversity, Production systems, Agroecology, Functional biodiversity.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|--|------|
| DECLARACIÓN DE AUTORÍA | ii |
| CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR | ii |
| AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN | v |
| AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN | vi |
| <i>AGRADECIMIENTO</i> | vii |
| <i>DEDICATORIA</i> | viii |
| RESUMEN..... | ix |
| ABSTRACT | x |
| ÍNDICE DE CONTENIDOS | xi |
| ÍNDICE DE TABLAS | xiv |
| ÍNDICE DE GRÁFICOS | xv |
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES..... | xvi |
| 1. INFORMACIÓN GENERAL | 1 |
| 2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO..... | 3 |
| 3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO | 4 |
| 3.1. Beneficiarios directos | 4 |
| 3.2. Beneficiarios indirectos | 4 |
| 4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN | 4 |
| 5. OBJETIVOS..... | 7 |

| | |
|--|----|
| 5.1. General..... | 7 |
| 5.2. Específicos..... | 7 |
| 6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS. | 7 |
| 7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA..... | 8 |
| 7.1 Importancia De La Biodiversidad..... | 10 |
| 7.2 Abundancia Entomológica | 11 |
| 7.3 Causas de la pérdida de biodiversidad..... | 11 |
| 7.3.1. Contaminación | 11 |
| 7.3.2. Destrucción de hábitats | 12 |
| 7.3.3. Especies exóticas invasoras..... | 12 |
| 7.3.4. Extinción de especies | 12 |
| 7.4. Consecuencias De La Pérdida De Biodiversidad | 13 |
| 7.5. Ecosistemas Agrícolas..... | 13 |
| 7.6. Grupos Funcionales | 15 |
| 7.6.1. Depredadores..... | 15 |
| 7.6.2. Detritívoros..... | 15 |
| 7.6.3. Herbívoros | 15 |
| 7.6.4. Omnívoros..... | 15 |
| 7.6.5. Diversidad de especies | 16 |
| 7.6.6. Diversidad de sistemas productivos | 16 |

| | |
|---|-----------|
| 7.7. Sistemas Productivos | 16 |
| 7.7.1. Sistema natural | 16 |
| 7.7.2. Sistema agroecológico..... | 17 |
| 7.7.3. Sistema convencional | 17 |
| 7.7.4. Sistema tradicional | 17 |
| 7.8 Índices De Diversidad | 18 |
| 7.8.1. Índice de equidad Shannon-Wiener | 18 |
| 7.8.2 Índice de Dominancia Simpson..... | 19 |
| 7.9. Rangos De Diversidad De Índices De Shannon Y Simpson | 21 |
| 7.10. Trampas Entomológicas | 21 |
| 7.10.1. Red Entomológica | 21 |
| 7.10.2. Trampas Pitfall | 22 |
| 7.11. Microscopio Estereoscopio..... | 23 |
| 7.12. Alcohol Etílico Al 70% | 23 |
| 7.13. Aplicación iNaturalist..... | 24 |
| 7.14. Prueba Chi-Cuadrado (X^2) De Pearson | 24 |
| 8. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS | 25 |
| 8.1. PREGUNTA CIENTÍFICA..... | 25 |
| 8.2 HIPÓTESIS | 25 |
| 8.2.1 Hipótesis Nula | 25 |

| | |
|--|----|
| 8.2.2. Hipótesis Alternativa..... | 25 |
| 9. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL | 26 |
| 9.1 Ubicación del experimento..... | 26 |
| 9.2. Tipo de investigación | 26 |
| 9.2.1. Descriptiva | 26 |
| 9.2.2. De Campo..... | 26 |
| 9.2.3. Cuantitativa | 26 |
| 9.2.4. Cualitativa | 27 |
| 9.3. Materiales | 27 |
| 9.4. Área de estudio | 27 |
| 9.5. Mapas de ubicaciones gráfica..... | 27 |
| 9.6. Tabla de Coordenadas y Cantones de estudio | 28 |
| 9.7. Descripción de las zonas..... | 29 |
| 9.7.1. Salache..... | 29 |
| 9.7.2. Machachi | 29 |
| 9.7.3. Píllaro | 29 |
| 9.8. Método de Recolección de muestras mediante las dos trampas..... | 30 |
| 9.8.1. Muestreo de los sistemas productivos | 30 |
| 10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS | 34 |
| 10.1. Cuantificación de Insectos por sistema productivo de Macrofauna y Fauna Aérea..... | 34 |

| | |
|---|----|
| 10.2. Análisis de índice de Shannon..... | 44 |
| 10.3. Análisis del Índice de Simpson | 45 |
| 10.4. Análisis de Media y Varianza..... | 47 |
| 10.5 Prueba Chi Cuadrado Macrofauna por grupos funcionales..... | 52 |
| 11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 56 |
| 11.1. Conclusiones..... | 56 |
| 11.2. Recomendaciones | 57 |
| 12. BIBLIOGRAFÍA..... | 57 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| <i>Tabla 1. Cantones y Coordenadas</i> | 30 |
| <i>.Tabla 2. Cuantificación de Insectos por sistema y localidad de la Macrofauna</i> | 36 |
| <i>Tabla 3. Cuantificación de Insectos por sistema y localidad de la Fauna Aérea</i> | 37 |
| <i>Tabla 4. Taxonomía con porcentajes de la Macrofauna por Grupos Funcionales</i> | 39 |
| <i>Tabla 5. Taxonomía con porcentajes de la Fauna Aérea por Grupos Funcionales</i> | 43 |
| <i>Tabla 6. Índice de Shannon</i> | 45 |
| <i>Tabla 7. Índice de Simpson</i> | 47 |
| <i>Tabla 8. Tabla de Medias según los datos muestreados de la Macrofauna</i> | 48 |
| <i>Tabla 9. Tabla de Medias según los datos muestreados de la Fauna Aérea</i> | 51 |
| <i>Tabla 10. Prueba del chi cuadrado Macrofauna por Localidad/ grupos funcionales.</i> | 53 |
| <i>Tabla 11. Prueba de Chi cuadrado Fauna Aérea por Localidad/ grupos Funcionales.</i> | 55 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | |
|--|----|
| <i>Gráfico 1. Mapas de cantones</i> | 29 |
| <i>Gráfico 2. Cuantificación de Macrofauna y Fauna Aérea</i> | 38 |
| <i>Gráfico 3. Taxonomía Macrofauna por grupos Funcionales</i> | 41 |
| <i>Gráfico 4. Taxonomía de la Fauna Aérea por grupo funcional.</i> | 44 |
| <i>Gráfico 5. Medias y Varianza según los datos muestreados de la Macrofauna</i> | 49 |
| <i>Gráfico 6. Análisis De Medias Y Varianza de Fauna Aérea</i> | 52 |
| <i>Gráfico 7. Prueba de Chi Cuadrado por Localidad Macrofauna</i> | 54 |
| <i>Gráfico 8. Prueba del Chi Cuadrado por Localidad en la Fauna Aérea</i> | 56 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Rangos de color índice Shannon mide la diversidad _____ 34

Ilustración 2. Rangos de color índice de Simpson mide la dominancia _____ 34

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

EVALUACIÓN DE LA DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE INSECTOS EN CUATRO SISTEMAS PRODUCTIVO EN TRES LOCALIDADES DE LA SIERRA CENTRAL DEL ECUADOR, 2025.

Fecha de inicio: abril 2025 **Fecha**

de finalización: agosto 2025

Lugar de ejecución:

Barrio: Puichig, Tunguipamba y Salache

Parroquias: Machachi, Píllaro y Eloy Alfaro

Cantones: Mejía, Santiago de Píllaro y Latacunga

Provincias: Pichincha, Tungurahua y Cotopaxi

Zona: 3

Institución: Universidad Técnica de Cotopaxi

Facultad que auspicia: Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

Carrera que auspicia: Carrera de Agronomía

Equipo de Trabajo:

- **Responsable del Proyecto** Ing. Wilman Paolo Chasi Vizuete, Mg.
- **Tutor:** Ing. Wilman Paolo Chasi Vizuete, Mg.
- **Lector 1:** Ing. Emerson Jácome Mogro, Mg.
- **Lector 2:** Ing. Guadalupe de las Mercedes López, Mg.
- **Lector 3:** Ing. Carlos Xavier Torres Miño, Mg.

Coordinador del Proyecto:

Gabriela Marisol Erazo Caisapanta

Teléfonos: 0979502939

Correo electrónico: gabriela.erazo8007@utc.edu.ec

Área de Conocimiento: Biología

Subárea Ciencia de la Vida- Entomología

Línea de investigación: Conservación y aprovechamiento racional de la biodiversidad y los recursos naturales.

Sublínea de Investigación Carrera: Caracterización de la Biodiversidad

Línea de vinculación de la carrera: Gestión de recursos naturales, biotecnología, biodiversidad y gestión para el desarrollo humano y social.

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Esta investigación se realizó debido a la pérdida de biodiversidad en el Ecuador que está profundamente vinculada a la expansión de la frontera agrícola, deforestación, extracción de recursos naturales y contaminación (Riofrío, 2018). Estas actividades antrópicas comprometen especies endémicas al transformar hábitats y reducir los servicios ecosistémicos esenciales para la salud humana y el equilibrio ambiental. (Gavrilovic, 2020) advierte que la pérdida de hábitats naturales erosiona los recursos vitales para la existencia humana, mientras que (Correa A, 2015) y (Leiton M, 2020) destacan cómo la fragmentación del paisaje compromete la conectividad ecológica, afectando el desplazamiento, reproducción y estabilidad de las especies. (Lindenmayer D., 2016) complementa esta visión señalando que el cambio de uso de suelo altera la composición y configuración espacial del paisaje, generando mayor aislamiento de parches de hábitat.

La biodiversidad se reconoce como fuente esencial de medicinas, alimentos y purificación ambiental (CEPAL, 2017; INECOL, 2018; Rodríguez, 2018), por lo que su pérdida tiene implicaciones sanitarias, culturales y económicas profundas. (Aguirre, 2014) subrayó la importancia de los bosques tropicales como reservorios de biodiversidad global, mientras que (Pamela, Análisis de las Causas de Pérdida de Biodiversidad Terrestre y sus Consecuencias para el Ambiente en el Ecuador, 2021) enfatiza la irrecuperabilidad del patrimonio biológico ecuatoriano si se pierden especies endémicas.

Por lo expuesto se ve la necesidad de investigar, para conocer la biodiversidad de los diferentes agroecosistemas, es necesario esta información para trabajar motivando a nuestros agricultores en el cambio de sus espacios agrícolas.

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

3.1. Beneficiarios directos

Los beneficiarios directos de este proyecto serán los 100 productores de las tres diferentes localidades

3.2. Beneficiarios indirectos

Los beneficiarios indirectos serán los 350 estudiantes de la Carrera de Agronomía

4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

En el país, las principales razones de la disminución de la biodiversidad se encuentran en la ampliación de la frontera agrícola, la tala de bosques, la extracción de minerales y petróleo; y la contaminación, lo que lleva a resultados como la extinción de especies, la pérdida de hábitats, la disminución de servicios ecosistémicos y la pérdida de patrimonio biológico y cultural. Por lo tanto, resulta crucial llevar a cabo un estudio de las razones y efectos de la disminución de la biodiversidad en el país. Esto se debe a que, al tener una superficie reducida, las especies de flora y fauna que residen en ella se encuentran expuestas a las amenazas generadas por las actividades humanas (Riofrío, 2018).

El deterioro del hábitat natural se trata en todas sus transformaciones estructurales, además de la degradación de las viviendas Funciones y valores que se derivaron. La lucha contra la desaparición del hábitat natural representa una de las tareas y retos más significativos de la sociedad contemporánea, ya que este proceso es el responsable de la biodiversidad. La crisis global, que constituye el fundamento para la supervivencia y la existencia de la humanidad. Espacio natural.

La pérdida es uno de los indicadores clave que evidencia la degradación de los recursos imprescindibles para la supervivencia humana (Gavrilovic, 2020).

La conexión estructural del hábitat es uno de los factores ambientales clave que promueven el desplazamiento de las especies, conservan su función vital-calidad y, finalmente, mantienen el nivel de biodiversidad (Correa A, 2015). Este conductor puede provocar la desaparición y fragmentación de hábitats, los cuales se identifican como 2 de las amenazas más significativas para los paisajes bosques (Leiton M, 2020). La modificación en el uso del suelo altera los patrones espaciales del paisaje boscoso (composición y disposición espacial), como, por ejemplo: el área total, la cantidad de parches, la conectividad y la abundancia de parches (Lindenmayer, SPRINGER NATURE Link, 2016)

La disminución de la biodiversidad es uno de los factores clave que impacta en la reducción de las condiciones de salud humanas, lo que podría disminuir el legado biológico para las distintas generaciones. Gran cantidad de los fármacos se producen utilizando materia prima obtenida de los sistemas naturales. Todos los ecosistemas con gran biodiversidad representan una fuente significativa de captura de carbono y contribuyen a mantener un equilibrio de los gases de efecto invernadero, además contribuyen a la reducción del calentamiento global (CEPAL., 2017).

Los efectos de la desaparición de ecosistemas se manifestarían en la disminución y extinción de especies, pérdida de hábitats, incremento del cambio climático, reducción en la provisión de medicamentos, entre otros impactos que impactan tanto a las especies de animales, plantas y ecosistemas, como a los seres humanos (INECOL., 2018). La función de la biodiversidad en Ecuador es crucial ya que una biodiversidad que se pierda resulta inviable de recuperar, lo que

significa que se pierde una porción significativa del patrimonio ecuatoriano. (Canelos, Análisis de las causas de pérdida de biodiversidad terrestre y sus consecuencias para el medio ambiente en el Ecuador, 2021).

La protección de los ecosistemas es un componente esencial para el crecimiento y la conservación de especies. Por lo tanto, los bosques tropicales ocupan el 7% de la superficie terrestre y alberguen más de la mitad de las especies de toda la flora mundial. (Aguirre, 2014). La diversidad de especies de flora y fauna es esencial para asegurar el balance de los ecosistemas globales y la supervivencia humana, ya que genera bienes y servicios para cubrir necesidades esenciales como el acceso a aguas limpias, la elaboración de alimentos, la generación de medicamentos, la purificación del aire, insumos para determinadas industrias, materiales de construcción, entre otros (Rodríguez, 2018).

El uso desmedido de pesticidas (Toledo, C., 2018) y el uso de sustancias químicas artificiales para fertilizar el terreno, controlar malezas y controlar enfermedades, impacta de manera negativa en la salud y el bienestar del agricultor, mientras perjudica la estructura y la biodiversidad del suelo. (Hernández-Aranda, 2022).

La mayoría de los agricultores carecen de habilidades ecológicas en horticultura y, frecuentemente, no consiguen maximizar la densidad o variedad de sus cosechas. En su mayoría, sufren pérdidas a causa de plagas y consiguen rendimientos reducidos. Así pues, resulta imprescindible hacer modificaciones en las prácticas agrícolas vigentes para potenciar la calidad del suelo, la salud de las cosechas y la productividad.

(Altieri M. , Revista de Clades, Num. Esp. 1., 2018).

5. OBJETIVOS

5.1. General

Evaluar la diversidad y abundancia de insectos en cuatro sistemas productivos en tres localidades

5.2. Específicos

- Cuantificar la presencia de insectos en sistemas productivos de 3 localidades.
- Identificar la distribución de frecuencias por grupos funcionales en las 3 localidades.
- Establecer índices de diversidad y dominancia de insectos en las 3 localidades y 4 sistemas productivos

6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

| OBJETIVO 1 | ACTIVIDAD | METODOLOGÍA | RESULTADOS |
|-------------------|------------------|--------------------|-------------------|
|-------------------|------------------|--------------------|-------------------|

| | | | |
|---|---|--|--|
| Cuantificar la presencia de insectos en sistemas productivos de localidades | -Toma de datos dentro de las áreas de estudio -Número de insectos recolectados por trampa y por cuadrante -Número de insectos recolectados por localidad. | -Buscar y leer artículos relacionados con la biodiversidad entomológica | -Disponer de la información de antecedentes de la abundancia entomológica de las zonas. -Recolección de datos de insectos entomológico en el área de estudio. |
| OBJETIVO ESPECÍFICO 2 | ACTIVIDADES | METODOLOGÍA | RESULTADOS |
| Identificar la distribución de frecuencias por grupos funcionales. | Elaboración de tablas de datos y una gráfica la cual refleja los grupos funcionales de los insectos recolectados en las áreas de estudio. | Los datos fueron registrados en una base de matriz en Excel y aplicadas la fórmula de chi cuadrado. | Obtención de información para determinar si existe diferencias significativas entre los resultados esperados y observados. |
| OBJETIVO ESPECÍFICO 3 | ACTIVIDADES | METODOLOGÍA | RESULTADOS |
| Establecer índices de diversidad y dominancia de insectos en las localidades y sistemas productivos | Elaboración de una tabla de datos donde se aplicó: -varianza -media -índice Shannon -índice de Simpson | Los datos fueron registrados en una matriz de Excel para llevar un registro cuantitativo del cultivo y cualitativo en la app iNaturalist | Obtención de información y características sobre los insectos recolectados. |

Elaborado por: (Erazo, 2025).

