



**UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS**  
**NATURALES**  
**CARRERA DE AGRONOMÍA**  
**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**Título:**

---

**“IDENTIFICACIÓN DE INSECTOS POLINIZADORES, USANDO LA APLICACIÓN INATURALIST EN EL CULTIVO DE CHOCHO (*Lupinus mutabilis* Sweet), BASADA EN LA UTILIZACIÓN DE PESTICIDAS PARA LA PRODUCCIÓN, EN 5 PARROQUIAS DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI 2021”**

---

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

**Autora:**

Yupa Ortiz Ana Gabriela

**Tutor:**

Guadalupe de las Mercedes López Castillo Ing.

**Co-Tutor:**

Diego Fernando Mina Chála Ing.

**LATACUNGA - ECUADOR**

**Marzo 2022**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Ana Gabriela Yupa Ortiz, con cédula de ciudadanía 050479941-2, declaro ser autora del presente proyecto de investigación: “Identificación de insectos polinizadores, usando la aplicación iNaturalist en el cultivo de chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet), basada en la utilización de pesticidas para la producción, en 5 parroquias de la provincia de Cotopaxi 2021” siendo la Ing. Guadalupe de las Mercedes López Castillo tutora 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, 29 de marzo del 2022

Ana Gabriela Yupa Ortiz

Estudiante

CC: 0504799412

Ing. Guadalupe de las Mercedes López Castillo

Docente Tutora

CC:1801902907

## 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 **YUPA ORTIZ ANA GABRIELA** identificada con cédula de ciudadanía **0504799412** de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, el Ingeniero Ph.D. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector, 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 “Identificación de insectos polinizadores, usando la aplicación iNaturalist en el cultivo de chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet), basada en la utilización de pesticidas para la producción, en 5 parroquias de la provincia de Cotopaxi 2021”, 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 2018 - Agosto 2018

Finalización de la carrera: Octubre 2021 – Marzo 2022

Aprobación en Consejo Directivo: 7 de Enero del 2022

Tutora: Ing. Mg. Guadalupe de las Mercedes López Castillo

Tema: “Identificación de insectos polinizadores, usando la aplicación iNaturalist en el cultivo de chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet), basada en la utilización de pesticidas para la producción, en 5 parroquias de la provincia de Cotopaxi 2021”

**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 29 días del mes de marzo del 2022.

Ana Gabriela Yupa Ortiz

Ing. Ph.D. Cristian Tinajero Jiménez

**LA CEDENTE**

**LA CESIONARIA**

## **AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

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

**“IDENTIFICACIÓN DE INSECTOS POLINIZADORES, USANDO LA APLICACIÓN INATURALIST EN EL CULTIVO DE CHOCHO (*Lupinus mutabilis* Sweet), BASADA EN LA UTILIZACIÓN DE PESTICIDAS PARA LA PRODUCCIÓN, EN 5 PARROQUIAS DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI 2021”**, de Yupa Ortiz Ana Gabriela, de la carrera de Agronómica, 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, 29 de marzo del 2022

Ing. Guadalupe de las Mercedes López Castillo

**DOCENTE TUTORA**

CC: 1801902907

## **AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

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: Yupa Ortiz Ana Gabriela, con el título de Proyecto de Investigación: **“IDENTIFICACIÓN DE INSECTOS POLINIZADORES, USANDO LA APLICACIÓN INATURALIST EN EL CULTIVO DE CHOCHO (*Lupinus mutabilis* Sweet), BASADA EN LA UTILIZACIÓN DE PESTICIDAS PARA LA PRODUCCIÓN, EN 5 PARROQUIAS DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI 2021”**, 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 autorizan los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 29 de marzo del 2022

Lector 1 (Presidente)  
Ing. PhD. Emerson Javier Jácome.  
CC: 0501974703

Lector 2  
Ing. Mg. Francisco Hernán Chancusig.  
CC: 0501883920

Lector 3  
Ing. Mg. Giovana Paulina Parra.  
CC: 1802267037

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecimiento a los Ingenieros: Guadalupe de las Mercedes López, Emerson Javier Jácome y Diego Mina Chalá, por su ayuda, paciencia y dedicación, en mi proyecto de investigación, por el apoyo incondicional que me brindaron durante este largo camino.

A todos los docentes de la Carrera de Agronomía, por compartirme sus conocimientos para poder formarme como persona y como profesional.

Ana Gabriela Yupa Ortiz

## **DEDICATORIA**

Con mucho cariño y amor a mis padres por su amor, sacrificios, apoyo incondicional, valores y consejos que me dieron para seguir en adelante, han sido una parte primordiales para llegar a finalizar una más de mis metas, muchas de mis metas se los debo a ustedes entre ellos este.

A mis hermanos Luis Yupa, Elvia Yupa y Adrian Yupa por su ejemplo, quien cada día me enseñan que con mucho esfuerzo y perseverancia se puede llegar al éxito.

A mis abuelitos María Pila y Eloy Ortiz que desde el cielo me iluminan para seguir adelante con mis proyectos.

A todas las personas que estuvieron apoyándome y dándome ánimos cuando lo necesite en este arduo proceso.

Ana Gabriela Yupa Ortiz

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

**TÍTULO: “IDENTIFICACIÓN DE INSECTOS POLINIZADORES, USANDO LA APLICACIÓN INATURALIST EN EL CULTIVO DE CHOCHO (*Lupinus mutabilis* Sweet), BASADA EN LA UTILIZACIÓN DE PESTICIDAS PARA LA PRODUCCIÓN, EN 5 PARROQUIAS DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI 2021”**

**Autora:** Yupa Ortiz Ana Gabriela

**RESUMEN**

Los insectos polinizadores se encuentran en peligro de extinción debido al uso indiscriminado de pesticidas, y a la falta de conocimiento de parte de los agricultores sobre la función que cumple cada uno de los insectos. La presente investigación se realizó en 5 parroquias pertenecientes a la provincia de Cotopaxi (Aláquez, Cochapamba, Cusubamba, Guaytacama y Pujilí), donde se produce chocho, con una agricultura convencional basada en el uso de fertilizantes sintéticos y pesticidas para el control fitosanitario, teniendo como objetivos específicos la identificación, abundancia, dominancia y diversidad de los insectos polinizadores. Con el uso de trampas cromáticas (platos amarillos), jabón y agua, cuando el cultivo presentó el 50% de floración. En los resultados obtenidos en esta investigación, se identificó como insectos polinizadores del cultivo chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet), a 18 especímenes a nivel de género, pertenecientes a 13 familias, de 4 órdenes: *Astylus*, *Eristalis*, *Platycheirus*, *Toxomerus*, *Chrysomya*, *Cynomya*, *Hedriodiscus*, *Tachina*, *Dilophus*, *Tipula*, *Nephrotoma*, *Megachile*, *Apis*, *Caenohalictus*, *Mythimna* y *Lon*. De acuerdo con el análisis Multivariado, en relación a las condiciones climatológicas (Temperatura, Precipitación) y altitud, las parroquias con menores precipitaciones son las de mayor abundancia de insectos. La variable precipitación y altitud afecta a la presencia de insectos polinizadores. La diversidad y dominancia de insectos, el índice de Shannon-Wiener en los 5 sectores en estudio existe una diversidad baja y en cuanto a la dominancia de Simpson se obtuvo resultados inversamente proporcionales entre sí.