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

Diversidad Biológica

La diversidad biológica es fundamental para el correcto funcionamiento de los sistemas naturales y para su habilidad para resistir alteraciones provocadas por la actividad humana. Dado que, a mayor diversidad de especies, más extensa será la habilidad para recuperar estos sistemas. (Mazzitelli, 2019).

Un elemento crucial de la biodiversidad reside en su habilidad para manejar de forma más eficiente las variaciones resultantes de las modificaciones climáticas causadas por el cambio climático, particularmente cuando hay una mayor diversidad biológica (Yábar, E., et al., 2015). A escala global, nacional y territorial, la reducción de la diversidad biológica constituye un reto significativo. Investigadores de varios rincones del planeta han comenzado a entender el papel e importancia de la biodiversidad en el correcto funcionamiento de los sistemas de agricultura. (García González, 2022).

Los insectos son el conjunto más abundante en el reino animal, constituyendo una porción considerable de la biodiversidad. Sin embargo, su relevancia no siempre es reconocida como debería (Blas & del Hoyo, 2013), hasta ahora, se han identificado 915,350 especies de insectos a nivel global (Sánchez A, 2021). De acuerdo con los datos disponibles, se podría proponer una estimación inicial del 10 por ciento. Esto significa que de las cerca de 8 millones de especies de animales y plantas existentes (de las cuales el 75% son insectos), cerca de 1 millón se encuentran en peligro de extinción (Dourojeanni M. , 2019).

Entender de manera detallada la relevancia de los insectos silvestres en la producción de alimentos, en términos de cantidad, método y motivo, es crucial por tres motivos fundamentales. Primero, las carencias en la producción agrícola originadas por la restricción en la polinización

pueden ser más relevantes que las vinculadas a recursos esenciales limitantes, como el agua y los nutrientes. Esto ocurre porque, desde un punto de vista técnico, los productores agrícolas suelen ejercer un control más efectivo sobre estos recursos que los polinizadores. En segundo lugar, a nivel global, las zonas de cultivo de plantas entomófilas están creciendo, superando en términos proporcionales la población de abejas melíferas. Y, en tercer orden, las comunidades de insectos silvestres están sufriendo una reducción debido a factores humanos de origen. (Mirraño, 2017).

7.1 Importancia De La Biodiversidad

La biodiversidad ofrece servicios ambientales particulares, condiciones naturales y procesos de los ecosistemas, incluyendo especies y genes, que los humanos pueden aprovechar de múltiples maneras (Figueiredo, 2017). La biodiversidad ofrece servicios que abarcan la degradación de residuos orgánicos, la regulación de la formación y erosión del suelo, la fijación de nitrógeno, el incremento de la disponibilidad de alimentos para las cosechas y su producción, así como el control biológico de plagas, la polinización de las plantas y el clima (Trujillo, 2014).

Los individuos obtienen beneficios de todos estos servicios y productos, muchos de ellos relacionados con valores de fe, cultura, ética y belleza (Orellana, 2021). Incluye elementos biológicos con los que podemos interactuar, tales como animales, vegetales y humanos. Están unidos entre ellos para su uso y administración, o están unidos de manera permanente e inseparable. (García García, 2018).

La biodiversidad es fundamental para la supervivencia de los ecosistemas y sirve como impulsor para la generación de servicios que respalden tanto a la población humana como al planeta en general. Por esta razón, tiene un rol crucial al asegurar y garantizar los servicios que constituyen el desarrollo y la continuidad de la vida en la Tierra para las futuras generaciones (Stupino, 2014).

7.2 Abundancia Entomológica

La abundancia en ecología es un elemento de la biodiversidad y hace referencia a cuán frecuente o escasa es una especie en relación con otras especies en una comunidad biológica o un lugar determinado. La abundancia relativa se puede ilustrar como la proporción de un organismo, en la que el 100% representa la cantidad total de organismos en la zona. (Briones-Salas, 2014).

La riqueza específica (S) es el método más sencillo para caracterizar la biodiversidad, dado que se fundamenta solamente en la cantidad de especies existentes, sin considerar el valor de relevancia de estas. (Moreno, 2001). La diversidad biológica se refiere a la diversidad de la vida. Este concepto más reciente por (Vargas B., 2015) abarca diversos estratos de la organización biológica. Se refiere a la variedad de especies de plantas, animales, hongos y microorganismos que habitan en un lugar específico, a su variabilidad genética, a los ecosistemas que incluyen estas especies, y a los paisajes o áreas donde se encuentran estos ecosistemas.

7.3 Causas de la pérdida de biodiversidad

7.3.1. Contaminación

La contaminación o contaminación se refiere a la introducción en el entorno de sustancias u otros componentes físicos que resultan peligrosos o inadecuados para su empleo. Existen diversos contaminantes, incluyendo pesticidas, cianuros, sustancias químicas como herbicidas, residuos municipales, petróleo y radiaciones ionizantes. Todos estos pueden provocar patologías, perjudicar los ecosistemas y el entorno natural. Además, hay una gran cantidad de contaminantes gaseosos que desempeñan un papel importante en varios fenómenos del aire como la lluvia ácida, el deterioro del ozono y el cambio climático. Todo esto se originó debido a la revolución industrial que tuvo repercusiones económicas y sociales. (Useda, 2018).

7.3.2. Destrucción de hábitats

La destrucción de hábitats significa un cambio en el entorno, que puede causar, directa o indirectamente, la pérdida y destrucción del medio ambiente si la situación continua, puede llegar a generarse la extinción de especies (Santamarta, 2014). Los cambios en los patrones espaciales de las coberturas y usos del suelo revelan una fuerte transformación del paisaje y una fragmentación avanzada de los bosques originarios. Se discute como dichos patrones de cambio amenazan la persistencia de distintas especies endémicas con elevado peligro de extinción. De seguir dichos procesos antrópicos, estas especies podrían afrontar un incremento en su peligro de extinción (Otavo, 2017).

7.3.3. Especies exóticas invasoras

Las especies invasoras exóticas poseen la habilidad de ajustarse con facilidad a nuevos entornos y pueden expandirse con rapidez. Además, son las causas primordiales de extinción, declive y reestructuración de las poblaciones biológicas. (Marmolejo, 2021).

Las especies invasoras son la segunda razón más frecuente de la disminución de la biodiversidad a nivel global, y alteran la estructura y el funcionamiento de las especies y ecosistemas autóctonos (Lizarralde, 2016).

7.3.4. Extinción de especies

En la actualidad, hay una gran preocupación científica por el desequilibrio mundial de la biodiversidad terrestre y marina, y se percibe el riesgo de un efecto sin igual en la dinámica del funcionamiento terrestre (Rodríguez, 2018). Basándose en la extrapolación de parámetros ya

establecidos, se calcula que la biodiversidad actual abarca aproximadamente 30 millones de especies. Sin embargo, el ritmo actual de pérdida de biodiversidad es de 30.000 especies anuales, de acuerdo con investigaciones científicas. (Ceballos, 2011).

7.4. Consecuencias De La Pérdida De Biodiversidad

Dentro de las repercusiones de la disminución de la biodiversidad se incluyen el cambio climático, la contaminación, la devastación del hábitat, las especies invasoras foráneas y la desaparición de especies productivas de parásitos. (Tellería, 2013). Se han aniquilado bosques y ecosistemas naturales, la tala de árboles está devastando el entorno de numerosas especies que continúan siendo susceptibles a ser capturadas. La disminución de la diversidad también pone a las personas en contacto más directo con especies con las que nunca antes han interactuado, a la vez que las expone a enfermedades desconocidas que estas puedan presentar. (Ulrich, 2016).

7.5. Ecosistemas Agrícolas

En la actualidad, frente a los retos que plantea la situación mundial de la agricultura, que busca incrementar y garantizar la producción de alimentos y, simultáneamente, disminuir los problemas medioambientales, este proceso de transformación tecnológica hacia sistemas sustentables cobra más relevancia. Bajo este enfoque, se consideran los sistemas integrados de agricultura-ganadería (SIAG) como uno de los cimientos del nuevo modelo de producción agropecuaria, ya que se ven como un diseño eficaz para sistemas de agricultura sustentable, sustentados en el medio ambiente (Stark, 2016).

Este reciente paradigma, ya sea intensificación ecológica (Rockstrom, 2017), ecoagricultura (Garbach, Milder, DeClerck, Montenegro-de-Wit, & Driscoll, 2017), o agroecología (Altieri, Nicholls, & Henao, Agroecology and the design of climate change-resilient farming systems, 2015)

o modernización de la agricultura ecológica (Pretty, 2018), busca diseñar e instaurar sistemas de agricultura productivos que necesiten la implementación de técnicas. Es cada vez más evidente en las últimas décadas la necesidad de diseñar e instaurar agroecosistemas sostenibles y productivos, que sean menos dependientes de recursos y respetuosos con el medio ambiente (Therond, Duru, & Roger-Estrade, 2017).

Tras seminarios regionales e intercambios internacionales con delegados de Estados miembros, realizados entre 2014 y 2018, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) adopta una definición consolidada a nivel mundial, que define la agroecología como una disciplina «fundada en la utilización de conceptos y principios ecológicos para mejorar las interacciones entre plantas, animales, humanos y el medio ambiente, considerando los factores sociales que deben considerarse». Este término hace principalmente referencia a las condiciones de producción de los alimentos, mientras que los indicadores de sustentabilidad y equidad hacen referencia a las relaciones socioeconómicas entre los participantes del sistema. (Loconto, 2020).

Por lo tanto, la agroecología se fundamenta en la utilización de las ciencias agronómicas y ecológicas para el análisis, diseño y gestión de agroecosistemas sustentables, culturalmente sensibles y socioeconómicamente factibles. Este método implica un estudio y reestructuración para la gestión de la diversificación agropecuaria, que fomenta sinergias entre todos los elementos y una dinámica complicada de los procesos socio-ecológicos, la recuperación y preservación de la fertilidad del suelo, la preservación de la productividad, la eficiencia y la autodependencia a largo plazo. (Casimiro, 2016), (Nicholls & Altieri, 2017).

Según (Casimiro, 2016) y (Nicholls & Altieri, 2017), la agroecología se basa en principios fundamentales que pueden adoptar varias prácticas tecnológicas, dependiendo del entorno y la disponibilidad de recursos. Esto concuerda con los criterios de (Paolini & Sibia-Errasti, 2018).

7.6. Grupos Funcionales

7.6.1. Depredadores

Las arañas, también conocidas como artrópodos y principalmente depredadores, son muy comunes en diversos ecosistemas. Sus presas son los insectos, lo que resulta en un impacto sumamente esencial (Angulo, 2019).

7.6.2. Detritívoros

Los detritívoros suelen ubicarse en la hojarasca del suelo, su objetivo es descomponer la materia orgánica y triturar los residuos de vegetación y animales. Este procedimiento contribuye a una mayor disponibilidad de alimentos para otras personas de menor tamaño que residen en el terreno (Cabrera, 2019).

7.6.3. Herbívoros

Los herbívoros que residen dentro del suelo se nutren de los componentes vivos de las plantas, contribuyendo así a regular la masa vegetal y reducir la cantidad de hojas que se introducen en el suelo (Cabrera, 2019).

7.6.4. Omnívoros

Las hormigas son consideradas omnívoros, dado que ingieren tanto comida vegetal como animal. (Cabrera, 2019).

7.6.5. Diversidad de especies

La diversidad biológica de los suelos es un relevante indicador de la calidad del suelo, su presencia es una señal significativa de su calidad.

La diversidad o abundancia de especies genera la estabilidad del suelo, que puede realizar funciones esenciales como el reciclaje de nutrientes, la absorción de residuos orgánicos y la preservación de la estructura del suelo. (Laban et al. 2018).

7.6.6. Diversidad de sistemas productivos

Los sistemas de producción son un grupo de métodos, trabajadores, y se les considera medios físicos donde se pueden hallar diversas especies. Estos ecosistemas pueden variar en su tamaño y cualquier ser vivo que resida en ellos constituye un ecosistema (Pérez B. 2014).

7.7. Sistemas Productivos

Hacen alusión a los diversos métodos y estrategias de aprovechamiento del suelo con el objetivo de producir bienes y servicios, particularmente en los ámbitos agropecuarios, forestales y de conservación. Estos sistemas se apoyan en la habilidad del suelo para mantener la vida y se ven afectados por elementos como su composición, fertilidad, gestión e interacciones con otros elementos del ecosistema. (FAO., 2015).

7.7.1. Sistema natural

El principal rasgo del sistema es la falta de actividades humanas intensivas, ya que no utilizan maquinaria agrícola ni se implementan prácticas de agricultura que modifiquen de manera significativa el ecosistema. Este aislamiento posibilita que el entorno conserve sus rasgos originales, preservando su biodiversidad sin alteraciones y operando de forma independiente. (FAO., 2015)

7.7.2. Sistema agroecológico

Este sistema se caracteriza principalmente por sus pequeñas unidades de producción, fuertemente arraigadas en los fundamentos ecológicos y en las costumbres de la agricultura tradicional. Su enfoque se centra en la utilización sostenible de los recursos naturales, con prácticas de uso de materia orgánica y compostaje que evidencian un vínculo inherente entre la cultura local y el medio ambiente, es decir, una cosmovisión que aprecia la armonía entre el ser humano y la naturaleza. (Gortaire, 2015).

7.7.3. Sistema convencional

El sistema simboliza un modelo de agricultura tradicional, distinguido por un alto nivel de tecnificación y la aplicación a gran escala de tecnología de vanguardia. Las técnicas utilizadas están altamente normalizadas, centradas en maximizar la producción y ajustarse a las exigencias del mercado, lo que lo vincula directamente con cultivos comerciales de gran envergadura. (Chalán, Agricultura convencional y agroecología frente al cambio climático: elementos para el análisis a partir de las experiencias en 2 comunidades indígenas de la cuenca de lago San Pablo, Cantón Otavalo, Provincia de Imbabura, 2019).

7.7.4. Sistema tradicional

Se distingue por técnicas de agricultura fundamentadas en saberes empíricos, que se han heredado de una generación a otra. Este método se distingue por la utilización de instrumentos sencillos y técnicas básicas, además de una dependencia reducida de sustancias químicas industriales. (Alltech., 2018).

7.8 Índices De Diversidad

7.8.1. Índice de equidad Shannon-Wiener

El coeficiente de equidad es uno de los métodos más empleados para evaluar la biodiversidad, se basa en la igualdad de cada especie. Este índice se fundamenta en el principio de equidad, que indica la consistencia de los valores de las especies en una muestra determinada.

(Moreno, 2001).

El índice de Shannon (Shannon y Weaver, 1949) se define como:

$$H = -\sum_{i=1}^S \pi_i \ln \pi_i$$

En donde:

H= Índice de Shannon

S= Número de especies

Pi= Proporción del número total de individuos que constituyen la especie.