**Palabras claves:** Polinizadores, Agroquímicos, app iNaturalist, Insectos, Chochos

**TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI  
FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES**

**TITLE: "IDENTIFICATION OF POLLINIZING INSECTS, USING THE INATURALIST APPLICATION IN THE CHOCHO CROP (*Lupinus mutabilis* Sweet), BASED ON THE USE OF PESTICIDES FOR PRODUCTION, IN FIVE PARISHES OF THE PROVINCE OF COTOPAXI 2021"**

**Author:** Yupa Ortiz Ana Gabriela

**ABSTRACT**

Pollinating insects are in danger of extinction due to the indiscriminate use of pesticides and the lack of knowledge on the part of farmers about the function of each insect. This research was conducted in five parishes belonging to the province of Cotopaxi (Aláquez, Cochabamba, Cusubamba, Guaytacama, and Pujilí), where chocho is produced, with conventional agriculture based on the use of synthetic fertilizers and pesticides for phytosanitary control, having as specific objectives the identification, abundance, dominance, and diversity of pollinating insects. With chromatic traps (yellow plates), soap, and water, when the crop presented 50% of flowering. In the results obtained in this research, 18 specimens were identified as pollinating insects of the chocho crop (*Lupinus mutabilis* Sweet) at the genus level, belonging to 13 families of four orders: *Astylus*, *Eristalis*, *Platycheirus*, *Toxomerus*, *Chrysomya*, *Cynomya*, *Hedriodiscus*, *Tachina*, *Dilophus*, *Tipula*, *Nephrotoma*, *Megachile*, *Apis*, *Caenohalictus*, *Mythimna*, and *Lon*. According to the multivariate analysis of the climatic conditions (temperature, precipitation) and altitude, the parishes with the lowest rainfall have the highest abundance of insects. The variable rain and size affect the presence of pollinating insects. With the diversity and dominance of insects, the Shannon-Wiener index in the five sectors understudy has a low variety. As for the supremacy of Simpson, the results were inversely proportional to each other.

**Keywords:** Pollinators, Agrochemicals, iNaturalist app, Insects, Choughs

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>DECLARACIÓN DE AUTORÍA</b>	<b>ii</b>
<b>CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR</b>	<b>iii</b>
<b>AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>v</b>
<b>AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>vi</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b>	<b>vii</b>
<b>DEDICATORIA</b>	<b>viii</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>ix</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	<b>xvi</b>
<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>	<b>xvi</b>
<b>ÍNDICE DE ANEXOS</b>	<b>xvii</b>
<b>1. INFORMACIÓN GENERAL</b>	<b>1</b>
<b>2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	<b>3</b>
<b>3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO</b>	<b>3</b>
<b>4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.</b>	<b>3</b>
<b>4.1 Beneficiarios directos</b>	<b>3</b>
<b>5. PROBLEMÁTICA</b>	<b>4</b>
<b>6. OBJETIVOS</b>	<b>4</b>
6.1. General	4
6.2. Específicos	4
<b>7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS</b>	<b>5</b>
<b>8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA</b>	<b>7</b>
<b>8.1. Chocho variedad INIAP 450 andino</b>	<b>7</b>
<b>8.2. Taxonomía</b>	<b>8</b>

<b>8.3. Morfología</b>	<b>8</b>
8.3.1. Flores e inflorescencia	8
<b>8.4. Importancia</b>	<b>8</b>
<b>8.5. Requerimientos edafoclimáticos</b>	<b>8</b>
8.5.1. Temperatura	8
<b>8.6. Polinización</b>	<b>9</b>
<b>8.7. Polinización indirecta o cruzada</b>	<b>9</b>
<b>8.8. Polinizadores</b>	<b>9</b>
<b>8.8. Servicio ecosistémico de la polinización</b>	<b>9</b>
<b>8.9. Disminución de los Polinizadores</b>	<b>10</b>
8.9.1. Consecuencias de la disminución de los polinizadores	11
<b>8.10. Tipos de polinizadores</b>	<b>11</b>
8.10.1. Hymenopteros	11
8.10.1.1. Preferencia de plantas	11
8.10.2. Polinización miófila (Dípteros)	11
8.10.2.1. Preferencia de plantas	12
8.10.3. Polinización psicófila (Lepidópteros)	12
8.10.3.1. Preferencia de plantas	12
8.10.4. Polinización cantarofilia (Coleópteros)	12
<b>8.11. Importancia de los polinizadores en la agricultura</b>	<b>13</b>
<b>8.13. Plataforma iNaturalist</b>	<b>14</b>
8.13.2. Objetivo	15
8.13.3. Ciencia ciudadana	15
8.13.4. INABIO - iNaturalistEC	15
8.13.5. El INABIO	16
8.13.6. Tecnologías y fuentes de datos que utiliza iNaturalist	16
8.13.7. Uso de la app iNaturalist	16
8.13.8. ¿Qué es una observación?	17

<b>8.13.9. ¿Qué es un bioblitz?</b>	<b>17</b>
<b>8.13.10. Tipos de proyectos</b>	<b>17</b>
8.13.10.1. Proyecto Colección	17
8.13.10.2. Proyecto Ajustable:	17
8.13.10.3. Proyecto Paraguas	18
<b>8.13.11. Calidad de las observaciones subidas</b>	<b>18</b>
<b>8.13.12. Nodos de iNaturalist</b>	<b>18</b>
<b>8.13.13. Cómo hacer una observación con el smartphone</b>	<b>19</b>
8.13.14. Como hacer una observación desde la web	19
<b>8.13.15. Como funciona la app iNaturalist</b>	<b>20</b>
<b>8.13.16. Algoritmo</b>	<b>20</b>
<b>8.13.17. Categorías de las observaciones</b>	<b>21</b>
8.13.17.1. Desconocido	21
8.13.17.2. Necesita identificación	21
8.13.17.3. Grado de investigación	21
8.13.17.4. Casual	21
<b>8.14. Colecta preservación de insectos</b>	<b>22</b>
<b>8.14.1. Método de colecta directa</b>	<b>22</b>
8.14.2. Método de colecta indirecta	22
8.14.3. Preservación de las muestras.	22
8.14.4. Montaje	23
<b>8.15. Índice de Dominancia de Simpson</b>	<b>23</b>
8.15.1. Interpretación de resultados del índice de Dominancia de Simpson	23
<b>8.16. Índice de Shannon-Wiener</b>	<b>23</b>
8.16.1. Rangos y significados de interpretación del índice de Shannon-Wiener	24
<b>9. PREGUNTA CIENTÍFICA</b>	<b>24</b>
<b>10. METODOLOGÍA</b>	<b>24</b>
<b>10.1. Ubicación del Área de Estudio</b>	<b>24</b>
<b>10.2. Tipo de investigación</b>	<b>25</b>

10.2.1.	Descriptiva	25
10.2.2.	No experimental	26
10.2.3.	Cuali-cuantitativa	26
<b>10.3.</b>	<b>Método de investigación</b>	<b>26</b>
10.3.1.	De campo	26
10.3.2.	De laboratorio	26
<b>10.4.</b>	<b>Técnicas de investigación</b>	<b>26</b>
10.4.1.	Investigación bibliográfica	26
10.4.2.	Análisis estadístico	26
<b>10.5.</b>	<b>Materiales y equipos</b>	<b>27</b>
<b>10.6.</b>	<b>Manejo específico del experimento</b>	<b>27</b>
10.6.1.	Fase de campo	27
10.6.1.1.	Identificación del área de estudio.	27
10.6.1.2.	Colocación de las trampas.	27
10.6.1.3.	Procesamiento de las muestras	28
10.6.1.4.	Etiquetado de las muestras	28
10.6.1.5.	Transporte y almacenamiento de las muestras	28
10.6.2.	Fase de laboratorio	28
10.6.2.1.	Morfo Especiación	28
10.6.2.2.	Elaboración de caja de luz para fotografías	28
10.6.2.3.	Secado	28
10.6.2.4.	Montaje	28
10.6.2.5.	Toma de Fotografías	29
10.6.2.6.	Cargar las fotografías a la app iNaturalist	29
10.6.2.7.	Etiquetas	30
10.6.2.8.	Revisión bibliográfica	30
<b>10.7.</b>	<b>Índices de Shannon y Simpson</b>	<b>30</b>
10.7.1.	Diversidad	30
10.7.2.	La dominancia	30
10.8.	Análisis estadístico	31
<b>11.</b>	<b>ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.</b>	<b>31</b>