En donde p, simboliza la proporción (o densidad relativa) de cada especie en la población y "log" es la sigla del logaritmo (la base del logaritmo no tiene importancia, puede ser la base 10 (decimal), la base 2 (binaria) o la base "e" = 2.7182..., la base de los logaritmos naturales, la más empleada en la actualidad. La sumatoria (Σ) se aplica a las especies "S" de la población (i= 1,2,...,S). Si atribuimos n al número de ejemplares de la especie "i" y Na a la población total de la colección, entonces p, = n/N. El tamaño de la población (N) se determina a través de la suma de los individuos de todas las especies, o sea, N = Σn_i . Después comentaremos del signo negativo (Somarriba, s/f). A medida que aumenta el valor de H, incrementará la variedad de especies en una comunidad. A medida que disminuye el valor de H, disminuye la diversidad. Una comunidad donde H = 0 señala una especie única.

La máxima diversidad (H') puede calcularse de manera sencilla como $H' = \log S$, donde S simboliza la cantidad de especies en la población. Es claro que H' no se incrementa linealmente con la riqueza, sino que crece de manera acelerada cuando la riqueza se incrementa entre 1 y 13 especies, pero después se "satura" y se expande de manera gradual. Por lo tanto, $H' = 2,5$ cuando hay 12 especies en la riqueza, pero se necesitan 148 especies para alcanzar $H' = 5.0$. El índice H se ve afectado por escasas riquezas. (MARRUGAN, 1988).

La máxima diversidad ($H_{\max} = \ln S$) se logra cuando todas las especies se encuentran de manera equitativa. Un coeficiente de homogeneidad vinculado a esta medida de diversidad se puede determinar como el cociente $H/H_{\max} = H/\ln S$, que será uno si todas las especies que conforman la comunidad poseen la misma probabilidad ($p_i = 1/S$). El antilogaritmo de H (e^H) cuantifica la cantidad de especies igualmente abundantes que generan el mismo nivel de incertidumbre, es decir, el mismo valor de H . A medida que aumenta la diferencia entre e^H y S , el total de especies, la comunidad será menos variada. Esta cuantificación puede resultar beneficiosa al contrastar gráficos de dispersión del índice de Shannon basándose en la riqueza de diversas comunidades. (Pla L. , Scielo, 2006).

7.8.2 Índice de Dominancia Simpson

El índice de dominancia funciona al revés del índice de equidad, dado que considera las especies más relevantes y no considera a las demás especies. Este índice demuestra que dos personas forman parte de la misma especie, lo que se relaciona con la relevancia de la dominancia de cada una de las personas. (Moreno, 2001).

Esta es una forma modificada y más intuitiva, usada ampliamente.

Fórmula:

$$\lambda = 1 - \sum p_i^2$$

En donde:

λ = índice de Simpson

$\sum p_i$ = Sumatoria a la proporción del número total de individuos que constituyen la especie

Valores van de 0 a 1, donde:

0 = sin diversidad

1 = diversidad máxima

Donde: p_i = abundancia proporcional de la especie i , o sea, la cantidad de ejemplares de la especie i dividida entre la cantidad total de ejemplares de la muestra. Manifiesta la posibilidad de que dos sujetos seleccionados de manera aleatoria de una muestra pertenezcan a la misma especie.

Está profundamente marcado por el valor de las especies más predominantes (MARRUGAN, 1988). Dado que su valor es opuesto a la equidad, se puede calcular la diversidad como $1 - \lambda$ (LANDE, 1996).

| Valor de 1 - D | Nivel de diversidad |
|----------------|---------------------|
| 0.00 – 0.19 | Muy baja |
| 0.20 – 0.39 | Baja |
| 0.40 – 0.59 | Media |
| 0.60 – 0.79 | Alta |
| 0.80 – 1.00 | Muy alta |

Fuente: (Moreno, 2001)

| Valor de 1/D | Nivel de diversidad |
|--------------|---------------------|
| 1 – 2 | Muy baja |
| 2 – 4 | Moderada |
| > 4 | Alta |

Fuente: (Moreno, 2001)

7.9. Rangos De Diversidad De Índices De Shannon Y Simpson

| Valores | Interpretación |
|-------------|--------------------|
| 0,00 - 0,35 | Diversidad baja |
| 0,36 - 0,75 | Diversidad mediana |
| 0,76 - 1,00 | Diversidad alta |

Fuente: (PUJOS, 2013).

7.10. Trampas Entomológicas

7.10.1. Red Entomológica

La red entomológica estándar está formada principalmente por una bolsa cónica, con un vértice redondeado y de tamaño bastante extenso. Estas redes pueden fabricarse con un trozo de nilón o muselina, reforzando la base con tela o lona doblada para aumentar su resistencia. (ANDRADE, 2013).

La red de malla fina se emplea frecuentemente para atrapar insectos voladores como insectos pequeños, escarabajos pequeños e insectos acuáticos. La red de barrido debe ser hecha de tela de manta o de una tela resistente, esta se emplea para insectos que habitan en la vegetación, cultivos y arbustos. (FORESTAL, 2021).

Según (Alejo, 2019). Los conglomerados funcionales de insectos aéreos se fundamentan en su función en el ecosistema, y pueden abarcar desde fitófagos, depredadores, parasitoides, detritívoros, insectívoros, xilófagos, hasta grupos de dieta diversa. Otros tipos de animales comprenden polinizadores, coprófagos y herbívoros.

Seguidamente, se describen algunos de los grupos funcionales más habituales:

- **Fitófagos:** Insectos que se alimentan de plantas, como los herbívoros.
- **Depredadores:** Insectos que se alimentan de otros insectos o animales pequeños.

- **Parasitoides:** Insectos que viven a expensas de otros insectos, a menudo posando huevos dentro de su cuerpo o en su cuerpo y consumiendo el huésped.
- **Detritívoros:** Insectos que se alimentan de materia orgánica muerta, como hojas caídas y animales muertos.
- **Fungívoros:** Insectos que se alimentan de hongos.
- **Xilófagos:** Insectos que se alimentan de madera.
- **De dieta variada:** Insectos que tienen una dieta amplia, que puede incluir plantas, animales u otros materiales.
- **Polinizadores:** Insectos que ayudan a la reproducción de las plantas, transfiriendo el polen de una flor a otra.
- **Coprófagos:** Insectos que se alimentan de excrementos.
- **Herbívoros:** Insectos que se alimentan de plantas (Romero, 2018).

7.10.2. Trampas Pitfall

Las trampas de caída o pitfall son una de las técnicas más utilizadas para la recolección de poblaciones de artrópodos terrestres en la superficie del suelo, debido a su efectividad y facilidad. Están en recipientes que se sitúan en un lugar apropiado y se alinean con la superficie del suelo.

- Se identificará la diversidad entomológica en los sistemas productivos
- Se analizará la presencia de la diversidad entomológica dentro de los cuadrantes
- Se establecerá índices de diversidad y dominancia entomológica

Según (Terán Chaves, 2025). Las trampas Pitfall, también conocidas como trampas de caída, carecen de grupos funcionales, es decir, seres que desempeñan funciones determinadas dentro del

ecosistema. No obstante, se emplean como un instrumento para capturar y analizar diversos conglomerados de organismos, lo que facilita la identificación de su diversidad y abundancia. Los grupos funcionales relevantes son aquellos que se encuentran en las trampas, tales como insectos (como fitófagos, depredadores, parasitoides, entre otros), arañas, hormigas, entre otros.

Modelos de conjuntos funcionales:

- **Fitófagos:** Insectos que se alimentan de plantas.
- **Depredadores:** Animales que cazan y se alimentan de otros animales.
- **Parasitoides:** Organismos que se desarrollan a costa de otros organismos (hospedador).
- **Detritívoros:** Organismos que se alimentan de materia orgánica muerta.
- **Fungívoros:** Organismos que se alimentan de hongos.
- **Xilófagos:** Organismos que se alimentan de madera (Romero, 2018).

7.11. Microscopio Estereoscopio

El microscopio estereoscópico es esencial en numerosas disciplinas científicas, dado que facilita la observación de objetos con una perspectiva tridimensional. Este microscopio, también denominado microscopio de disección, es perfecto para analizar superficies y detalles minuciosos que no son perceptibles con microscopios tradicionales (Arellano, 2024).

7.12. Alcohol Etílico Al 70%

El alcohol actúa como un preservador y no como un adhesivo, por lo que los tejidos suaves se desgastan en un corto periodo si no se aplica una solución que incluya formol ácido acético u otro adhesivo. Por esta razón, si las larvas o pupas son asesinadas y se mantienen en alcohol al 70%, su observación es rápida, lo que complica su análisis exhaustivo, (FORESTAL, 2021).

7.13. Aplicación iNaturalist

La aplicación iNaturalist es un recurso perfecto para los aficionados a la naturaleza que quieren documentar y difundir observaciones acerca de la biodiversidad. Utiliza la aplicación iNaturalist para capturar imágenes de animales, plantas y otros seres vivos, y añade las a una base de datos compartida.

iNaturalist no solo constituye una red social destinada a los naturalistas, sino que también representa un proyecto de ciencia ciudadana (Blanco, 2023).

7.14. Prueba Chi-Cuadrado (χ^2) De Pearson

La prueba Chi-cuadrado (χ^2) o Ji-cuadrado fue sugerida por Carl Pearson como una forma de valorar la bondad del ajuste de unos datos a una distribución de probabilidad conocida, y se ha establecido como el procedimiento de elección para el contraste de hipótesis. Esta prueba estadística se emplea en el análisis de dos o más grupos, y de dos o más variables. Desde entonces, se ha convertido en una prueba muy aceptada y aplicable a múltiples usos, cuando se dispone de datos independientes de tipo nominal. Ella ofrece un *test* general sobre la existencia de diferencias entre las categorías que agrupan a los datos de la variable dependiente. (Hernández de la Rosa, 2017).

Esta prueba de significación estadística nos permite encontrar relación o asociación entre dos variables de carácter cualitativo que se presentan únicamente según dos modalidades (dicotómicas), (García J. 2005).

La χ^2 es una prueba de libre distribución (no paramétrica) que mide la discrepancia entre una distribución de frecuencias observadas y esperadas. Dentro de sus características generales, la prueba χ^2 toma valores entre cero e infinito y no tiene valores negativos porque es la suma de valores elevados al cuadrado (Mendivelso, 2018).

Se emplea el test de Chi cuadrado para valorar hipótesis, proporcionando un enfoque estructurado para examinar la conexión entre variables categóricas y tomar decisiones fundamentadas en datos (Montgomery, 2014).

$$X^2 = \sum_{i=1}^c \sum_{j=1}^r \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}}$$

O_{ij} representa la frecuencia detectada en la celda situada en la fila i , columna j , mientras que $E_{ij} = R_i C_j / n$ representa la frecuencia prevista para la celda (i, j) .

8. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS

8.1. PREGUNTA CIENTÍFICA

¿Se puede evaluar los indicadores de abundancia y diversidad entomológica mediante la cuantificación de especies de insectos en sistemas productivos en las zonas Pichincha, Cotopaxi y Tungurahua?

8.2 HIPÓTESIS

8.2.1 Hipótesis Nula

H₀: La diversidad y abundancia de insectos no es diferente en los cuatro sistemas productivos de las tres localidades.

8.2.2. Hipótesis Alternativa

H_a: La diversidad y abundancia de insectos es diferente en los cuatro sistemas productivos de las tres localidades.

9. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL

9.1 Ubicación del experimento

El presente estudio se realizó en la localidad Salache, Mejía y Píllaro tanto para la fase de campo como la inicial, media y final. Para estos se debe tener claro el tipo de trampas que se utilizaran para la investigación y adicional a esto debemos tener en cuenta los tiempos y la forma en que se realizará la recolección de insectos entomológicos.

9.2. Tipo de investigación

9.2.1. Descriptiva

Esta investigación fue de tipo descriptiva, ya que, se trató de identificar la dominancia, diversidad y abundancia de grupos funcionales de macro y meso fauna de cuatro ecosistemas, mediante el conteo y clasificación de cada especie taxonómicamente.

9.2.2. De Campo

Se define de campo porque se utilizó dos métodos de muestreo de macro y meso invertebrados en tres zonas con cuatro tipos de manejo, para esto se realizó el reconocimiento del área de estudio mediante visitas.

9.2.3. Cuantitativa

Con este tipo de investigación se pudo realizar el conteo de especies, clasificación, grupo funcional y la presencia de estos en los diferentes sistemas, elaboración de cálculos estadísticos basados en cifras del conteo a través del registro de datos.

9.2.4. Cualitativa

Esta investigación es cualitativa ya que trata de analizar el comportamiento de la diversidad de macrofauna y fauna aérea entre los diferentes sistemas productivos.

9.3. Materiales

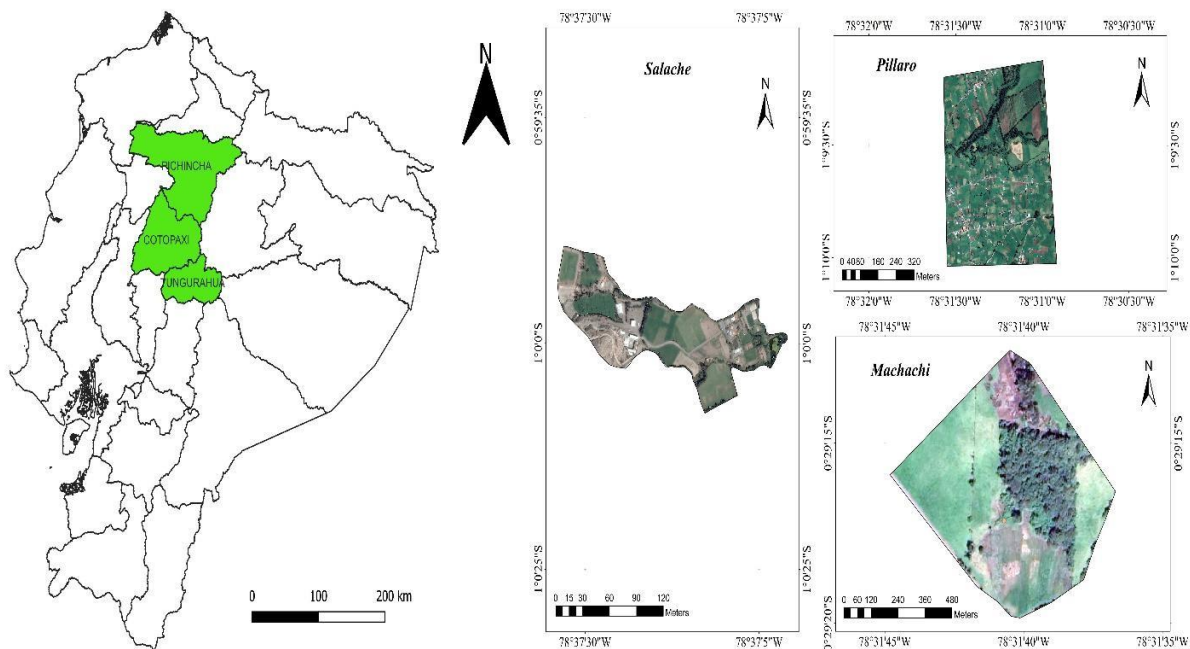
- Red Entomológica
- Recipientes
- Cámara
- Aplicación iNaturalist
- GPS
- Pinzas entomológicas
- Alcohol al 70%
- Estereoscopio

9.4. Área de estudio

En el presente proyecto de investigación se desarrolló en tres diferentes provincias (Pichincha, Cotopaxi y Tungurahua) para la georreferenciación del área del estudio, se buscó 4 sistemas productivos en diferentes cantones como (Mejía, Latacunga y Santiago de Pillaro) utilizando herramientas de ubicación geográfica como (Google earth y Google maps GPS) se procedió al levantamiento geográfico con coordenadas y altitud exacta del piso altitudinal.

9.5. Mapas de ubicaciones gráfica

Gráfico 1. Mapas de cantones



Fuente: Cali K, 2024.

9.6. Tabla de Coordenadas y Cantones de estudio.

Tabla 1. Cantones y Coordenadas

| Sector/ Parroquia | Cantón | Provincia | Coordenadas UTM | Altitud |
|------------------------|------------------------|------------|-------------------------|------------|
| Machachi | Mejía | Pichincha | 0°29'35"S 78°32'29"W | 848 msnm |
| Salache-Eloy Alfaro | Latacunga | Cotopaxi | 0°59'55"S 78°37'24"W | 2,728 msnm |
| Píllaro | Santiago de Píllaro | Tungurahua | 1°09'10"S 78°31'19"W | 2,902 msnm |

Elaborado por: Erazo G, (2025).