<b>11.1. Caracterizar la taxonomía de los insectos recolectados, en los campos químicos de chocho, mediante el uso de la aplicación iNaturalist.</b>	<b>31</b>
<b>11.2. Revisión bibliográfica de los insectos polinizadores</b>	<b>33</b>
<b>11.3. Determinar la existencia de una relación entre temperatura, precipitación y altitud con la abundancia de insectos en el sistema de producción de chocho químico.</b>	<b>36</b>
<b>Análisis multivariado</b>	<b>36</b>
<b>11.3. Determinar la diversidad y dominancia de insectos recolectados de los sectores en estudio.</b>	<b>41</b>
11.3.1. Diversidad	41
<b>12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.</b>	<b>43</b>
<b>12.3. Conclusiones</b>	<b>43</b>
<b>12.4. Recomendaciones</b>	<b>43</b>
<b>13. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>45</b>
<b>14. ANEXOS</b>	<b>50</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Actividades y sistema de tareas en relación a los componentes	5
Tabla 2. Variedad INIAP 450 andino.	7
Tabla 3. Clasificación taxonómica de ( <i>Lupinus mutabilis</i> Sweet).	8
Tabla 4. Requerimiento climáticos y edáficos para el cultivo de chocho	9
Tabla 5. Escala de Rangos y significado del índice de Shannon-Wiener.	24
Tabla 6. Coordenadas Georreferenciales de las áreas en estudio.	25
Tabla 7. Materiales y equipos que se utilizaron en la investigación.	27
Tabla 8. Lista de insectos recolectados durante el período de floración del cultivo de chocho ( <i>Lupinus mutabilis</i> Sweet), Cotopaxi 2021.	32
Tabla 9. Índices de Shannon-Wiener por sitio.	41
Tabla 10. Escala de rangos y significados del Índice de Shannon-Wiener	41

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1.</b> Causas de mortalidad de insectos polinizadores.	10
<b>Ilustración 2.</b> Página principal de la plataforma iNaturalist.	14
<b>Ilustración 3.</b> Historia de la plataforma iNaturalist.	15
<b>Ilustración 4.</b> Pasos para realizar una observación desde el smartphone.	19
<b>Ilustración 5.</b> Como funciona la app iNaturalist.	20
<b>Ilustración 6.</b> Resumen del algoritmo.	21
<b>Ilustración 7.</b> Fórmula del índice de Dominancia de Simpson	23
<b>Ilustración 8.</b> Fórmula del índice de Shannon-Wiener.	23
<b>Ilustración 9.</b> Mapa de Geo-referenciación del área de estudio.	25

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Portada del proyecto INPO-CHOCHO en iNaturalist.	50
<b>Anexo 2.</b> Taxonomía obtenida de iNaturalist.	50
<b>Anexo 3.</b> Cálculo del índice de Shannon, los 11 géneros más abundantes en la parroquia de Aláquez de la provincia de Cotopaxi, 2021.	59
<b>Anexo 4.</b> Cálculo del índice de Shannon, los 8 géneros más abundantes en la parroquia de Cochapamba de la provincia de Cotopaxi, 2021.	60
<b>Anexo 5.</b> Cálculo del índice de Shannon, los 6 géneros más abundantes en la parroquia de Cusubamba de la provincia de Cotopaxi, 2021.	60
<b>Anexo 6.</b> Cálculo del índice de Shannon, los 6 géneros más abundantes en la parroquia de Guaytacama de la provincia de Cotopaxi, 2021.	61
<b>Anexo 7.</b> Cálculo del índice de Shannon, los 4 géneros más abundantes en la parroquia de Pujilí de la provincia de Cotopaxi, 2021.	61
<b>Anexo 8.</b> Dominancia de Simpson de Aláquez.	62
<b>Anexo 9.</b> Dominancia de Simpson de Cochapamba	62
<b>Anexo 10.</b> Dominancia de Simpson de Cusubamba.	63
<b>Anexo 11.</b> Dominancia de Simpson de Guaytacama.	63
<b>Anexo 12.</b> Dominancia de Simpson de Pujilí.	63
<b>Anexo 13.</b> Autovectores	64
<b>Anexo 14.</b> Identificación del área de estudio.	64
<b>Anexo 15.</b> Diseño de trampas.	64
<b>Anexo 16.</b> Colocación de las trampas.	65
<b>Anexo 17.</b> Almacenamiento de las muestras.	65
<b>Anexo 18.</b> Procesamiento de las muestras.	65
<b>Anexo 19.</b> Etiquetado de las muestras.	66
<b>Anexo 20.</b> Transporte y almacenamiento de las muestras.	66
<b>Anexo 21.</b> Morfoespeciación.	67
<b>Anexo 22.</b> Secado y preparación de los insectos.	67
<b>Anexo 23.</b> Montaje para la toma de fotografías.	68
<b>Anexo 24.</b> Toma de fotografías.	68
<b>Anexo 25.</b> Edición de las fotografías para posteriormente subir al proyecto.	69
<b>Anexo 26.</b> Hoja de vida.	70
<b>Anexo 27.</b> Aval de traducción.	70

## CAPITULO I

### 1. INFORMACIÓN GENERAL

**Título**

“Identificación de insectos polinizadores, usando la aplicación iNaturalist en el cultivo de chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet), basada en la utilización de pesticidas para la producción, en 5 parroquias de la Provincia de Cotopaxi 2021”

**Fecha de inicio:**

Octubre del 2021

**Fecha de finalización:**

Febrero del 2022

**Lugar de ejecución.**

5 parroquias de agricultores de la provincia de Cotopaxi, (Aláquez, Carrillo, Cuturivi, Guaytacama y Ninin Cachipata).

**Facultad que auspicia**

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

**Carrera que auspicia:**

Carrera de Agronomía

**Proyecto de Investigación vinculado:**

Proyecto granos andinos

Instituto de Investigación para el Desarrollo (IRD)

**Equipo de Trabajo**

Tutor: Ing. López Castillo Guadalupe de las Mercedes

Autora: Yupa Ortiz Ana Gabriela

Lector A: Ing. PhD. Emerson Javier Jácome

Lector B: Ing. Mg. Francisco Hernán Chancusig

Lector C: Ing. Mg. Giovana Paulina Parra

**Área de Conocimiento.**

Agricultura- Agricultura, Silvicultura y Pesca – Agricultura

**Línea de investigación:**

Análisis, conservación y aprovechamiento de la biodiversidad local

La biodiversidad forma parte intangible del patrimonio nacional: en la agricultura, en la medicina, en actividades pecuarias, incluso en ritos, costumbres y tradiciones culturales. Esta línea está enfocada en la generación de conocimiento para un mejor aprovechamiento de la biodiversidad local, basado en la caracterización agronómica, morfológica, genómica, física, bioquímica y usos ancestrales de los recursos naturales locales. Esta información será fundamental para establecer planes de manejo, de producción y de conservación del patrimonio natural Desarrollo y seguridad alimentaria.

Desarrollo y Seguridad Alimentaria

Se entiende por seguridad alimentaria cuando se dispone de la alimentación requerida para mantener una vida saludable. El objetivo de esta línea es la investigación sobre producto, factores y procesos que facilitan el acceso de la comunidad a alimentos nutritivos e inocuos y supongan una mejora de la economía local.

Se enmarca en esta línea debido a que busca la identificación de polinizadores que mejoran la productividad del chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet).

**Sub líneas de investigación de la Carrera:**

Caracterización de la biodiversidad

**Línea de vinculación**

Gestión de recursos naturales, biodiversidad, biotecnología y gestión para el desarrollo humano y social.

## **2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

La investigación se basó en utilización de la aplicación iNaturalist como una plataforma esencial para la identificación de los insectos polinizadores que se puedan encontrar presentes en el cultivo de chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet), cuyo rendimiento se basa en la utilización de pesticidas químicos.

## **3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

Martin & Arenas, (2018) mencionan que como el paso de los años la reducción de los insectos polinizadores es muy significativa, debido a que durante 60 años se ha visto un descenso muy alarmante en Estados Unidos de 24 millones de colmenas de abejas. Según Reyes, (2016), los insectos polinizadores son los individuos más eficaces para esta silenciosa e importante labor, ya que la mayoría de los cultivos dependen de estos agentes polinizadores para su producción, por lo que es necesario entender su valor y necesidad de preservarlos.

Esta investigación está encaminada en brindar información sobre la identificación de los insectos polinizadores, dentro del cultivo de chocho. Mediante el uso tecnológico de la aplicación iNaturalist, que genera un impacto positivo a nivel mundial, debido a que alimenta a una base de datos fotográfica donde colaboradores de todo el mundo trabajan para la id taxonómica de cada uno de los individuos.