9.7. Descripción de las zonas

El presente estudio se presentó en cuatro sistemas productivos (agroecológico, tradicional, convencional, y natural) de las zonas Machachi, Píllaro y Salache en las Provincias de Pichincha, Tungurahua y Cotopaxi con una altura entre los 2700 a 3000 msnm con una temperatura promedio que oscila entre 8°C a 12°.

9.7.1. Salache

Salache está ubicada en la Provincia de Cotopaxi en parroquia de Eloy Alfaro la zona tiene una variedad de sistemas productivos también presenta una gran diversidad de hortalizas como la brócoli, lechuga, remolacha y maíz son los cultivos más cosechados debido a suelo que es cangahua, también se realiza producción agroecológica para poder realizar la recuperación del suelo (Marlene, 2022).

9.7.2. Machachi

Machachi está ubicada en la provincia de Pichincha en la parroquia Machachi la zona la está estrechamente vinculada a las prácticas agrícolas y ganaderas de la región. Adoptar métodos sostenibles no solo beneficiará al suelo, sino que también garantizará la productividad a largo plazo y la conservación del entorno natural de la zona (MA., 2017).

9.7.3. Píllaro

Píllaro está ubicado en la provincia de Tungurahua en la parroquia de Santiago de Píllaro el suelo en esta área enfrenta desafíos debido a prácticas agrícolas intensivas, como el monocultivo y el uso excesivo de agroquímicos, que han generado problemas como la compactación, erosión y pérdida de materia orgánica. A pesar de ello, iniciativas locales de conservación, como la rotación de

cultivos, el uso de abonos orgánicos y la reforestación, buscan restaurar la calidad del suelo, promoviendo una agricultura sostenible y la preservación de los ecosistemas andinos (Yanchatipán, s/f).

9.8. Método de Recolección de muestras mediante las dos trampas.

9.8.1. Muestreo de los sistemas productivos

9.8.1.1. Recolección

- Se tomó muestras en los diferentes sistemas productivos de se escogió el método de muestreo en zigzag según mencionan (Martino, 2022) en este método es uno de los más prácticos.
- El muestreo de los insectos se utilizó únicamente con fines científicos, para determinar algún factor de riesgo, estudios poblacionales o cualquier otro estudio que requiera de éstos, porque se debe coleccionar y preservar los organismos de manera correcta, así evitar extraer más especímenes del ecosistema, (Rojas, 2017).
- Cuando se colectó de forma manual se debió asegurar el entorno tal cual se encontró, es decir si se levantó troncos, piedras o cualquier otro tipo de sustrato para coleccionar algún insecto se debe colocar como estaba, ya que es el hábitat de otros organismos de esta manera evitamos disturbar los ecosistemas, (Medina- Gaud., 2017).

9.8.1.2. Muestreo mediante la Red Entomológica

Es una bolsa de tul (visillo) sostenida por un aro de alambre acerado, de 30 cm de diámetro y unida a un mango metálico de unos 70 cm. El diámetro, tipo de tul y largo de la red pueden variar, de acuerdo al tipo de insectos y lugar donde habitan (Andrade G. B., 2013).

1. Para la recolección de insectos con la red entomológica dentro de cada sistema productivo y en cada localidad, se procedió a mover la red de derecha a izquierda en manera de zigzag quedando atrapados ciertas especies a una altura de 30 cm de alto de la tierra, cubriendo el área de cada cultivo.
2. Se colocó los insectos recolectados directamente dentro de cajas que contenían alcohol al 70% para su conservación y fueron debidamente etiquetadas con el nombre de cada localidad y sistema.
3. Las muestras fueron llevadas al laboratorio de entomología para ser analizadas en el estereoscopio, permitiendo obtener una toma más visible de cada especie encontrada.

9.8.1.3. Recolección mediante Trampas Pitfall

1. Se realizó una preparación que contenía jabón líquido sin olor en un botellón de agua de 5 litros, colocando dos tapas de la misma botella de jabón y removiendo sin generar espuma.
2. Se colocó la preparación de la mezcla de jabón y agua en los vasos llenándolos en un 70% de cada vaso.
3. Para la recolección de insectos en trampas pitfall, se colocó dos vasos cerveceros por cada sistema productivo en cada sitio de cada localidad.
4. Estos vasos fueron colocados juntos dentro de la tierra realizando una pequeña excavación con la pala y de ahí se colocaron los dos vasos dentro de unos 20 cm de profundidad sobre la tierra, colocando también las tapas encima de los vasos con inclinación en ayuda de unos palos de pinchos, permitiendo que no queden cerrados los vasos para que así caigan los insectos y evitando que la lluvia o tierra caigan dentro.

5. Se dejó reposar los vasos en un lapso de dos semanas para la recolección de las trampas, después se colocó los insectos en recipientes transparentes con alcohol al 70% para ser analizadas.

9.10.1.4. Recolección y etiquetado

- Para la recolección de las muestras se utilizó un tamizador y se los colocó en un recipiente de plástico que contuvo alcohol al 70% para preservarlos y evitar su descomposición hasta llevarlos a laboratorio para su respectivo análisis y éstas fueron previamente etiquetadas con datos básicos de la recolecta.
- Después se los llevó al laboratorio de entomología y se observó a cada insecto recolectado mediante el uso del estereoscopio, el estereoscopio se utiliza principalmente para examinar muestras de insectos en tres dimensiones (Arellano, 2024).
- Después se tomó fotos con la cámara del celular para subir las fotos a la aplicación iNaturalist, esta aplicación tiene la función de identificación basada en IA, que sugiere posibles identificaciones basándose en las fotos, buscando ayuda para identificar especies con precisión y rapidez, (Blanco, 2023).
- Se ingresó los datos a hojas de Excel, creando tablas con la información que permiten detallar y cuantificar los insectos recolectados por cada sistema productivo dentro de las tres localidades.
- Se aplicó las fórmulas de Shannon y Simpson para obtener la diversidad y abundancia con los datos recolectados de cada sistema productivo y se aplicó una tabla de colores en base a los rangos de medición considerando la diversidad

Ilustración 1. Rangos de color índice Shannon mide la diversidad

| | |
|----|---------------------------------------|
| 0. | solo existe una especie en la muestra |
|----|---------------------------------------|

| | | |
|--|----------------------------|--|
| | bajo 2 | se considera una región de baja biodiversidad |
| | entre 2 y 3,5 | diversidad media |
| | alta 3,5 | diversidad alta |
| | sin límite superior | el índice puede superar 5 en ecosistemas muy ricos |

Elaborado por: Erazo G, (2025).

Ilustración 2. Rangos de color índice de Simpson mide la dominancia

| | | |
|--|-------------|---------------------------------------|
| | 1.0 o menos | Muy baja diversidad (alta dominancia) |
| | 1.1 – 1.3 | Baja diversidad |
| | 1.4 – 1.6 | Diversidad media |
| | 1.7 o más | Alta diversidad |

Elaborado por: Erazo G, (2025).

- Para el respectivo análisis de la media y varianza se realizó con las funciones estadísticas que tiene Excel, obteniendo primero la sumatoria total de los individuos rastreros y aéreos.
- Para realizar estas tablas se aplicó las fórmulas en base a la localidad y sistema productivo, se consideró agrupar los dos tipos de faunas, la rastrera y las aéreas, creando así una tabla de colores en base a los rangos de interpretación de los índices.
- Para realizar el análisis de datos se contabilizó la frecuencia con la que aparecen los grupos funcionales en las diferentes localidades detallando la cantidad y el porcentaje por cada localidad.
- Para aplicar la prueba de Chi cuadrado se realizó un análisis de los valores observados que se obtuvo en campo y de los números esperados que si se hubiesen presentado daría un balance en los datos y diría que las variables no son diferentes.

- Los cuales se aplicó una operación sencilla que consiste en multiplicar la sumatoria por localidad por la sumatoria total de cada grupo funcional y eso dividirlo para el gran total y así finalmente aplicar la fórmula que consiste en restar de las variables el valor de campo menos el valor esperado, elevarlo al cuadrado y todo eso dividirlo para el valor esperado.

10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

10.1. Cuantificación de Insectos por sistema productivo de Macrofauna y Fauna Aérea

Tabla 2. Cuantificación de Insectos por sistema y localidad de la Macrofauna

| Localidad | Sistema | 1T | 2T | SUMATORIA |
|-----------|---------|----|----|-----------|
| 1 L | 1 A | 9 | 7 | 16 |
| 1 L | 2 N | 14 | 49 | 63 |
| 1 L | 3 T | 28 | 8 | 36 |
| 1 L | 4 C | 4 | 4 | 8 |
| 2 L | 1 A | 10 | 14 | 24 |
| 2 L | 2 N | 29 | 8 | 37 |
| 2 L | 3 T | 7 | 6 | 13 |
| 2 L | 4 C | 6 | 4 | 10 |
| 3 L | 1 A | 31 | 46 | 77 |
| 3 L | 2 N | 16 | 16 | 32 |
| 3 L | 3 T | 50 | 22 | 72 |
| 3 L | 4 C | 32 | 17 | 49 |

Elaborado por: Gabriela Erazo (2025).

En la tabla 2, se pudo observar la sumatoria por localidad y sistema agrícola, teniendo en cuenta que 1L significa Localidad de Salache, 2L Machachi y 3L Píllaro. En cuanto a los sistemas agrícolas 1A representa agroecológico, 2N natural, 3T tradicional y 4C convencional. 1T Representa la toma de muestras de la primera toma y 2t significa la segunda toma de las muestras. Como resultados se obtuvo que en Píllaro en el sistema agroecológico 77 insectos, presentó mayor número de insectos recolectados en las trampas pitfall.

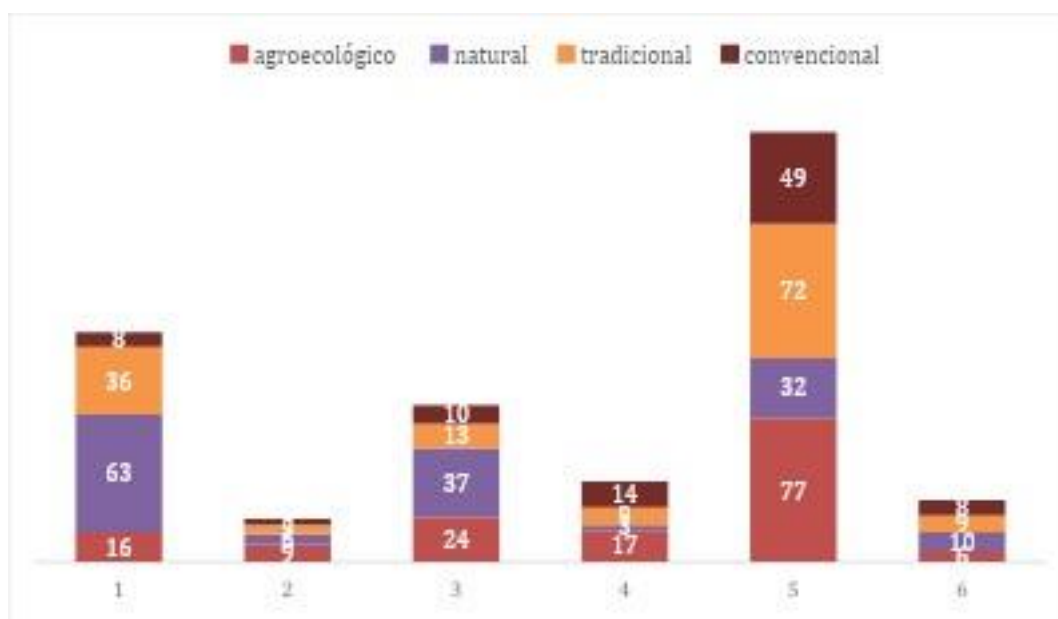
Tabla 3. Cuantificación de Insectos por sistema y localidad de la Fauna Aérea

| Localidad | Sistema | 1T | 2T | SUMATORIA |
|------------------|----------------|-----------|-----------|------------------|
| 1 L | 1 A | 7 | 2 | 9 |
| 1 L | 2 N | 4 | 2 | 6 |
| 1 L | 3 T | 3 | 2 | 5 |
| 1 L | 4 C | 2 | 1 | 3 |
| 2 L | 1 A | 10 | 7 | 17 |
| 2 L | 2 N | 1 | 2 | 3 |
| 2 L | 3 T | 4 | 5 | 9 |
| 2 L | 4 C | 9 | 5 | 14 |
| 3 L | 1 A | 3 | 3 | 6 |
| 3 L | 2 N | 5 | 5 | 10 |
| 3 L | 3 T | 6 | 3 | 9 |
| 3 L | 4 C | 5 | 3 | 8 |

Elaborado por: Erazo Gabriela (2025).

En la tabla 3, se pudo observar la sumatoria por localidad y sistema agrícola, teniendo en cuenta que 1L significa Localidad de Salache, 2L Machachi y 3L Píllaro. En cuanto a los sistemas agrícolas 1A representa agroecológico, 2N natural, 3T tradicional y 4C convencional. 1T Representa la toma de muestras de la primera toma y 2t significa la segunda toma de las muestras. Como resultado se observó que, en la localidad de Machachi, el sistema agroecológico 17 insectos, presentó el mayor número de insectos recolectados en la trampa de red entomológica.

Gráfico 2. Cuantificación de Macrofauna y Fauna Aérea



Elaborado por: Erazo Gabriela (2025).

En la gráfica 2 se observó la cuantificación, la presencia de insectos y el número de insectos recolectados por trampa, por sistema y por localidad. Los resultados obtenidos muestran que cuántos animales (macrofauna y fauna aérea) se atraparon en tres lugares: Salache, Machachi y Píllaro. Se usaron trampas pitfall y redes en distintos tipos de manejo agrícola como: natural, agroecológico, tradicional y convencional.

En general, en las trampas pitfall se capturaron más insectos que las redes, especialmente en Píllaro en el sistema agroecológico 77 insectos. Mientras que en Machachi el sistema convencional fue el que alcanzó una cifra alta en la fauna aérea 14 insectos.

Es decir que los sistemas agrícolas convencionales alteran más el entorno, lo que puede atraer o afectar a más especies. Por otro lado, se podría decir que los manejos agroecológicos y naturales tienden a conservar mejor la biodiversidad. Estudios recientes respaldan esta idea, según (Leguisamo, 2024) encontró que las prácticas agroecológicas en Ecuador aumentan la diversidad de cultivos y la presencia de polinizadores, mejorando la productividad y reduciendo el uso de pesticidas. (Knapp, 2023) destacó que la agroecología protege y restaura la biodiversidad al reemplazar insumos sintéticos por procesos ecológicos. Además, (Alteri, 2025) señaló que la agroecología urbana puede fortalecer la resiliencia alimentaria y conservar la biodiversidad en contextos urbanos. Estas evidencias refuerzan el valor de la agroecología como estrategia sostenible frente a los desafíos ambientales y agrícolas actuales.

Tabla 4. Taxonomía con porcentajes de la Macrofauna por Grupos Funcionales

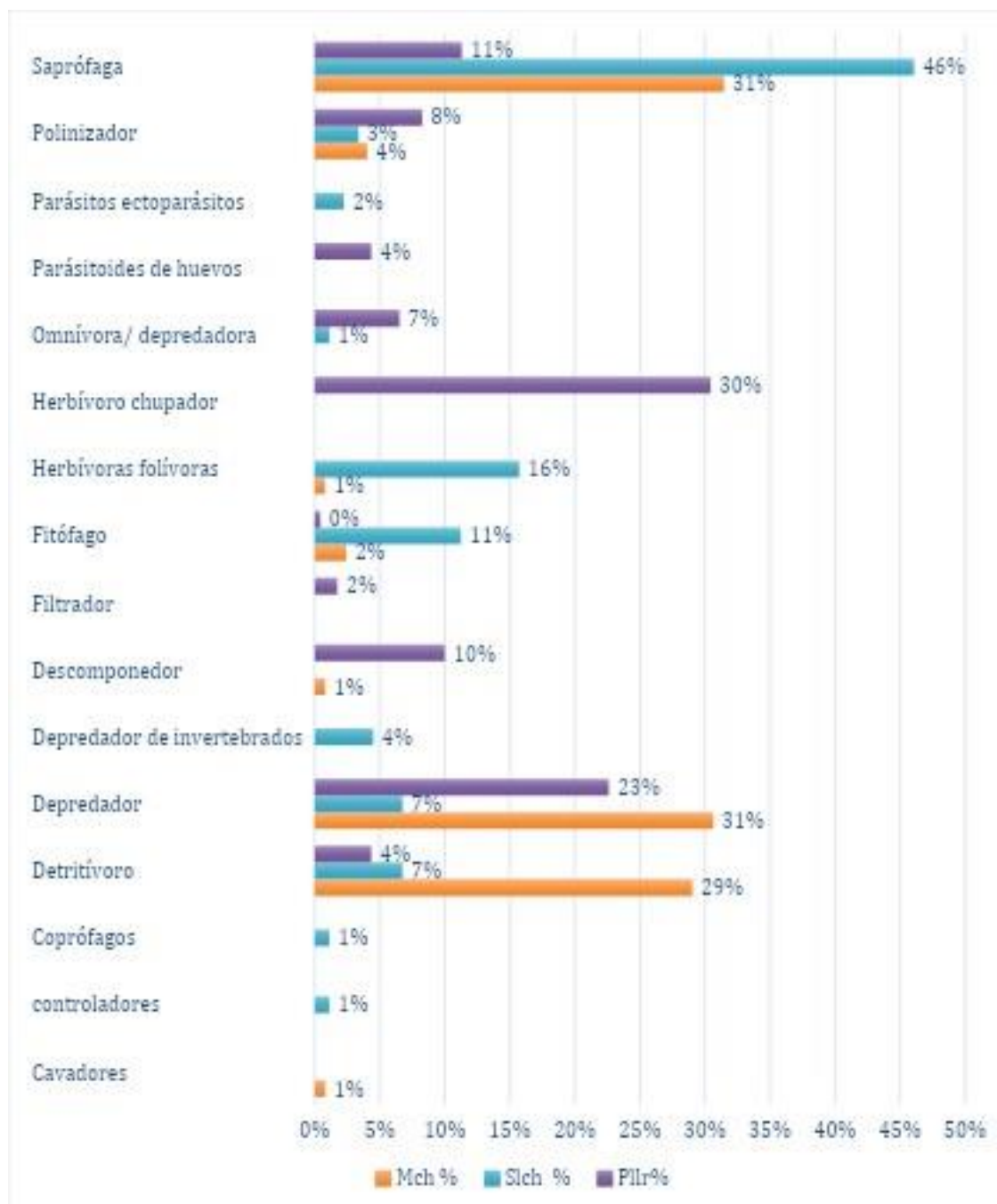
| G/Funcional | Machachi | | Salache | | Píllaro | |
|--------------------|-----------------|----------|----------------|--------------|----------------|--------------|
| | Total | % | Total | Total | % | Total |
| Cavadores | 1 | 1% | 0 | 0% | 0 | 0% |
| controladores | 0 | 0% | 1 | 1% | 0 | 0% |
| Coprófagos | 0 | 0% | 1 | 1% | 0 | 0% |
| Detritívoro | 36 | 29% | 6 | 7% | 10 | 4% |

| | | | | | | |
|-----------------------------|------------|----------------|-----------|-------------|------------|-------------|
| Depredador | 38 | 31% | 6 | 7% | 52 | 23% |
| Depredador de invertebrados | 0 | 0% | 4 | 4% | 0 | 0% |
| Descomponedor | 1 | 1% | 0 | 0% | 23 | 10% |
| Filtrador | 0 | 0% | 0 | 0% | 4 | 2% |
| Fitófago | 3 | 2% | 10 | 11% | 1 | 0% |
| Herbívoras folívoras | 1 | 1% | 14 | 16% | 0 | 0% |
| Herbívoro chupador | 0 | 0% | 0 | 0% | 70 | 30% |
| Omnívora/ depredadora | 0 | 0% | 1 | 1% | 15 | 7% |
| Parásitoides de huevos | 0 | 0% | 0 | 0% | 10 | 4% |
| Parásitos ectoparásitos | 0 | 0% | 2 | 2% | 0 | 0% |
| Polinizador | 5 | 4% | 3 | 3% | 19 | 8% |
| Saprófaga | 39 | 31% | 41 | 46% | 26 | 11% |
| Sumatoria | 124 | 100,00% | 89 | 100% | 230 | 100% |

Elaborado por: Erazo Gabriela (2025).

En la tabla 4, se observó el porcentaje de los grupos funcionales dentro de las localidades de Machachi, Salache y Píllaro, la cual evidenció que en Machachi los grupos funcionales Depredadores y Saprófagos coincidieron con un valor alto 31% en comparación con los demás grupos funcionales. En Salache se encontró que el grupo funcional con mayor porcentaje de insectos recolectados fueron los Saprófagos con 31% y en Píllaro el grupo funcional que mayor porcentaje reflejó fueron los Herbívoros Chupadores con 30%.

Gráfico 3. Taxonomía Macrofauna por grupos Funcionales



Elaborado por: Erazo Gabriela (2025).

Según la gráfica 3, la localidad de Píllaro presentó la mayor diversidad funcional de especies de insectos, destacando por tener los porcentajes más elevados en múltiples grupos funcionales como herbívoros 16%, polinizadores 8%, fitófagos 11%, omnívoros 7% y saprófagos 46%. Esta amplitud en la representación de funciones ecológicas sugiere un entorno más equilibrado y

posiblemente menos alterado, capaz de albergar múltiples nichos y favorecer la presencia de una entomofauna variada. En comparación, Machachi tiene concentraciones altas en pocos grupos como detritívoros 29% y saprófagos 31%, mientras que Píllaro sobresale en herbívoros 30% y depredadores 23%, lo que refleja una composición menos diversa.

En Los resultados se observa la alta diversidad funcional de insectos en Salache indica un ecosistema más equilibrado y resiliente, capaz de sostener múltiples servicios ecológicos como la polinización, el control biológico y la descomposición. Esta variedad no solo refleja una mayor estabilidad ambiental, sino también una mejor capacidad de adaptación frente a perturbaciones. Según (Smith, 2015), expresó que los entornos con vegetación diversa favorecen la abundancia y riqueza de insectos, lo que mejora la salud del suelo y la productividad agrícola. Además, (Hajam, 2024), destacó que los insectos son esenciales para el reciclaje de nutrientes, la polinización de cultivos y el control de plagas, siendo pilares de la sostenibilidad agroecológica. (Kalita, 2023), también subrayó que los insectos actúan en múltiples niveles tróficos, fortaleciendo la estructura de los ecosistemas y promoviendo la biodiversidad. Por tanto, conservar esta diversidad no solo es clave para el equilibrio ecológico, sino también para garantizar la seguridad alimentaria y la resiliencia climática.

Tabla 5. Taxonomía con porcentajes de la Fauna Aérea por Grupos Funcionales

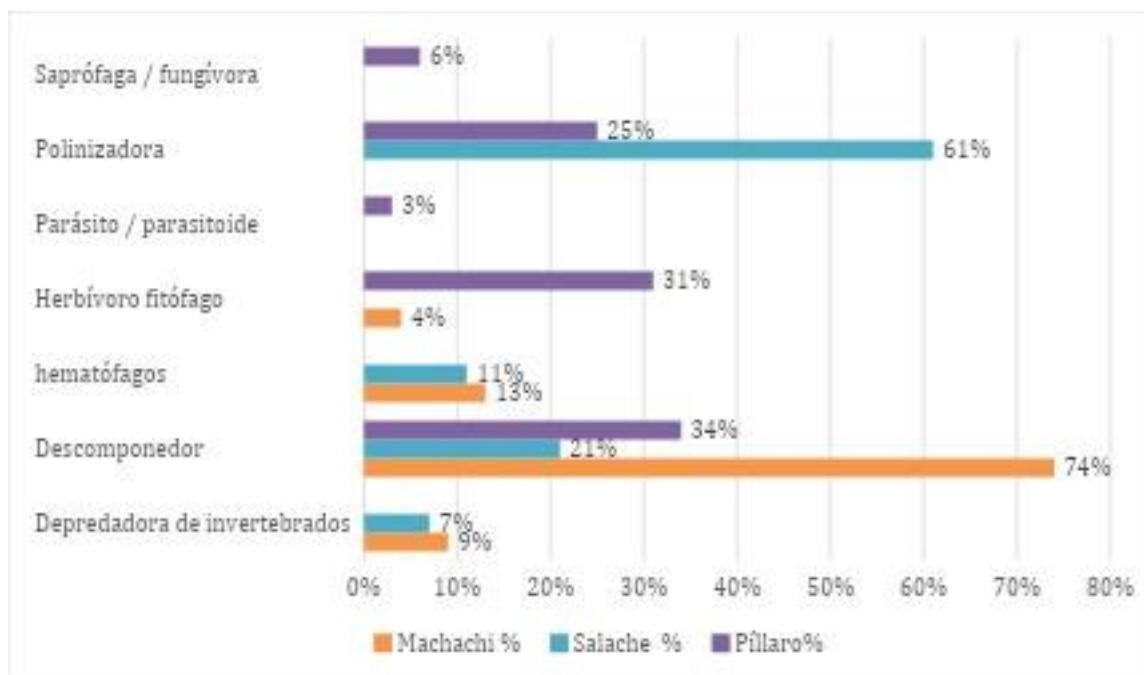
| G/Funcional | Machachi | | Salache | | Píllaro | |
|------------------------------|----------|-----|---------|-----|---------|-----|
| | Total | % | Total | % | Total | % |
| Depredadora de invertebrados | 2 | 9% | 2 | 7% | 0 | 0% |
| Descomponedor | 17 | 74% | 6 | 21% | 11 | 34% |
| hematófagos | 3 | 13% | 3 | 11% | 0 | 0% |

| | | | | | | |
|---------------------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|
| Herbívoro fitófago | 1 | 4% | 0 | 0% | 10 | 31% |
| Parásito / parasitoide | 0 | 0% | 0 | 0% | 1 | 3% |
| Polinizadora | 0 | 0% | 17 | 61% | 8 | 25% |
| Saprófaga / fungívora | 0 | 0% | 0 | 0% | 2 | 6% |
| Sumatoria | 23 | 100% | 28 | 100% | 32 | 100% |

Elaborado por: Erazo Gabriela (2025).

En la tabla 5, se observó en la localidad de Machachi el grupo funcional que más destacó fue los descomponedores con un porcentaje de insectos de 74%, en Salache el grupo funcional con un porcentaje alto fueron los polinizadores con 61% y en Píllaro el grupo funcional que más destacó fueron los descomponedores con un 34%.

Gráfico 4. Taxonomía de la Fauna Aérea por grupo funcional.



Elaborado por: Erazo G, (2025)

En la gráfica 4 se observan los resultados obtenidos con diferencias significativas en la composición funcional de la fauna aérea entre las tres localidades. Donde Machachi está dominada por especies descomponedoras 74% y tiene presencia notable de hematófagos 13% y depredadores 9%. Salache sobresale por su alta proporción de polinizadoras 61% y una diversidad equilibrada de otros grupos como hematófagos 11% y depredadores 7%. Píllaro, en cambio, muestra una composición más variada, donde destacan los herbívoros fitófagos 31%, polinizadores 25%, saprófagos/fungívoros 6%, y presencia menor de parásitos/parasitoides 3%. Estas variaciones sugieren que cada localidad ofrece condiciones ecológicas distintas, influenciando la presencia y función de las especies aéreas.

Esto indica que la diversidad funcional de la fauna aérea es clave para entender la salud y complejidad de los ecosistemas agrícolas. Es decir, los polinizadores como los observados en Salache aportan directamente a la productividad y estabilidad de los cultivos, como señalan (Kremen, 2022), quien destacó que los sistemas agrícolas diversos promueven la biodiversidad de

insectos y sus servicios ecosistémicos. Según (Hajam, 2024) señaló que la abundancia de descomponedores en Machachi podría indicar mayor acumulación de materia orgánica, lo cual es valioso para la ciclicidad de nutrientes. Por otro lado, la riqueza funcional en Píllaro con herbívoros, saprófagos y parasitoides representa una estructura trófica más completa, lo que refleja un entorno dinámico y posiblemente resiliente. Según (Kalita, 2023), dijo que esta heterogeneidad funcional favorece el equilibrio ecológico, la regulación natural de plagas y el fortalecimiento de la red alimentaria.

10.2. Análisis de índice de Shannon

Tabla 6. Índice de Shannon

| SISTEMA | Salache | Machachi | Píllaro | Interpretación General |
|----------------------|---------|----------|---------|---|
| Agroecológico | 3,7 | 3,2 | 3,73 | Alta diversidad en todas |
| Natural | 2,82 | 2,83 | 4,05 | Moderada en Salache y Machachi, muy alta en Píllaro |
| Tradicional | 2,15 | 3,17 | 3,57 | Moderada en Salache, alta en Machachi y Píllaro |
| Convencional | 2,62 | 2,14 | 3,24 | Moderada en Salache y Machachi, alta en Píllaro |

Elaborado por: Erazo Gabriela (2025).

La tabla 6 muestra los valores del Índice de Shannon para tres localidades ecuatorianas (Salache, Machachi y Píllaro) bajo cuatro sistemas de uso de suelo y fauna aérea: Agroecológico, Natural, Tradicional y Convencional. En general, se observó que el sistema agroecológico presentó una alta diversidad en todas las localidades, Salache 3,7 (color café); Machachi 3,2 (color beige); Píllaro 3,73 (color café), evidenciando su potencial para conservar biodiversidad. Pero el sistema natural destaca en Píllaro con una diversidad muy alta 4,05 (color café), lo que sugirió condiciones

ecológicas favorables en esa zona. Por otro lado, los sistemas: tradicional 3,57 (color café) y convencional 3,24 (color beige), muestran diversidad moderada a alta dependiendo de la localidad, siendo Salache en el sistema Tradicional 2,15 (color beige), generalmente la localidad menos diversa, dando como resultado que tanto el manejo del suelo como las características locales influyen considerablemente en la biodiversidad de los agroecosistemas.

Según (Magurran, 2004) dentro del índice de Shannon se encontró que es ampliamente utilizado para medir la diversidad ecológica, ya que considera tanto la riqueza como la equidad de especies presentes en un sistema. Además, (Schroth, 2003) manifestó que los sistemas agroecológicos tienden a mantener o incluso incrementar la diversidad biológica en comparación con sistemas convencionales, debido a su estructura más compleja y multifuncional.

Según (Altieri M., 1999), expresó que los sistemas tradicionales gestionados por campesinos también pueden albergar altos niveles de biodiversidad si se conservan prácticas agroecológicas y el conocimiento local. Por otro lado, los sistemas convencionales, al priorizar el monocultivo y el uso intensivo de agroquímicos, suelen reducir la diversidad biológica, lo cual puede afectar la resiliencia ecológica (Tilman, 2002).

10.3. Análisis del Índice de Simpson

Tabla 7. Índice de Simpson

| SISTEMA | Salache | Machachi | Píllaro | Interpretación general |
|---------------|---------|----------|---------|--|
| Agroecológico | 1,61 | 0,9 | 1,64 | Alta en Salache y Píllaro, baja en Machachi |
| Natural | 1,38 | 1,38 | 1,68 | Media en Salache y Machachi, alta en Píllaro |

| | | | | |
|---------------------|------|------|------|--|
| Tradicional | 1,5 | 1,35 | 1,55 | Media en todos |
| Convencional | 0,88 | 0,78 | 1,52 | Muy baja en Salache y Machachi, media en Píllaro |

Elaborado por: Erazo Gabriela (2025).

En los resultados de la tabla 7 del Índice de Simpson reveló variaciones importantes en la diversidad ecológica entre sistemas de uso de suelo agroecológico, natural, tradicional y convencional en las tres localidades de Ecuador Salache, Machachi y Píllaro. En general, en la localidad de Píllaro los sistemas tradicionales 1,55 (color verde oscuro) y Natural 1,68 (color verde oscuro) presentan los valores más altos del índice en todos los sistemas productivos, lo cual indica una menor probabilidad de dominancia de una sola especie y, por ende, mayor diversidad, mientras que los sistemas convencionales de Salache 0,88 (verde grisáceo) y Machachi 0,78 (verde grisáceo) muestran los valores más bajos, lo que sugiere una biodiversidad más reducida probablemente asociada a las condiciones climáticas. Dicha variabilidad sugiere una relación estrecha entre el tipo de manejo del suelo y la conservación de la diversidad biológica dentro de los sistemas productivos.