El aporte de esta investigación recae en perfeccionar el conocimiento de los agricultores sobre la entomofauna que se encuentra presente en el cultivo de chocho. Generando conciencia sobre la necesidad de los insectos polinizadores y alternativas amigables con el ambiente para la producción de chocho, debido a que la agricultura convencional pone en peligro la extinción a muchas especies benéficas para los cultivos.

## **4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.**

### **4.1 Beneficiarios directos**

Los beneficiarios directos de la investigación son 15 productores de chocho los cuales actualmente su producción está basada en la utilización de pesticidas para la producción.

Todos los usuarios de la app iNaturalist (docentes, estudiantes, investigadores de distintas instituciones educativas y público en general).

## 5. PROBLEMÁTICA

En Estados Unidos, el número de colonias se ha reducido en un 45%, de tal modo que se estimó un descenso de 42 millones de colmenas de abejas en el transcurso de 60 años (Martin & Arenas, 2018). Botías & Sánchez, (2018), mencionan que el 16,5% de los polinizadores vertebrados están amenazados con la extinción a nivel mundial, un porcentaje que con el paso de los años va en aumento y se ven muy alarmantes.

Según Gómez, (2021), desde hace años el mundo ha venido advirtiendo la muerte masiva de abejas a causa del uso indiscriminado de insecticidas, entre los cuales se mencionan imidacloprid, clotianidina, tiametoxam y thiacloprid. El uso de plaguicidas se considera como una de las mayores amenazas para la conservación de la biodiversidad en los ambientes agrarios como son, los insectos polinizadores.

Sobalvarro & Martínez, (2018), mencionan que la revolución verde, tuvo un cambio importante en el paradigma agrícola, debido a que conllevó a tener nuevas variedades de plantas, semillas, nuevas prácticas agrícolas y un impacto positivo en obtener mayor productividad. Pero tuvo un impacto negativo que fue el desarrollo de plagas generando pérdida de biodiversidad, y afectando a los insectos polinizadores.

Actualmente las parroquias en estudio, establecen paquetes basados en pesticidas químicos para el control de insectos dentro del cultivo de chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet), lo que está afectando directamente a los polinizadores, entendiéndose la necesidad de los polinizadores se debe establecer un nuevo manejo de la entomofauna para mejorar las condiciones de los polinizadores, de esta manera mejorar la productividad de los cultivos, teniendo un impacto importante sobre el ambiente y salud de los consumidores.

## 6. OBJETIVOS

### 6.1. General

Identificar los insectos polinizadores, usando la aplicación iNaturalist en el cultivo de chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet), basada en la utilización de pesticidas para la producción, en 5 parroquias de la provincia Cotopaxi 2021.

### 6.2. Específicos

- Caracterizar la taxonomía de los insectos recolectados, en los campos químicos de chocho, mediante el uso de la aplicación iNaturalist.

- Determinar la existencia de una relación entre temperatura, precipitación y altitud con la abundancia de insectos en el sistema de producción de chocho químico.
- Determinar la diversidad y dominancia de insectos recolectados de los sectores en estudio.

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

**Tabla 1.-** Actividades y sistema de tareas en relación a los componentes

<b>OBJETIVO 1</b>	<b>ACTIVIDADES (TAREAS)</b>	<b>RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD</b>	<b>MEDIOS DE VERIFICACIÓN</b>
Caracterizar la taxonomía de los insectos recolectados, en los campos químicos de chocho, mediante el uso de la aplicación iNaturalist.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colocación y recolección de trampas cromáticas.</li> <li>• Morfoespeciación, secado y montaje.</li> <li>• Toma de fotografías.</li> <li>• Creación de un proyecto en iNaturalist llamado INPO-CHOCHO.</li> <li>• Cargar los registros de los insectos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Insectos preservados en vasos Urintainer con alcohol al 70%.</li> <li>• Carpetas con fotografías de los insectos.</li> <li>• Información taxonómica obtenida de iNaturalist.</li> <li>• Información de polinizadores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Frascos con insectos etiquetados y clasificados.</li> <li>• Fotografías.</li> <li>• Proyecto creado en la aplicación iNaturalist. Tabla taxonómica de los insectos.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etiquetar a los 5 identificadores principales para cada espécimen para solicitar ayuda para la ID.</li> <li>• Revisión bibliográfica.</li> </ul>		
Determinar la existencia de una relación entre temperatura, precipitación y altitud con la abundancia de insectos en el sistema de producción de chocho químico.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tablas con el número de ordenes de insectos.</li> <li>• Tablas con Temperatura, precipitación y altitud.</li> <li>• Conteo de insectos por campo.</li> <li>• Realizar un análisis multivariado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Base de datos llena con la abundancia de los especímenes y datos meteorológicos.</li> <li>• Gráfica de Biplot Gráfica de Dendograma.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Base de datos tabla Excel.</li> <li>• Oficios de solicitud a la UTC.</li> <li>• Gráficas.</li> </ul>
Determinar la diversidad y dominancia de insectos recolectados de los sectores en estudio.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Índice de Shannon-Wiener</li> <li>• Dominancia de Simpson</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Índice de diversidad.</li> <li>• Índice de dominancia</li> <li>• Gráficas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tabla de datos en Excel.</li> <li>• Índices</li> <li>• Gráficas</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar gráficas comparativas entre sitios</li> </ul>		
--	---	--	--

## CAPITULO II

### 8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

#### 8.1. Chocho variedad INIAP 450 andino

Es chocho tiene un hábito de crecimiento herbáceo, precoz, con susceptibilidad a plagas y enfermedades foliares y radicales. El rendimiento de esta variedad es superior a 1350 a 1500 kg/ha. El grano seco tiene un diámetro mayor a 8 mm, es de color blanco crema y de forma redonda (Caicedo et al., 2015).

Proviene de una población de germoplasma introducida del Perú en 1992. El mejoramiento genético se realizó por selección. En 1999 fue entregada oficialmente como variedad mejorada con el nombre de INIAP 450 Andino (Quitio & Solórzano, 2018).

**Tabla 2.** Variedad INIAP 450 andino.

CHOCO INIAP – 450 Andino		
<b>NOMBRE CIENTÍFICO:</b>	<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet	
<b>VARIEDAD:</b>	INIAP – 450 Andino	
<b>CENTRO DE ORIGEN:</b>	América, Zona Andina	
<b>ZONA DE CULTIVO:</b>	Provincias de la Sierra	
<b>ALTITUD</b>	2800 a 3500 msnm	
<b>CLIMA:</b>	<b>Lluvia:</b>	300 mm de precipitación en el ciclo.
	<b>Temperatura:</b>	7 a 14°C
<b>SUELO:</b>	Franco arenoso o arenoso, con buen drenaje.	
	<b>pH:</b>	5.5 a 7.0
<b>Ciclo del cultivo:</b>	180 a 200 días	

**Fuente:** (INIAP, 2018).

## 8.2. Taxonomía

**Tabla 3.** Clasificación taxonómica de (*Lupinus mutabilis* Sweet).

Reino	Vegetal
Genero	<i>Lupinus</i>
Especie	<i>Mutabilis</i>
División	Espermatofita
Sub - División	Angiosperma
Clase	Dicotiledóneas
Sub – Clase	Arquiclamídeas
Orden	Rosales
Familia	Leguminosas
Sub – Familia	Papilionoideas

**Fuente:** Caicedo & Peralta, 2021.

## 8.3. Morfología

### 8.3.1. Flores e inflorescencia

Presenta una corola grande de 1 a 2 cm, con cinco pétalos y compuesta por un estandarte, dos quillas y dos alas. Según el tipo de ramificación que presente la planta, puede tener hasta tres floraciones sucesivas. Se menciona que en una sola planta pueden existir hasta 1000 flores (De la Cruz, 2018).. La coloración de la flor varía de un azul claro hasta uno muy intenso y de allí se origina su nombre científico *mutabilis*, es decir que cambia. Los colores más comunes son los diferentes tonos de azul e incluso púrpura; menos frecuentes son los colores blanco, crema, rosado y amarillo (Saqui, 2014).

### 8.4. Importancia

Es una leguminosa que fija nitrógeno atmosférico en cantidades apreciables de 100 kg/ha, restituyendo la fertilidad del suelo (De la Cruz, 2018).

El chocho por su alto valor nutritivo, se distingue por su contenido de proteína y sus características agronómicas. Es un alimento usado dentro de la gastronomía (Quisaguano, 2015).

### 8.5. Requerimientos edafoclimáticos

#### 8.5.1. Temperatura

El chocho se cultiva en áreas moderadamente frías con temperaturas de 7 a 14°C aproximadamente para su óptimo desarrollo (Ormaza, 2010).

**Tabla 4.** Requerimiento climáticos y edáficos para el cultivo de chocho

<b>Característica</b>	<b>Requerimiento</b>
Precipitación	300 a 600 mm en el ciclo.
Temperatura	7 a 14°C.
Altitud	2800 a 3500 msnm.
Suelo	Francos: arenoso, limoso
pH	5.5 a 7.0

Fuente: INIAP 2014.

### **8.6. Polinización**

Según De la cuadrante Infante & Rodriguez Le Boulenge, (2019), menciona que la polinización se define como la transferencia del polen desde las partes masculinas de la flor a las partes femeninas. Esto puede suceder en la misma flor, o entre flores de distintas plantas de la misma especie, conocida como polinización cruzada.

### **8.7. Polinización indirecta o cruzada**

Es el paso del polen de los estambres de una flor a otra de la misma planta o de una planta distinta a la especie. Las plantas que se reproducen a través de polinización cruzada suelen producir mejores semillas tomando en cuenta la calidad del grano (Cano & Reyes, 2011).

### **8.8. Polinizadores**

Los polinizadores son un componente clave de la biodiversidad mundial. Proporcionan servicios ecosistémicos vitales para todos los cultivos y las plantas silvestres que se encuentran en la tierra (Potts et al., 2018). También se incluyen a los dípteros, como insectos (Naranjo et al., 2019).

Los polinizadores realizan un servicio crucial e importante, que es apoyar a la diversidad de las plantas, y la agricultura mundial (Breukelen et al., 2018).

### **8.8. Servicio ecosistémico de la polinización**

Según Miniambiente, (2018), menciona que los polinizadores pueden proveer, como servicio ecosistémico de producción. Tiene beneficios directos en el incremento de la cantidad y estabilidad de la producción de cultivos y la calidad de los productos, por ejemplo, tamaño del fruto, forma y peso. Efectos indirectos, como servicio ecosistémico de regulación en el medio ambiente. Los polinizadores pueden aumentar la producción de

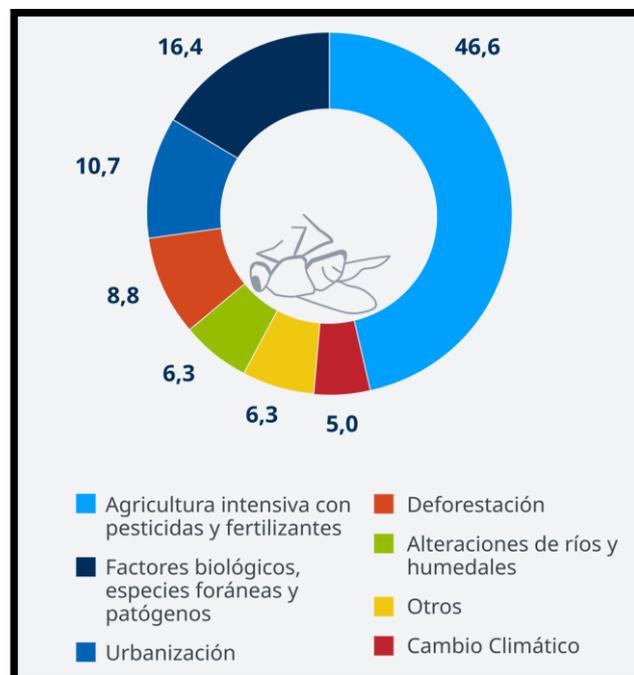
75 % de los 115 cultivos más importantes del mundo, referentes la producción de alimentos y el valor económico que estos generan (Garibaldi et al., 2011).

### 8.9. Disminución de los Polinizadores

En cuanto a la disminución de los insectos polinizadores (Egan et al., 2020), menciona que el uso indiscriminado de pesticidas ha jugado un papel importante en su la disminución, además de mayores tasas de mortalidad. Los impactos de los pesticidas sobre las abejas y los enemigos naturales incluyen efectos sobre la fisiología y su comportamiento.

Las posibles causas de la pérdida de polinizadores, son las siguientes: agricultura intensiva con pesticidas y fertilizantes, que eliminan su flora microbiana, y por los herbicidas, que contribuyen a reducir los recursos florales. Los factores biológicos, especies foráneas y patógenos. Urbanización, consecuencia de las grandes ciudades. Deforestación, que lo ocasionan las grandes empresas. Alteraciones de ríos y humedades. Cambio climático entre otros. Causas que afectan de forma negativa los insectos polinizadores (Bartomeus & Bosch, 2018).

**Ilustración 1.** Causas de mortalidad de insectos polinizadores.



Fuente: Sánchez- Bayo & Wyckhuys, 2019.

### **8.9.1. Consecuencias de la disminución de los polinizadores**

La disminución de polinizadores puede resultar en la pérdida de los servicios de polinización, lo que tiene importantes impactos ecológicos y económicos negativos que podrían afectar significativamente el mantenimiento de la diversidad de plantas silvestres, la estabilidad de los ecosistemas en general, la producción de cultivos, la seguridad alimentaria (Potts et al., 2018).

### **8.10. Tipos de polinizadores**

Se identificó 20 mil especies de abejas polinizadoras, existen muchas otras especies que cumplen la misma función: polillas, moscas, avispas, escarabajos, mariposas son la mayoría (Naranjo et al., 2019).

Se piensa que hasta 200.000 especies de animales diferentes actúan como polinizadores, aunque algunas estimaciones ponen esta cifra hasta en 350.000.8 Alrededor de 1.000 son vertebrados (Breukelen et al., 2018).

#### **8.10.1. Hymenopteros**

Los himenópteros constituyen el principal grupo de insectos antofilos (Alvites, 2019). Son abejas, abejorros, hormigas y avispas, entre otros, que pertenecen a este orden. Con cerca de 200.000 especies descritas. Los hymenopteros se encuentran distribuidos por casi todo el planeta. Su modo de vida va desde especies solitarias hasta otras capaces de formar sociedades complejas (Fernández & Pujade, 2015).

Las avispas contribuyen a la polinización con un 5% de los cultivos. En cuanto a las abejas contribuyen con un 73% de polinización en los cultivos (FAO, 2014).

##### **8.10.1.1. Preferencia de plantas**

La preferencia por determinadas plantas viene condicionada por la longitud del aparato bucal pueden acceder a nectarios poco accesibles debido a su profundidad en las flores (Fernández & Pujade, 2015). Sus preferencias son las flores de colores amarillos, violetas o azules, con olores suaves, grandes cantidades de polen o néctar, nectarios escondidos en profundidad (Rosado & Ornos, 2013).

#### **8.10.2. Polinización miófila (Dípteros)**

El proceso de la polinización miófila corresponde con la polinización llevada a cabo por

dípteros (M. Sánchez, 2018). Se han descrito alrededor de 160000 especies de la orden díptera según (Rojas et al., 2018). Lo que representa como uno de las ordenes más diverso en cuanto a insectos polinizadores (Tolrá & Hjorth, 2015).

Las moscas contribuyen a la polinización con un 19% de los cultivos, ejemplo de familia Shyrphidae, polinizan cacao, mamón, manzana, pera, frutilla y cereza (FAO, 2014).

#### **8.10.2.1. Preferencia de plantas**

Se ven atraídos por flores pequeñas, de color manchado púrpura y verdoso, con néctar libre, e inodoras o con un olor cadavérico y putrefacto. Algunas de las flores que han desarrollado olores para atraer moscas (Rosado & Ornos, 2013). No todas las flores que atraen a los dípteros desprende mal olor (M. Sánchez, 2018).

#### **8.10.3. Polinización psicófilia (Lepidópteros)**

Los lepidópteros son llamados como: polillas, mariposas, palomitas, etc y las larvas se conocen como orugas, isocas, lagartas, gusanos, gatas peludas, etc. (Serra et al., 2019). Según (García et al., 2015) menciona que, el orden Lepidóptera contiene más de 150.000 especies descritas.