Según (Cole, 2011) coincidió que al destacar que en sistemas andinos como los de Ecuador, los agroecosistemas tradicionales y naturales presentaron mayor diversidad. Además, subrayó los factores climáticos, altitudinales y culturales influyen fuertemente en la biodiversidad local, lo que valida la observación presentada en Píllaro.

Según (Tscharntke, 2005) coincidió que la intensificación agrícola disminuye la diversidad biológica al favorecer ambientes homogéneos, como los observados en Machachi y Salache convencionales.

10.4. Análisis de Media y Varianza

Tabla 8. Tabla de Medias según los datos muestreados de la Macrofauna

| LOCALIDAD | Agroecológico | Natural | Tradicional | Convencional |
|-----------------|---------------|--------------|---------------|---------------|
| Salache | 8 | 31,5 | 18 | 4 |
| Machachi | 12 | 18,5 | 6,5 | 5 |
| Píllaro | 38,5 | 16 | 36 | 24,5 |
| VARIANZA | 274,75 | 69,25 | 221,08 | 133,58 |

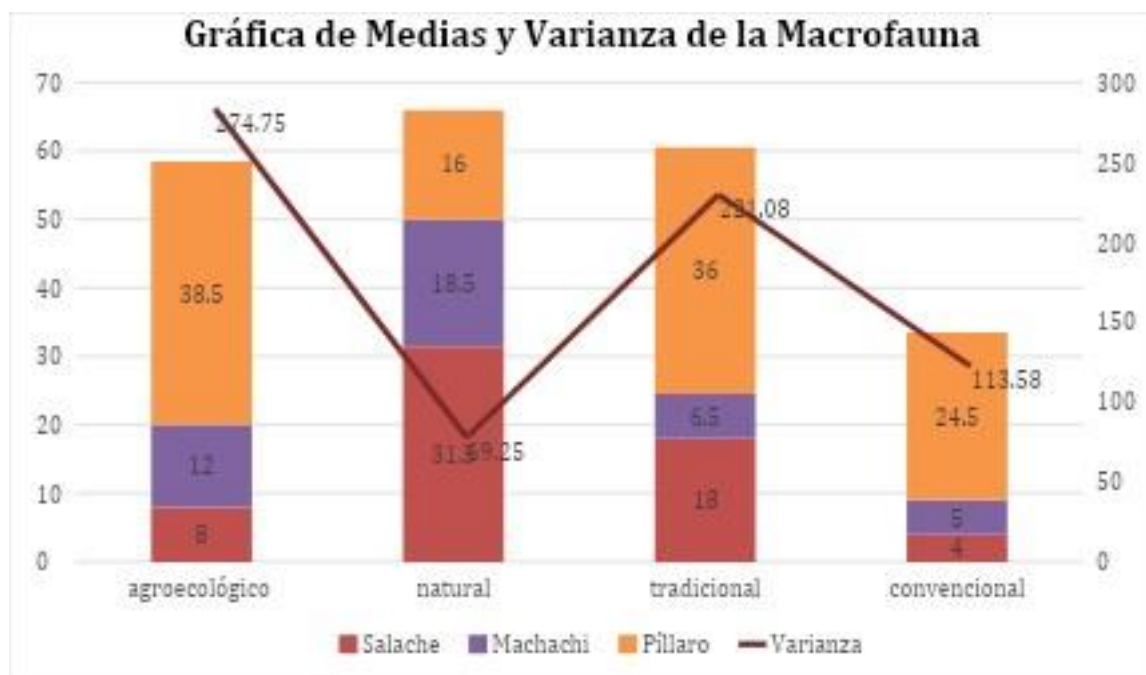
Elaborado por: Erazo Gabriela (2025).

La tabla 8 como resultado muestra las medias de macrofauna capturada en tres localidades Salache, Machachi y Píllaro bajo cuatro tipos de manejo agrícola: agroecológico, natural, tradicional y convencional. Píllaro destaca con las cifras más altas en los manejos agroecológico 38,5, tradicional 36 y convencional 24,5, natural 16, lo que sugiere una mayor actividad biológica en sus suelos. Salache presenta una alta media en el manejo natural 31,5, mientras que Machachi muestra valores más bajos en general. La varianza más alta se observa en el manejo agroecológico 274,75, lo que indica una mayor heterogeneidad en la respuesta de la macrofauna a este tipo de manejo.

La abundancia de macrofauna está estrechamente relacionada con la salud del suelo y la sostenibilidad del sistema agrícola. Según (Hajam, 2024), los organismos del suelo como lombrices, coleópteros y otros invertebrados cumplen funciones clave en la aireación, descomposición y reciclaje de nutrientes. La alta diversidad observada en Píllaro bajo manejo agroecológico respalda lo señalado por (Kremen, 2022), quienes afirman que los sistemas diversificados y de pequeña escala promueven la biodiversidad funcional. Además, (Bauer, 2023), destacó que el monitoreo de insectos y macrofauna aérea mediante tecnologías como radar puede revelar patrones ecológicos valiosos para la conservación. La variabilidad en las respuestas también

puede reflejar diferencias en prácticas locales, uso de insumos y cobertura vegetal, lo que refuerza la necesidad de adaptar el manejo agrícola al contexto ecológico específico.

Gráfico 5. Medias y Varianza según los datos muestreados de la Macrofauna



Elaborado por: Erazo Gabriela (2025).

La gráfica 5 comparó las medias y varianzas de la macrofauna en tres localidades (Salache, Machachi y Píllaro) bajo cuatro tipos de manejo agrícola: agroecológico, natural, tradicional y convencional. Píllaro presenta las medias más altas en los manejos agroecológico 38,5, tradicional 36 y convencional 24,5, lo que sugiere una mayor actividad biológica en sus suelos. Salache destaca en el manejo natural 31,5, mientras que Machachi muestra valores más bajos en todos los sistemas. La varianza más elevada se observa en el manejo agroecológico 274,75, indicando una alta heterogeneidad en la respuesta de la macrofauna, posiblemente por la diversidad de prácticas y condiciones ecológicas asociadas.

Los resultados observados en la gráfica indican la diversidad y abundancia de macrofauna en suelos agrícolas es un indicador clave de la salud ecológica y la sostenibilidad del sistema. La alta actividad biológica observada en Píllaro bajo manejo agroecológico sugiere que prácticas como la rotación de cultivos, el uso de abonos orgánicos y la cobertura vegetal favorecen hábitats más complejos y estables. Según (Lalleve P., 2001), los organismos del suelo como lombrices, coleópteros y miriápodos desempeñan funciones esenciales en la estructura del suelo, la mineralización de nutrientes y la regulación de plagas. Además, (Tsiafouli, 2015), destacan que los sistemas agrícolas intensivos tienden a reducir la diversidad funcional de la fauna edáfica, mientras que los sistemas diversificados la promueven. Por otro lado, (Guerra, 2024) señala que la variabilidad en la macrofauna puede estar influenciada por factores como el tipo de cobertura vegetal, la humedad del suelo y el uso de agroquímicos, lo que explica la alta varianza observada en el manejo agroecológico. Estos hallazgos refuerzan la importancia de adaptar las prácticas agrícolas al contexto ecológico local para conservar la biodiversidad y mejorar los servicios ecosistémicos.

Tabla 9. Tabla de Medias según los datos muestreados de la Fauna Aérea

| Localidad | agroecológico | natural | tradicional | convencional |
|------------------|----------------------|----------------|--------------------|---------------------|
| Salache | 4,5 | 3 | 2,5 | 1,5 |
| Machachi | 8,5 | 1,5 | 4,5 | 7 |
| Píllaro | 3 | 5 | 4,5 | 4 |
| VARIANZA | 8,08 | 3,08 | 1,33 | 7,58 |

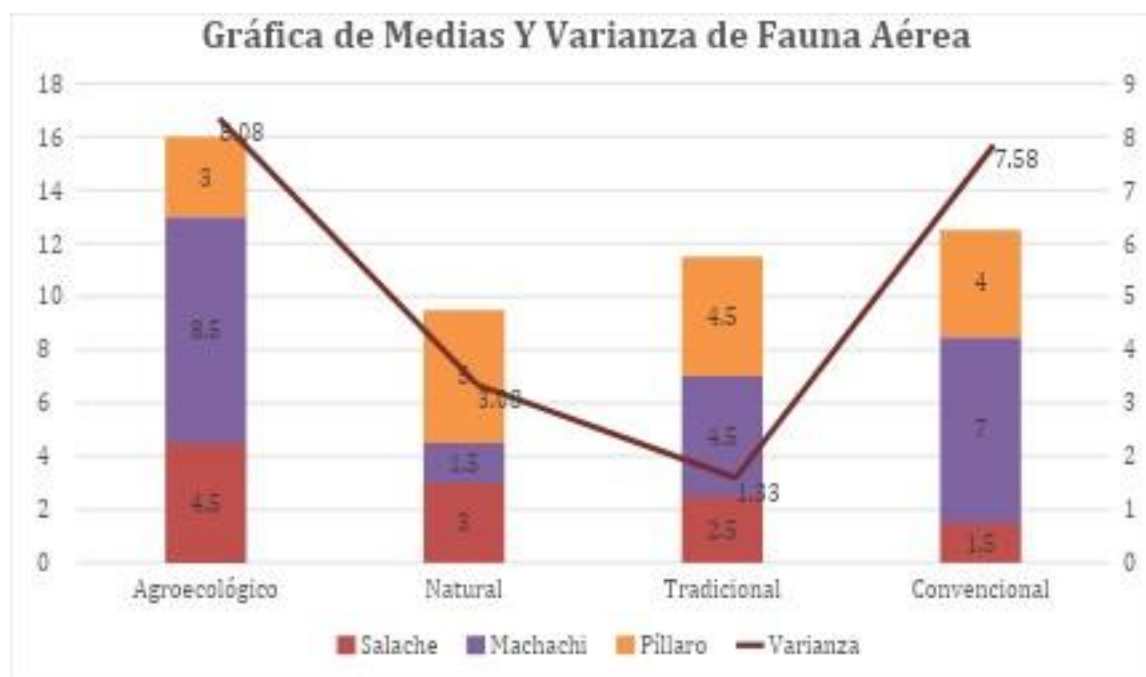
Elaborado por: Erazo Gabriela (2025)

En la tabla 9 muestra medias de la fauna aérea registradas en las tres localidades, Machachi, Salache y Píllaro, en la cual también se incluye la varianza de cada sistema lo cual indicó el grado de dispersión o heterogeneidad de en los datos.

El sistema agroecológico presenta la media más alta en Machachi 8,5 y una mayor varianza de 8,08, lo que podría indicar una alta biodiversidad aérea con una marcada heterogeneidad. El sistema tradicional, presentó una varianza baja de 1,33, lo que sugiere homogeneidad de las tres localidades evaluadas, dentro del sistema convencional en Machachi presenta valores elevados en Machachi con 7 pero bajos en Salache 1,5, evidenciado una respuesta ambiental condicionada por la localidad y probablemente ligada a los factores climáticos o de manejo intensivo. El sistema natural exhibe una diversidad aérea más destacada en Píllaro 5 lo cual podría indicar que está influenciado por la presencia de vegetación nativa y menores disturbios antrópicos.

Según (Núñez, 2003), sugiere que término biodiversidad se acuña en este momento de profunda preocupación por la pérdida del ambiente natural (Gaston y Spicer, 1998), en instituciones académicas y organismos nacionales e internacionales dedicados a la conservación biológica, y "como un concepto sintético que incluye por igual enfoques de la taxonomía, la ecología y la biogeografía. Implica la finalidad práctica de evaluar los ambientes naturales perturbados del planeta".

Gráfico 6. Análisis De Medias Y Varianza de Fauna Aérea



Elaborado por: Erazo Gabriela (2025).

La gráfica 6 presentó la media y varianza de la fauna aérea en los cuatro sistemas de producción agrícola, presentando una alta fauna en Machachi, agroecológico 8,5, moderado en Salache 4,5 y baja en Píllaro 3, en el sistema natural 1,5 tiene variabilidad inversa, baja en Machachi 1,5 alta en Píllaro 5, en el sistema tradicional 4,5 es relativamente balanceado en Machachi y Píllaro 4,5 y en Salache 2,5 y en el sistema convencional 7 hay mayor fauna aérea Machachi con 7, pero baja en Salache 1,5. En cuanto a la varianza el sistema agroecológico 8,08 y convencional 7,58 muestran la mayor dispersión indicando alta heterogeneidad entre los sitios de estudio, el sistema tradicional 1,33 presenta mayor varianza, lo que se sugiere un patrón más uniforme. Según (Altieri M. , 1999) sostiene que los sistemas agroecológicos generan mosaicos ecológicos que favorecen la biodiversidad, pero también inducen heterogeneidad, lo que explicaría la alta varianza observada.

Según (Tschardtke, 2005) argumentan que los paisajes agrícolas con mayores interacciones ecológicas como los sistemas tradicionales tienden a tener estabilidad en las comunidades de

insectos, consistente con la baja varianza registrada. Es decir que la alta media y varianza agroecológico apuntan a ecosistemas con alto dinamismo y posibles procesos como el control biológico natural, polinización y descomposición eficiente. En cuanto a la baja varianza en el sistema tradicional podría interpretarse como un sistema más homogéneo pero estable, con cierta presencia de especies.

10.5 Prueba Chi Cuadrado Macrofauna por grupos funcionales.

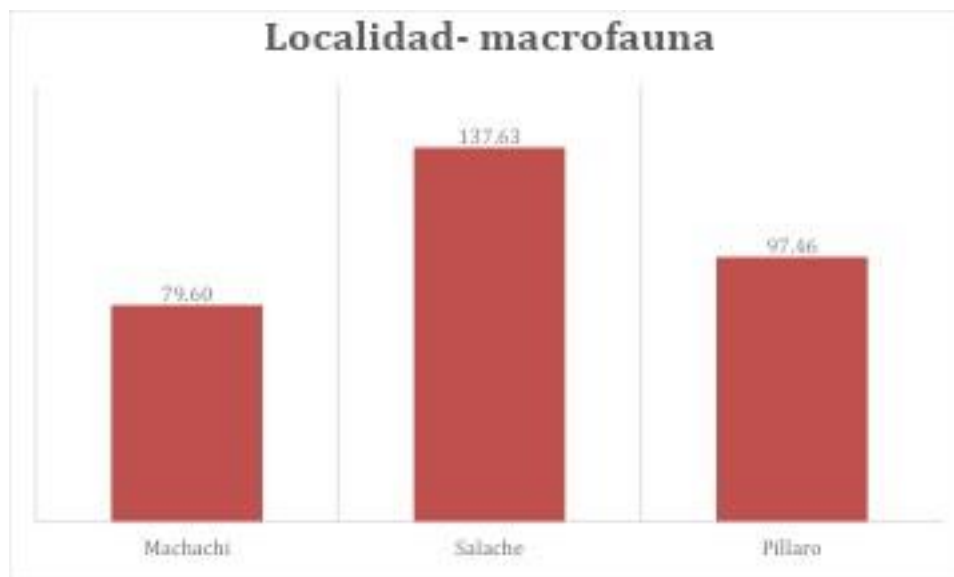
Tabla 10. Prueba del chi cuadrado Macrofauna por Localidad/ grupos funcionales.

| Datos Observados | Localidad | | | | TOTAL |
|------------------------|-----------------------------|----------|---------|---------|--------|
| | | Machachi | Salache | Píllaro | |
| grupo funcional | Cavadores | 1,85 | 0,20 | 0,52 | 2,57 |
| | Controladores | 0,28 | 3,18 | 0,52 | 3,98 |
| | Coprófagos | 0,28 | 3,18 | 0,52 | 3,98 |
| | Detritívoro | 31,60 | 1,89 | 10,70 | 44,19 |
| | Depredador | 4,61 | 9,15 | 0,09 | 13,86 |
| | Depredador de invertebrados | 1,12 | 12,71 | 2,08 | 15,91 |
| | Descomponedor | 4,87 | 4,82 | 8,91 | 18,60 |
| | Filtrador | 1,12 | 0,80 | 1,78 | 3,70 |
| | Fitófago | 0,22 | 18,37 | 5,41 | 23,99 |
| | Herbívoras folívoras | 2,44 | 40,05 | 7,79 | 50,28 |
| | Herbívoro chupador | 19,59 | 14,06 | 31,17 | 64,83 |
| | Omnívora/ depredadora | 4,48 | 1,53 | 5,39 | 11,40 |
| | Parásitoides de huevos | 2,80 | 2,01 | 4,45 | 9,26 |
| | Parásitos ectoparásitos | 0,56 | 6,36 | 1,04 | 7,96 |
| | Polinizador | 0,87 | 1,08 | 1,77 | 3,72 |
| | Saprófaga | 2,93 | 18,23 | 15,32 | 36,48 |
| | TOTAL | 79,60 | 137,63 | 97,46 | 314,70 |

Elaborado por: Erazo Gabriela (2025).