Las mariposas contribuyen a la polinización con el 4% de los cultivos (FAO, 2014).

#### **8.10.3.1. Preferencia de plantas**

Muestran preferencia por las flores grandes, con formas tubulares alargadas. Las mariposas diurnas son atraídas por flores erectas, de colores rojizos, rosados, malvas, que se abren durante el día y cuyos nectarios presentan marcas visuales; las polillas nocturnas, por su parte, además de encargarse de la polinización de aquellas flores que se abren desde el atardecer hasta por la mañana temprano, prefieren flores horizontales, de colores blanquecinos y con marcas olorosas (Rosado & Ornos, 2013).

#### **8.10.4. Polinización cantarofilia (Coleópteros)**

Constituyen un orden de insectos con unas 350 000 a 400 000 especies descritas aproximadamente. Incluyen algunos de los insectos más comunes y familiares, como los escarabajos peloteros y las mariquitas (P. Vargas & Zardoya, 2012). Según (Universidad Central de Venezuela, 2019), menciona que en esta importante orden también están los cocos, coquitos, escarabajos, rueda pelotas, cocuyos, picudos, luciérnagas, etc.

Los escarabajos contribuyen a la polinización con un 5% de los cultivos (FAO, 2014).

#### **8.10.4.1. Preferencia de plantas**

Son atraídos por flores de color blanco o verde blanquecino, solitarias o en racimo, con formas cóncavas, anteras y estigmas expuestos, ovarios protegidos, grandes cantidades de polen y muy olorosas (Rosado & Ormosa, 2013).

#### **8.11. Importancia de los polinizadores en la agricultura**

Los polinizadores y la polinización son vitales para la producción de alimentos y los medios de vida de los seres humanos. Se relacionan directamente con los ecosistemas y con los sistemas de producción agrícolas a nivel mundial (Sheikh, 2018).

Según la (United Nations Environment Program, 2018), la polinización por medio de los insectos polinizadores es un servicio regulador de los ecosistemas de vital importancia para la naturaleza, la agricultura y el bienestar de los seres humanos.

En promedio, las abejas silvestres contribuyen con US\$ 3.251 por hectárea a la producción mundial de cultivos. De los 115 principales cultivos globales consumidos por los seres humanos, 87 dependen, de alguna manera, de la polinización, con un valor de mercado anual de 235 - 577 mil millones de dólares USA, (Breukelen et al., 2018).

#### **8.12. Condiciones que afecta a los polinizadores**

El gradiente altitudinal es un patrón en el cual disminuye la riqueza de especies conforme hay cercanía a los polos (Contreras et al., 2009). La disminución en los valores de riqueza y diversidad de especies está relacionada también con el tipo de vegetación presente a lo largo del intervalo altitudinal (Ávila et al., 2018).

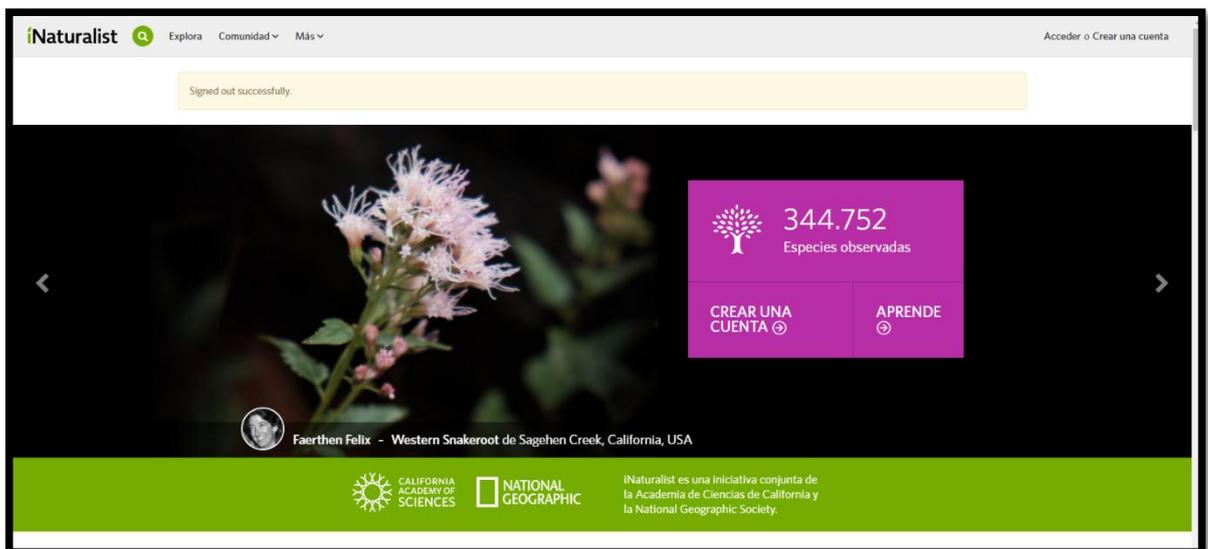
Las lluvias afectan a la abundancia y presencia de los insectos polinizadores, cuando llegan los meses de lluvia, la inmensa mayoría de insectos polinizadores desaparecen misteriosamente, debido a que al momento de ser mojadas por la lluvia se les atrofia sus mecanismos de locomoción (alas), restringiendo su movimiento; cuando se presenta las condiciones adecuadas resurgen como por arte de magia en la primavera, una minoría emigran hacia regiones más cálidas, como las mariposas y las abejas se apiñan en la colmena para escapar de la intemperie y conservar el calor, mientras que para muchos insectos adultos es sencillamente morir (Yanes, 2018).

### 8.13. Plataforma iNaturalist

Es un espacio para registrar y organizar observaciones de la naturaleza, para conocer a otros entusiastas, y para aprender sobre la naturaleza de México y el mundo. Este espacio promueve la participación de una amplia variedad de entusiastas de la naturaleza excursionistas, observadores de aves, colectores de hongos, guías turísticos, scouts, alumnos, maestros, pescadores, agricultores, biólogos, ecólogos, etc (iNaturalist, 2022).

Con *iNaturalistEC* podrás convertirte en un ciudadano científico y contribuir al desarrollo de la ciencia desde tu vida cotidiana compartiendo fotografías y/o sonidos de tus observaciones de vida silvestre, plantas, animales, hongos, o evidencias de vida que encuentres en tu entorno (iNaturalist, 2022). Una herramienta gratuita, práctica y útil para que los observadores de campo de todo el mundo puedan registrar y compartir sus observaciones o descubrimientos de plantas y animales (Griñan, 2017). Hoy más de 21 millones de datos de 215.000 Spp (Tejeda & Cerpa, 2018).

**Ilustración 2.** Página principal de la plataforma iNaturalist.



Fuente: iNaturalist, 2022.

#### 8.13.1. Historia de iNaturalist

Sus inicios se remontan a un proyecto de maestría similar a un diario virtual, donde se podía anotar observaciones de animales y plantas locales. En la actualidad iNaturalist es una plataforma de ciencia ciudadana utilizada a nivel mundial para observar, explorar y divulgar temas relacionados con la biodiversidad del Ecuador y del mundo (Caín, 2021).

**Ilustración 3.** Historia de la plataforma iNaturalist.



**Fuente:** Caín, 2021

### 8.13.2. Objetivo

Es fomentar la conciencia sobre la biodiversidad y promover la participación y exploración de los ambientes locales.

Se trata de una plataforma de ciencia ciudadana que da a conocer toda la biodiversidad del Ecuador y del mundo para crear conciencia en las personas sobre la función que cumplen las especies que habitan nuestro entorno e incentivar a la exploración de ambientes locales (Caín, 2021).

### 8.13.3. Ciencia ciudadana

La ciencia ciudadana o conocida por sus siglas CC, consiste en la participación voluntaria del público general en actividades científicas organizadas, planteando preguntas, recogiendo datos o interpretándolos (Peralta et al., 2016).

La ciencia ciudadana es una nueva forma de cultura que permite unir la participación de la sociedad con la actividad científica. iNaturalistEc nos permitirá tener información suficiente para entrar en la meta de conservación, alimentar bases de datos, hacer monitoreo y saber cómo cambia el estado de la biodiversidad (INABIO, 2019).