En la tabla 10, se observó el valor de la sumatoria por localidad en la Macrofauna, evidenciando que en Salache presentó mayor heterogeneidad con un valor de 137,63 de grupos funcionales en comparación con las otras localidades en estudio.

Gráfico 7. Prueba de Chi Cuadrado por Localidad Macrofauna



Elaborado por: Erazo Gabriela (2025).

En la gráfica 7 se muestra los resultados de la prueba de Chi cuadrado aplicada a la macrofauna en tres localidades: Machachi 79.60 presenta el valor más bajo, pero este sigue siendo relativamente alto, mostrando que incluso en esta localidad la distribución de la macrofauna presenta variaciones no aleatorias significativas, en Salache 137.63, lo que sugiere una mayor discrepancia entre lo esperado y lo observado, que indica posible heterogeneidad o variabilidad ecológica significativa en las comunidades de macrofauna y Píllaro 97.46, presenta una desviación importante, pero menor que Salache, lo que podría reflejar moderadas diferencias en el uso del suelo, las prácticas agrícolas o las condiciones ambientales de los sitios de estudio. Estos valores

representan el grado de diferencia estadística entre las frecuencias observadas y esperadas de grupos de macrofauna en cada sitio.

Es decir, la prueba de Chi cuadrado permite verificar si las diferencias entre frecuencias de especies en distintas localidades son estadísticamente significativas. Según (Montgomery, 2014), esta prueba es útil para comparar variables categóricas como la presencia/ausencia de especies en diferentes sitios, contribuyendo a la toma de decisiones fundamentadas en datos.

Según, *Biostatistical Analysis*, (Zar, 2010), explica que el test de Chi cuadrado es ideal para evaluar si las diferencias en frecuencias de organismos entre localidades que explica si son significativas o son producto del azar. Esto respalda la idea del resultado de los valores altos como los de Salache (137.63) los cuales indican heterogeneidad ecológica.

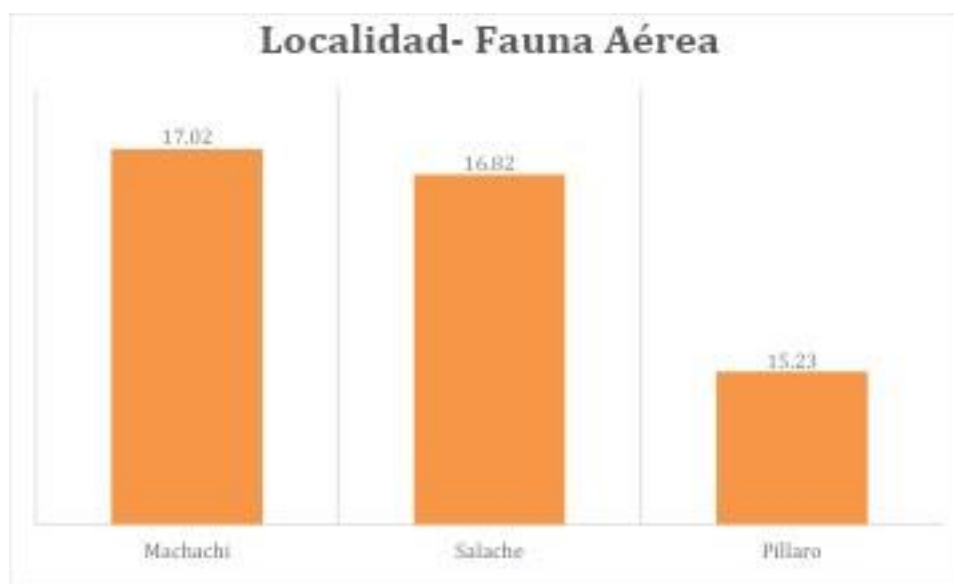
Tabla 11. Prueba de Chi cuadrado Fauna Aérea por Localidad/ grupos Funcionales.

| | Localidad | | | TOTAL |
|------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | Machachi | Salache | Píllaro | |
| Depredadora de invertebrados | 0,72 | 0,31 | 1,54 | 2,57 |
| Descomponedor | 6,10 | 2,61 | 0,34 | 9,04 |
| hematófagos | 1,08 | 0,47 | 2,31 | 3,86 |
| Herbívoro fitófago | 1,38 | 3,71 | 7,82 | 12,91 |
| Parásito / parasitoide | 0,28 | 0,34 | 0,98 | 1,59 |
| Polinizadora | 6,93 | 8,70 | 0,28 | 15,91 |
| Saprófaga / fungívora | 0,55 | 0,67 | 1,96 | 3,19 |
| TOTAL | 17,02 | 16,82 | 15,23 | 49,07 |

Elaborado por: Erazo Gabriela (2025).

En la tabla 11, se observó el valor de la sumatoria por localidad dentro de la fauna aérea, en la cual se evidenció que en Machachi se presentó mayor heterogeneidad con un valor de 17,02 de grupos funcionales, en comparación con las otras localidades en estudio.

Gráfico 8. Prueba del Chi Cuadrado por Localidad en la Fauna Aérea



Elaborado por: Erazo Gabriela (2025).

En la gráfica 8, presentó como resultados de una prueba de Chi cuadrado aplicada en la fauna aérea de tres localidades, teniendo en Machachi 17,02, que es el valor más alto, lo que sugiere una mayor diferencia entre las frecuencias observadas y esperadas. Esto puede indicar una comunidad de fauna aérea más heterogénea o afectada por las condiciones climáticas presentadas durante la recolección de las muestras. En Salache 16,82, presenta un valor cercano a la localidad de Machachi, lo que posiblemente indicaría que puede tener patrones de distribución similares, aunque con diferencias significativas respecto al modelo nulo. Mientras que en Píllaro 15,23 presenta el valor más bajo, lo que sugiere que dentro de su fauna aérea podría estar más homogéneamente distribuida, o que sus condiciones ecológicas presentan mayor variabilidad.

Según (Hajam, 2024) explica que esta prueba estadística puede revelar patrones ecológicos no aleatorios como presenta Machachi porque presenta homogeneidad, lo que se explica directamente en el análisis de fauna aérea por localidad.

La evaluación de la diversidad y abundancia de insectos en cuatro sistemas productivos en los sistemas convencionales, naturales, agroecológicos y tradicionales distribuidos en tres localidades de la Sierra Central del Ecuador resultó crucial para comprender cómo las diferentes prácticas agrícolas influyen en la estructura y funcionalidad de las comunidades entomológicas. Esta región andina, reconocida por su alta biodiversidad y su papel en la seguridad alimentaria local (Chamorro Cristóbal, 2017), se enfrenta a procesos de intensificación agrícola que pueden generar pérdida de hábitats, fragmentación del paisaje y disminución de insectos benéficos (Zerbino, 2015), lo cual afecta negativamente funciones ecológicas vitales como la polinización, el reciclaje de nutrientes y el control natural de plagas.

11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

11.1. Conclusiones

- En conclusión, los sistemas agroecológicos y tradicionales muestran mayor potencial de conservación de la biodiversidad entomológica, gracias a que se realizan prácticas sostenibles como el compostaje, el uso de materia orgánica y el respeto por saberes ancestrales, estos sistemas mantienen hábitats menos alterados, lo que favorece la presencia y diversidad de insectos funcionales.
- Además, la intensificación agrícola convencional genera una gran disminución notable en la diversidad y abundancia de insectos y esto se evidencia en los cantones como Pichincha, Cotopaxi y Tungurahua, donde el uso de pesticidas y maquinaria pesada han fragmentado los sistemas, reduciendo servicios ecosistémicos claves como la polinización y el control biológico.
- También la pérdida de biodiversidad en Ecuador está fuertemente ligada a efectos negativos de las actividades humanas, como la expansión de la frontera agrícola, la deforestación y la

contaminación han provocado la disminución de especies y hábitats, afectando la salud humana, la seguridad alimentaria y el equilibrio climático.

11.2. Recomendaciones

- Se recomienda fortalecer políticas locales que promuevan agroecosistemas resistentes, incentivando prácticas agroecológicas en las zonas rurales y de reconocer el valor de los sistemas tradicionales permitirá conservar insectos benéficos para mejorar la sostenibilidad agrícola.
- Se podría implementar monitoreos permanentes de biodiversidad con herramientas como trampas Pitfall y análisis funcionales, esto permitirá detectar a tiempo los cambios en abundancia y diversidad, apoyando decisiones informadas en el manejo de cultivos y conservación del entorno.
- También se recomendaría vincular la creencia ancestral con las estrategias de conservación, integrando el conocimiento campesino e indígena en proyectos de desarrollo puede generar modelos productivos más justos, ecológicos y culturalmente significativos.

12. BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, Z. (02 de 03 de 2014). *Perdida de la biodiversidad del Ecuador*. Obtenido de biodiversidadloja: <https://biodiversidadloja.blogia.com/2011/030202-perdida-de-labiodiversidad-del-ecuador.php>
- Agurto, L. G. (24 de 04 de 2024). *Revista Científica Agroecosistemas*. Obtenido de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/666>
- Alejo, G. B. (2019). Diversidad y grupos funcionales de artrópodos en el cultivo de

- Chrysanthemum morifolium* Ramat. (*Asterales: Asteraceae*) en invernadero en Jujuy, Argentina. Alejo, G. B., Zamar, M. I., & Contreras, E. F. (2019). Diversidad y grupos funcionales de artrópodos en el cultivo de *Chrysanthemum* moRevista de la Sociedad Entomológica Argentina.
- Alltech. (2018). *gricultura ecológica vs agricultura tradicional*. Recuperado de Alltech Blog.
- Alteri, M. S. (22 de Abril de 2025). *Current Prospects of Social-Ecologically More Sustainable Agriculture and Urban Agriculture*. Obtenido de MSPI: <https://doi.org/10.3390/agriculture15090909>
- Altieri, M. (1999). *The ecological role of biodiversity in agroecosystems*. Obtenido de *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 74(1–3), 19–31).
- Altieri, M. A. (2004). *Biodiversity and pest management in agroecosystems (2nd ed.)*. Obtenido de CRC Press.
- Altieri, M. A. (10 de 2018). *¿Por qué estudiar la agricultura tradicional?* Obtenido de *Revista de Clades*, Num. Esp. 1.: <http://www.clades.cl/revistas/1/rev1art2.htm>
- Altieri, M. A., Nicholls, C. I., & Henao, A. &. (2015). *Agroecology and the design of climate change-resilient farming systems*. Obtenido de *Agron. Sustain. Dev.* 35:869-890: <https://doi.org/10.1007/s13593-015-0285-2>.
- Andrade, C. H. (2013). *Técnicas y Procedimientos para la recolección, preservación y montaje de Mariposas en estudios de biodiversidad y conservación*. Obtenido de <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/4845/1/11290.pdf>
- Andrade, G. B. (2013). *Ciencias Naturales*. Obtenido de *Técnicas y Procesamientos para la Recolección*: <http://www.scielo.org.co/pdf/racefn/v37n144/v37n144a04.pdf>

- Angulo, G. D. (2019). *Comportamiento depredador de dos especies de arañas del género *Phonotimpus* (Araneae: Phrurolithidae)*. Obtenido de Acta zoológica mexicana: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0065-17372019000100103
- Arellano, I. (30 de 07 de 2024). *Cislab*. Obtenido de <https://www.cislab.com.mx/blog/el-blog-delquimico-1/microscopio-estereoscopico-partes-funciones-y-usos-esenciales-155>
- Bauer, s. T. (13 de 01 de 2023). *Monitoreo de la biodiversidad de insectos aéreos: una perspectiva de radar*. Obtenido de National Library of Medicine: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11070259/>
- Blanco, J. (16 de 09 de 2023). Obtenido de BIRDA: <https://birda.org/inaturalist-app-acomprehensive-app-review/>
- Briones-Salas, M. C.-M. (29 de 7 de 2014). *Diversidad, abundancia relativa y patrones de actividad*. Obtenido de <https://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v62n4/a14v62n4.pdf>
- Cabrera, H. M. (2019). *Oribátidos, colémbolos y hormigas como indicadores de perturbación del suelo en sistemas de producción agrícola*. Obtenido de Ecosistemas y recur. agropecuarios: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-90282019000200231&script=sci_arttext
- Casimiro, L. (2016). *Bases metodológicas para la resiliencia socioecológica de fincas familiares en Cuba*. Obtenido de Tesis de doctorado en Agroecología. Medellín,.
- Ceballos, G. &-B. (2011). *La sexta extinción: la pérdida de especies y poblaciones en el Neotrópico*. En J. R. Simonetti & R. Dirzo (Eds.). Obtenido de Conservación biológica: perspectivas de Latinoamérica (pp. 95–108). Universidad de Chile.:

<https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/158337>

CEPAL. (2017). *El cambio climático y sus efectos en la biodiversidad de América Latina*. Obtenido de Comisión Económica para América Latina y el Caribe: <https://www.cepal.org/es/temas/biodiversidad-desarrollo-sostenible/dano-perdidabiodiversidad>

Chalán, J. M. (2019). Agricultura convencional y agroecología frente al cambio climático: elementos para el análisis a partir de las experiencias en 2 comunidades indígenas de la cuenca de lago San Pablo, Cantón Otavalo, Provincia de Imbabura. Otavalo, Imbabura, Ecuador.

Chamorro Cristóbal, A. (2017). *Agrobiodiversidad y alimentación en la Sierra Central ecuatoriana: Una perspectiva histórica (1964–2008)*. Obtenido de Leisa Revista de Agroecología, 33(1), 27–29.

Correa A, M. M. (31 de 08 de 2015). *Página de inicio de Sage Journals*. Obtenido de Conectividad del hábitat en la conservación de la biodiversidad: una revisión de estudios y aplicaciones recientes: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0309133315598713>

Cotopaxi., U. T. (2017). *Identificación de la entomofauna en el transecto N°4, Pujilí*. Obtenido de Repositorio UTC.

Crespo Núñez, X. L. (2017). *Estado de conservación del Refugio Pasochoa usando coleópteros coprófagos como indicadores*. Digital Repository. Obtenido de Universidad Técnica Particular de Loja.

Dourojeanni, M. J. (Jul/dic de 2019). *Conservación de Insectos en la Amazonía*. Obtenido de SCIELO Perú: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-

22162019000200009

FAO., & G. (2015). Estado del recurso suelo en el mundo: Resumen técnico. *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Italia, Roma.

Figueiredo, M. (2017). *Dialnet*. Obtenido de La importancia de la biodiversidad, el sistema de patentes, el acceso al conocimiento en la investigación científica:
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6178806>

Forestal, I. d. (11 de 2021). Obtenido de Gobierno de la República de Honduras:
<https://icf.gob.hn/wp-content/uploads/2022/02/Guia-Tecnica-Papa-Colecta-y-Preservacion-De-Insectos-V-Final.pdf>

Garbach, K. M. (10 de 2016). *Biodiversity outcomes of conservation practices in agricultural systems: A review*. Obtenido de - Agriculture, Ecosystems & Environment, 235, 347–360.

Garbach, K., Milder, J. C., DeClerck, F. A., Montenegro-de-Wit, M., & Driscoll, L. &.-H. (2017). *Examining multi-functionality for crop yield and ecosystem services in five systems of agroecological intensification*. Obtenido de Int. J. Agric. Sustain. 15 (1):11-28:
<https://doi.org/10.1080/14735903.2016.1174810>.

García García, D. &. (2018). *Los insectos polinizadores en la agricultura: importancia y gestión de su biodiversidad*. Obtenido de Ecosistemas, 27(2), 81-90. :
<https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/1394>

García González, M. T. (2022). *Seguimiento de la Biodiversidad en la era del Big Data*. Obtenido de <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/2400>

García, J. (16 de 06 de 2005). *Análisis de datos en los estudios epidemiológicos V*. Obtenido de Prueba de Chi cuadrado y Análisis de la varianza:

<https://www.nureinvestigacion.es/OJS/index.php/nure/article/view/273/254>

García, y. &. (2012). *Indicadores de la calidad del suelos: una nueva* . Obtenido de ResearchGate.

: https://www.researchgate.net/publication/317521720_Indicadores_de_la_calidad_de_

Gavrilovic, B. R. (2020). Pérdida de hábitad natural: causas e implicaciones de los cambios estructurales y funcionales. En *Vida en la Tierra* (págs. 1-14).

Gortaire, R. (31 de 07 de 2015). Agricultura ancestral en el Ecuador. *¿Puede la agricultura patrimonial dar respuestas del pasado para la agricultura del futuro?* Ecuador.

Guerra, C. (09 de 07 de 2024). *Foundations for a national assessment of soil biodiversity*. Obtenido de Research Article:

https://www.openagrar.de/servlets/MCRFileNodeServlet/openagrar_derivate_00061273/2024_0058.pdf

Hajam, Y. H. (29 de 08 de 2024). *Diversidad de insectos y servicios ecosistémicos*. Obtenido de Importancia, amenazas, conservación y perspectivas económicas:

<https://doi.org/10.1201/9781003467205>

Hernández de la Rosa, Y. H. (12 de 2017). *¿Chi cuadrado o Ji cuadrado?* Obtenido de Which of these two alternatives is the correct way to say Chi-square in Spanish?Chi cuadrado o Ji cuadrado?:

http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=s1029-30432017000400001&script=sci_arttext

Hernández-Aranda, V. J.-G.-Á.-B. (2022). *Bioprospeccion de insec-tos beneficos en sistemas de produccion agroecologi-cos y organicos en San Luis Potosi*. Obtenido de Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 13(3).: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S200709342022000300511&script=s-ci_arttext

https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S200709342022000300511&script=s-ci_arttext

INECOL. (2018). *Preservar y proteger los manglares: Tarea de todos*. Obtenido de Instituto de:
<https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/2017-06-26-16-35->

Jose, S. B. (2021). *Agroforestry for climate-resilient agriculture and biodiversity conservation: An overview*. - *nvironmental Sustainability*, 4, 297–309.

Kalita, H. &. (2023). Capítulo 4 Explorando el papel ecológico de los insectos en la biodiversidad y los ecosistemas. *Avances en entomología*, 63.

Knapp, J. &. (21 de 07 de 2023). *Agroecology: protecting, restoring, and promoting biodiversity*.
 Obtenido de ResearchGate:
https://www.researchgate.net/publication/372132041_Agroecology_protecting_restoring_and_promoting_biodiversity

Kremen, C. &. (22 de 08 de 2022). - *Small-scale and diversified farming promotes insect biodiversity and ecosystem services*. Obtenido de - *Frontiers in Ecology and the Environment*, 20(1), 10–18.: <https://www.frontiersin.org/journals/sustainable-foodsystems/articles/10.3389/fsufs.2022.941840/epub>

Lalleve P., B. E. (09 de 2001). *Manejo del SOM en los trópicos: ¿Por qué alimentar la macrofauna del suelo?* Obtenido de Springer Nature:
<https://link.springer.com/article/10.1023/A:1013368715742>

LANDE, R. (1996). *Statistics and partitioning of species diversity, and similarity among multiple*. Obtenido de *Oikos*, 76: 5-13: <http://entomologia.rediris.es/sea/manytes/metodos.pdf>

Leguisamo, M. U. (08 de 08 de 2024). *The Impact of Agroecological Practices on Biodiversity and*. Obtenido de *African Journal of Biological Sciences*:
<https://www.afjbs.com/uploads/paper/45d8675ff372018325c2ac0df914705b.pdf>

Leiton M, & R. (21 de agosto de 2020). *Revista Mexicana de Biodiversidad*. Obtenido de Instituto de Biología UNAM: <https://revista.ib.unam.mx/index.php/bio/article/view/3449/2189>

Lindenmayer, D. (30 de 04 de 2016). *Springer NatureE Link*. Obtenido de Interacciones entre la gestión de los recursos forestales y la estructura del paisaje: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40823-016-0002-0>

Lizarralde, M. (01 de 2016). *Especies exóticas invasoras (EEI) en Argentina: categorización de mamíferos invasores y alternativas de manejo*. Obtenido de Repositorio Institucional: <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/8642>

Loconto, A. (02 de 02 de 2020). *Etiquetado de la agroecología: un estudio de los procesos de valoración en los países en desarrollo*. Obtenido de Enlace de naturaleza de Springer: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-15-1498-2_3

MA. (2017). *Mejía. Pichincha. gob.ec*. Obtenido de <https://www.pichincha.gob.ec/component/content/article/105mejia?layout=edit&Itemid=437>

Magurran, A. E. (2004). *Measuring Biological Diversity*. . Oxford: Blackwell Publishing.

Marlene, M. (2022). Obtenido de Guía fotográfico-descriptiva de la flora del Campus Salache, de la Universidad Técnica de Cotopaxi. Utc.edu.ec; Ecuador: Latacunga: Universidad Tècnica de Cotopaxi (UTC). : <https://repositorio.utc.edu.ec/items/1868686c-7593-4a3f-9103dd5a0bf772d5>

Marmolejo, O. (2021). *La relación entre la biodiversidad y nuestra salud*. Obtenido de Uno Sapiens Boletín Científico de la Escuela Preparatoria No. 1: <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/prepa1/article/view/6494>

MARRUGAN, A. E. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. Obtenido de Princeton University: <http://entomologia.rediris.es/sea/manytes/metodos.pdf>

Mazzitelli, G. P. (2019). *Biodiversidad de insectos polinizadores y depredadores en agroecosistemas vitícolas de Mendoza, Argentina : consideraciones para el manejo del hábitat*. Obtenido de https://www.lareferencia.info/vufind/Record/AR_6ba5039500fa6c6f6f89481bb7be7db5

Medina- Gaud., S. (2017). *Manual de Procedimientos para Colectar, Preservar y Montar Insectos y Otros Artrópodos*. . Obtenido de Universidad de Puerto Rico, Estación Experimental Agrícola, Río Piedras, Puerto Rico.: <https://icf.gob.hn/wp-content/uploads/2022/02/Guia-Tecnica-Para-Colecta-y-Preservacion-De-Insectos-V-Final.pdf>

Mendivelso, F. &. (06 de 06 de 2018). *Prueba Chi-Cuadrado*. Obtenido de Tópicos en investigación clínica y epidemiológica: https://www.researchgate.net/profile/Fredy-Mendivelso/publication/327733869_Prueba_Chi-Cuadrado_de_independencia_aplicada_a_tablas_2xN/links/5d154deaa6fdcc2462ab4920/Prueba-Chi-Cuadrado-de-independencia-aplicada-a-tablas-2xN.pdf

Mirraño Prado, M. G. (09 de 05 de 2017). *Revista Científica de Ecología y Medio Ambiente*. Obtenido de <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/1394>

Montgomery, D. C. (2014). *Repositorio unj*. Obtenido de Engineering Statistics (5th ed.). Wiley.

Moreno, C. E. (2001). *CYTED*. Obtenido de Métodos para Medir la Biodiversidad Claudia E. Moreno: <http://entomologia.rediris.es/sea/manytes/metodos.pdf>

Nicholls, C. I., & Altieri, M. A. (2017). *Agroecología: Principios para la conversión y el rediseño de sistemas agrícolas*. Obtenido de Agroecología. 10 (1):61-72:

<https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/300741>

Orellana, J. (2021). *Servicios ecosistémicos y valores culturales, morales y estéticos de los ecosistemas*. editorial/institución.

Otavo, S. y. (2017). *Fragmentación progresiva y pérdida de hábitat*. Obtenido de Revista Mexicana de Biodiversidad, 88(4), 924-935. : <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2017.10.041>

Pamela, C. M. (2021). *Análisis de las Causas de Pérdida de Biodiversidad Terrestre y sus Consecuencias para el Ambiente en el Ecuador*. Obtenido de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/CANELOS%20MOR%C3%81N%20REBECA%20PAMELA.pdf>

Paolini, L. D., & Sibia-Errasti, S. &. (2018). *Propuesta para la transición agroecológica de un sistema productivo del Cinturón Verde Sur*. Obtenido de Área de Consolidación en Agroecología y Desarrollo Territorial Argentina:

Perfecto, I. &. (2020). *Ecological complexity and agroecology*. In I. Perfecto & J. Vandermeer (Eds.). *Agroecological transdisciplinarity: Theory and practice* (pp. 23–47). CRC Press.

Pla, L. (08 de 2006). *Biodiversidad: Inferencia Basada en el Índice de Shannon y la Riqueza*. Obtenido de Scielo: https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442006000800008

Pretty, J. B. (14 de 08 de 2018). *Evaluación global del rediseño de los sistemas agrícolas para la intensificación sostenible*. Obtenido de Sostenibilidad de la naturaleza: <https://www.nature.com/articles/s41893-018-0114-0>

PUJOS, L. (2013). *TESIS*. Obtenido de dspace.esPOCH: <https://dspace.esPOCH.edu.ec:8080/server/api/core/bitstreams/0ef901ee-a0af-4344-a349->

39c2be8cf0be/content

Riofrío, M. (2018). *La biodiversidad como patrimonio natural del Ecuador*. . Obtenido de [Documento citado en tesis de Canelos Morán, 2021].

Rockstrom, J. W. (2017). *Intensificación sostenible de la agricultura para la prosperidad humana y la sostenibilidad global*. Obtenido de *Perspectiva*, Volumen 46 , páginas 4–17:
<https://link.springer.com/article/10.1007/s13280-016-0793-6>

Rodríguez, A. (2018). *Ciencia y divulgación sobre la sexta extinción masiva de biodiversidad, ¿es realmente el cambio climático el principal responsable?* Obtenido de Universidad De Sevilla: <https://hdl.handle.net/11441/89460>

Rojas, A. (2017). *Importancia de la Colección Entomológica del Instituto de Ciencias de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla*. Obtenido de *Entomología mexicana.*, 4: 832=836: <https://icf.gob.hn/wp-content/uploads/2022/02/Guia-Tecnica-Para-Colecta-Y-Preservación-De-Insectos-V-Final.pdf>

Sánchez A, M. A. (17 de 12 de 2021). *Repository UAEH*. Obtenido de *Conservación biológica: en el caso de algunos grupos de insectos, anfibios, reptiles, aves y plantas en México*: <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/herreriana/article/view/6909/8198>

Santamarta, J. (2014). La crisis de la biodiversidad. *La pérdida de la diversidad genética, de especies y de ecosistemas es uno de los*. Wordl•Watch.

Schroth, G. &. (2003). *Trees, Crops, and Soil Fertility: Concepts and Research Methods*. Wallingford: CABI Publishing.

Smith, L. B. (enero de 2015). *Añadiendo valor ecológico al césped urbano. Abundancia y diversidad de insectos en céspedes sin césped*. Obtenido de Biodiversidad y Conservación , 24 (1), 47-62: <https://doi.org/10.1007/s10531-014-0788-1>

Somarriba, E. (s/f). *Repositorio catie*. Obtenido de https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/6079/Diversidad_Shannon.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Stark, B. M. (2016). *Los componentes del Wired Spanning Forest son recurrentes*. Obtenido de Enlace de naturaleza de Springer: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00440-002-0236-0>

Stupino, S. A. (2014). *La biodiversidad en los agroecosistemas*. Obtenido de Biodiversidad en Agroecosistemas, 11(5), 28: https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/3467/mod_resource/content/1

Suzana, B. R. (2020). *ResearchGate*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/342794137_Natural_Habitat_Loss_Causes_and_Implications_of_Structural_and_Functional_Changes

Tellería, J. L. (09 de 2013). *Pérdida de biodiversidad. Causas y consecuencias de la desaparición de las especies* *Pérdida de biodiversidad: causas y consecuencias de la pérdida de especies. Universidad Complutense de Madrid*.

Terán Chaves, K. D. (2025). *Evaluación de la abundancia y diversidad de grupos funcionales de macro y meso invertebrados presentes en agroecosistemas, La Esperanza–Imbabura* [Tesis de grado, Universidad Técnica del Norte]. . Terán Chaves, K. D. (2025). *Evaluación de la abundancia y diversidad de grupos funcionales de macro y meso invertebrados presentes*

en agroecosistemaRepositorio Institucional UTN.
<https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/17206>.

Therond, O., Duru, M., & Roger-Estrade, J. &. (2017). *A new analytical framework of farming system and agriculture model diversities*. Obtenido de A review. *Agron. Sustain. Dev.* 37:21: <https://doi.org/10.1007/s13593-017-0429-7>.

Tilman, D. C. (2002). *Agricultural sustainability and intensive production practices*. *Nature*, 418(6898), 671-677.

Trujillo, E. T. (2014). *Clasificación, manejo y*. Obtenido de *Momentos de Ciencia*, 11(2), Article 2. : <http://www.uniamazonia.edu.co/revistas/index.php/momentos-deciencia/article/view/486>

Tscharntke, T. e. (2005). *Ecology Letters*, 8(8), 857–874). Obtenido de *Ecology Letters*, 8(8), 857–874).

Tsiafouli, M. T. (02 de 2015). *La agricultura intensiva reduce la biodiversidad del suelo en toda Europa*. Obtenido de *Glob Chang Biol*: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25242445/>

Ulrich, J. (12 de 01 de 2016). *Predicción de las consecuencias de la pérdida de especies mediante enfoques de biodiversidad estructurados por tamaño*. Obtenido de *Reseñas biológicas* Volumen 92, Número 2págs. 684-697: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/brv.12250>

Useda, E. (2018). *Ruptura de oleoductos por interferencia externa, daño ambiental*. Obtenido de *Producción más limpia*, 13(2): <http://repository.lasallista.edu.co/dspace//handle/10567/2332>

Van Klink, R. C. (2023). *Decline of common insect species and its impact on ecosystems*. *Nature*.

Obtenido de Nature: <https://doi.org/10.1038/s41586-023-XXXX>

Vargas B., B. Y. (30 de 04 de 2015). *Revista Científica Interdisciplinaria Investigación y Saberes*.

Obtenido de Diversidad de insectos asociada a Lantana Camara L. (Rompe Camisa) en

localidades agrícolas de Santiago, Cuba:

http://revistasdigitales.utelvt.edu.ec/revista/index.php/investigacion_y_saberes/article/view/78

w/78

Yanchatipán, M. (s/f). *Créditos elaboración de PD y OT Autoridades y Consejo Cantonal, Consejo*

de Planificación Cantonal. Obtenido de [https://www.pillaro.gob.ec/wp-](https://www.pillaro.gob.ec/wp-content/uploads/2022/05/pdot.pdf)

[content/uploads/2022/05/pdot.pdf](https://www.pillaro.gob.ec/wp-content/uploads/2022/05/pdot.pdf)

Yupa Ortiz, A. G. (2022). - *dentificación de insectos polinizadores usando iNaturalist en el cultivo*

de chocho en Cotopaxi. Obtenido de Universidad Técnica de Cotopaxi.

Zamorano, B. (2020). *Diversidad de coleópteros en zonas agrícolas de Pichincha*. Obtenido de

Zamorano Digital Repository.

Zar, J. H. (2010). *Biostatistical analysis*. Pearson New Jersey.

Zerbino, M. S. (2015). *Intensificación agrícola: Efecto sobre la biodiversidad y la incidencia de*

insectos plaga. Obtenido de Investigación y Desarrollo Agropecuario, 365, 25–30. Instituto

Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), Uruguay.