### 8.13.4. INABIO - iNaturalistEC

La página oficial del INABIO menciona que:

El Instituto Nacional de Biodiversidad (INABIO) lanzó este 22 de agosto con el propósito de promover la cultura de la observación, registro y divulgación de la biodiversidad en

Ecuador. El Instituto Nacional de Biodiversidad (INABIO) lanzó la plataforma iNaturalistEC, parte de la red iNaturalist, un proyecto de ciencia ciudadana y red social online de naturalistas, científicos y ciudadanos en general basada en el concepto de mapeo e intercambio de observaciones de biodiversidad a través del mundo.

iNaturalistEc promoverá en el Ecuador la cultura de la observación, registro y divulgación de la biodiversidad. Con esta plataforma se podrá conocer más acerca de las plantas, animales, hongos y otros organismos que existen en nuestro país. iNaturalistEc, que es parte de la red de iNaturalist.org, ha registrado en el Ecuador aproximadamente 182 mil observaciones representando cerca de 11500 especies, confirmando el crecimiento exponencial de la actividad que empezó a finales de 2018 con proyectos como el #RetoNaturalista2018 y el #RetoNaturalistaUrbanoTena2019 (INABIO, 2019).

#### **8.13.5. El INABIO**

El INABIO es una institución que busca generar conocimiento y desarrollar ciencia, tecnología e innovación que requiere el Estado ecuatoriano para garantizar la conservación de su patrimonio natural mediante el uso soberano, estratégico y sustentable de la biodiversidad y sus componentes para la consolidación de la sociedad del buen vivir (INABIO, 2021).

#### **8.13.6. Tecnologías y fuentes de datos que utiliza iNaturalist**

Utiliza Ruby on Rails, MySQL, jQuery, Google Maps, y Flickr. También utiliza Catalogue of Life, uBio como fuentes de información taxonómica (iNaturalist, 2022).

#### **8.13.7. Uso de la app iNaturalist**

El uso de iNaturalist es con el prototipo de una red social en donde te registras con tus datos personales y puedes formar parte de la comunidad. Al ser un miembro activo puedes organizar los datos o hallazgos que encuentres en la naturaleza, conocer a otros entusiastas de la naturaleza y aprender sobre el mundo natural. Esta plataforma permite a los usuarios, agregar nuestras observaciones y ayudar a otros miembros de la comunidad a identificar sus observaciones no identificadas (Loachamín, 2020).

Las observaciones cargadas a iNaturalist contribuyen a una base de datos de biodiversidad de código abierto de calidad de investigación que los científicos pueden utilizar para comprender y proteger mejor la naturaleza. Existen diferentes tipos de proyectos y orientación en el sitio web de iNaturalist para ayudarlo a identificar. En el sitio web de iNaturalist se puede encontrar una gran cantidad de orientación y asesoramiento sobre el

uso de iNaturalist para encuestas de biodiversidad, incluido el asesoramiento para docentes. Sitio web: [www.inaturalist.org](http://www.inaturalist.org) (Pino, 2020).

#### **8.13.8. ¿Qué es una observación?**

Una observación registra la fecha y el lugar de un encuentro con un organismo individual. Esto incluye encuentros con las señales de los organismos, como huellas, nidos o caparazones. Debes hacer observaciones separadas para cada organismo que encuentres. iNaturalist proporciona un espacio para añadir esta información junto con los textos, fotos y etiquetas asociados. iNaturalist alienta a los usuarios a registrar todos los hallazgos en la naturaleza, ya sean especies identificadas o simples descripciones narrativas. (En iNaturalist la misma lagartija puede ser descrita como la "lagartija cornuda del desierto", o como "la misteriosa lagartija del Valle de la Muerte") (iNaturalist, 2022).

#### **8.13.9. ¿Qué es un bioblitz?**

Un bioblitz es un esfuerzo para registrar tantas especies como sea posible dentro de un espacio y período de tiempo designados (iNaturalist, 2022).

#### **8.13.10. Tipos de proyectos**

Ofrece tres tipos de proyectos: Colección, Paraguas y Ajustable.

##### **8.13.10.1. Proyecto Colección**

Un proyecto Colección es, en esencia, una búsqueda de observaciones almacenada que se puede ver fácilmente y ofrece características prácticas para su divulgación, como un banner e ícono, una URL determinada por el creador y un diario que se puede usar para comunicarse con quienes están siguiendo el proyecto.

Si creas un proyecto de tipo Colección, puedes poner algunos requisitos que consideres necesarios, como por ejemplo taxon(es), lugar(es), usuario(s), fecha(s) o grado(s) de calidad (iNaturalist, 2022).

##### **8.13.10.2. Proyecto Ajustable:**

El proyecto Ajustable tiene algunas características más que los proyectos Colección, como la capacidad de usar campos de observación, listas de taxones y acceder (con permiso) a las verdaderas coordenadas de las observaciones con ubicaciones difusas o privadas. Y en los proyectos Ajustables no se limita a los filtros de búsqueda como en los proyectos Colección (iNaturalist, 2022).

### 8.13.10.3. Proyecto Paraguas

Paraguas es lo que debes utilizar. Por ejemplo, el City Nature Challenge 2018, que recopiló más de 60 proyectos, resultó en una excelente página de destino donde cualquiera podía comparar y contrastar las observaciones de cada ciudad participante. Tanto los proyectos Colección como los Ajustables se pueden usar para incluirlos en un proyecto Paraguas, y un proyecto Paraguas puede recopilar hasta 500 proyectos que tengan algo en común (iNaturalist, 2022).

### 8.13.11. Calidad de las observaciones subidas

La evaluación de la calidad de los datos es un resumen de la precisión e integridad de una observación, así como su aptitud para ser compartida a otras bases de datos con las que colaboramos. Todas las observaciones empiezan con grado "casual" y pasa a "necesitar ID" cuando la observación:

- Tiene fecha
- Tiene referencia geográfica (coordenadas lat/lon)
- Tiene una foto y/o audio
- No es de un organismo cautivo o cultivado

### 8.13.12. Nodos de iNaturalist

La página oficial de Twitter de INABIO menciona que hasta el 2020 eran 12 países los que conformaban la red global de iNaturalist.

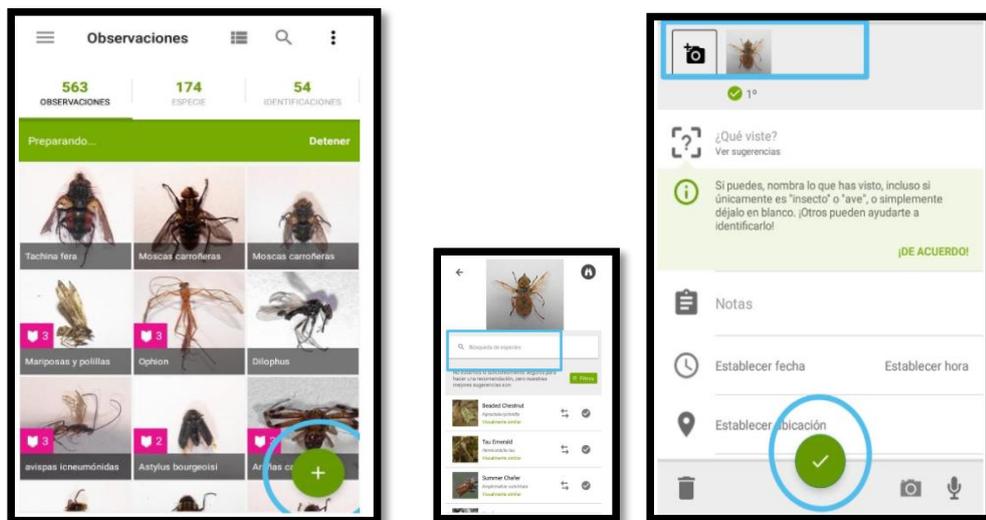
La página oficial de Natusfera menciona que la red de iNaturalist está formada hasta el año 2021 por los países:

- |                               |                                |
|-------------------------------|--------------------------------|
| • Ecuador iNaturalistEC       | • Luxembourg iNaturalistLU     |
| • Chile iNaturalistCL         | • Finlandia iNaturalistFi      |
| • Colombia Naturalista        | • Sweden iNaturalist. Se       |
| • Argentina ArgentiNat        | • United Kingdom iNaturalistUK |
| • Costa Rica iNaturalistCR    | • Portugal BioDiversity4All    |
| • Israel iNaturalistil        | • Guatemala iNaturalistGT      |
| • Panamá iNaturalistPa        | • Uruguay NaturalistaUY        |
| • Australia iNaturalistAU     | • México naturalista           |
| • Nueva Zelanda iNaturalistNZ | • Canadá iNaturalist.ca        |
| • Greece iNaturalistGR        |                                |

### 8.13.13. Cómo hacer una observación con el smartphone

- Pulse observar.
- Añade una o varias fotos como prueba.
- Elige lo que has visto.
- Dónde lo viste debería añadirse automáticamente. Si no es así, comprueba la privacidad en la aplicación de configuración.
- Guarda tu observación.
- Sube la imagen para compartirla con la comunidad. Esto debería ocurrir automáticamente. Si no es así, pulsa el botón Subir. Puedes desactivar la subida automática desde los ajustes de la aplicación en la pestaña "Yo".
- Vuelve a comprobar la actividad de tu observación en la comunidad o recibe una notificación por correo electrónico en la dirección que aparece en la configuración de tu cuenta (iNaturalist, 2022).

**Ilustración 4.** Pasos para realizar una observación desde el smartphone.



Elaborado: Yupa, 2022

### 8.13.14. Como hacer una observación desde la web

- Comienza haciendo clic en el botón verde de carga de la cabecera cuando estés conectado.
- Desde la página de carga, comience arrastrando una o más fotos. También puede utilizar el botón "Añadir" de la parte superior izquierda para crear fichas de observación sin fotos o el menú más opciones de importación.
- Elija lo que ha visto entre las sugerencias o buscando un nombre. Utiliza la barra lateral para indicarnos si el organismo que observaste era cautivo o cultivado.

- Utilice el calendario para introducir cuándo observó el organismo
- Escriba una dirección y seleccione entre los lugares ofrecidos para calcular las coordenadas y un círculo de precisión que describa dónde estuvo.
- Envía tu observación.
- Vuelve a comprobar las actualizaciones de tus observaciones por parte de la comunidad o recibe una notificación por correo electrónico en la dirección que aparece en la configuración de tu cuenta (iNaturalist, 2022).

### 8.13.15. Como funciona la app iNaturalist

La página oficial de iNaturalist menciona:

Si una observación satisface un conjunto de criterios técnicos específicos, es decir, tener una fecha, coordenadas geográficas, fotos o sonidos, y no ser un organismo cautivo o cultivado, esta observación se considera verificable y se etiqueta como necesita identificación; de lo contrario, se llama Casual (Hochmair et al., 2020).

**Ilustración 5.** Como funciona la app iNaturalist.



**Fuente:** iNaturalist, 2022.

### 8.13.16. Algoritmo

El algoritmo es para todos los taxones identificados y los taxones que los contienen. Por ejemplo, el género *Homo* contiene *Homo sapiens*, puntúe cada uno como la relación entre el número de acuerdos identificaciones acumuladas para ese taxón sobre la suma de las identificaciones acumuladas o en desacuerdos, con el número de ID que son completamente diferentes, es decir, ID de taxones que no contienen el taxón que se califica, y desacuerdos de antepasados, y el número de ID más conservadores que no están de

acuerdo con el taxón más fino. Para los taxones identificados que tienen una puntuación superior a 2/3 y al menos 2 identificaciones, elija el taxón clasificado más bajo.

**Ilustración 6.** Resumen del algoritmo.

Taxón	Recuento de identificación	Recuento acumulativo	Recuento de desacuerdos	Desacuerdos de antepasados	Puntaje
Vida	0	2	0	0	$2 / (2 + 0 + 0) = 1$
(Reino) de los animales (Animalia)( )	0	2	0	0	$2 / (2 + 0 + 0) = 1$
Artrópodos (Phylum Arthropoda)	0	2	0	0	$2 / (2 + 0 + 0) = 1$
Quelicerados (Subfilo Chelicerata)	0	2	0	0	$2 / (2 + 0 + 0) = 1$
Arácnidos (Clase Arachnida)	0	2	0	0	$2 / (2 + 0 + 0) = 1$
Arañas (Orden Araneae)	0	2	0	0	$2 / (2 + 0 + 0) = 1$
Arañas Típicas (Suborden Araneomorphae)	0	2	0	0	$2 / (2 + 0 + 0) = 1$
Arañas Entelegyne (Infraorden Entelegynae)	0	2	0	0	$2 / (2 + 0 + 0) = 1$
Arañas Cangrejo y Cangrejo Corredor (Superfamilia Thomisoidea)	0	2	0	0	$2 / (2 + 0 + 0) = 1$
Arañas Cangrejo (Familia Thomisidae)	2	2	0	0	$2 / (2 + 0 + 0) = 1$

Fuente: iNaturalist, 2022.

### 8.13.17. Categorías de las observaciones

Las observaciones tienen diferentes categorías, de acuerdo a su nivel de identificación y si es un organismo nativo, cultivado o criado en cautiverio:

#### 8.13.17.1. Desconocido

La observación no tiene indicado ningún tipo de identificación, ya que ni el observador ni la comunidad de iNaturalist ha indicado alguna.

#### 8.13.17.2. Necesita identificación

La observación tiene al menos una identificación, ya sea del observador o la comunidad, pero aún no se ha validado por al menos dos usuarios.

#### 8.13.17.3. Grado de investigación

La observación tiene dos o más identificaciones coincidentes. Estos datos son publicados en el portal de la Global Biodiversity Information Facility, en el conjunto de datos compartidos por iNaturalist.

#### 8.13.17.4. Casual

Corresponde a observaciones que, por un lado, son los organismos cultivados o en cautiverio. Además, se consideran casuales las observaciones que carecen de fecha o de ubicación.

## **8.14. Colecta preservación de insectos**

### **8.14.1. Método de colecta directa**

Es aquella en la que el colector busca de manera activa a los organismos en su ambiente, en los sitios donde éstos se distribuyen. Esta estrategia es utilizada ampliamente por la mayoría de los colectores, quienes se apoyan de herramientas e instrumentos que varían según el sustrato o sitio de búsqueda (Márquez, 2005).

### **8.14.2. Método de colecta indirecta**

Es aquella en la que se colectan organismos utilizando algún tipo de atrayente y que no implica búsqueda directa en los sustratos donde éstos habitan. Comúnmente este tipo de colecta utiliza trampas con distintos tipos de atrayentes e incluso existen trampas sin atrayente que se consideran como colecta indirecta porque no se buscan activamente a los organismos (Márquez, 2005).

Las trampas de bandeja que consisten en bandejas de colores llenas de agua. y un aditivo (jabón) para ayudar a romper la tensión superficial son el tipo más común de trampas de colores y el amarillo ha sido el color más utilizado porque atrae una diversidad de insectos (Leong y Thorp 1999).

Campbell y Hanula (2007) utilizaron el método de colecta indirecta en su investigación, estaban interesados en desarrollar un procedimiento de muestreo simple y efectivo para evaluar la abundancia relativa y la riqueza de especies de polinizadores. Utilizaron trampas cromáticas (platos de plástico) de colores amarillo, azul, rojo y blanco. Llenas aproximadamente con tres cuartas partes de agua, agregaron varias gotas de detergente sin olor. Las trampas de bandeja se mantuvieron a 0,5 m sobre el suelo. Estos investigadores notaron que ciertos insectos no cayeron en las trampas ya que ciertas flores se encontraban debajo de la altura a la que se colocó las trampas, por lo que estos insectos tienen menos probabilidades de ser capturados.

### **8.14.3. Preservación de las muestras.**

La técnica de conservación en un medio líquido se hace por lo general en alcohol 70-80% dependiendo del grupo que se trate. Para evitar que los ejemplares se estropeen cuando usamos medios de colecta como lo es agua con jabón u otros, se deben pasar lo más pronto posible al alcohol a 70%, ya que se pueden descomponer o se fijan tanto los músculos que puede dificultarse su disección o aclarado (A. Vargas, 2014).

#### 8.14.4. Montaje

Para el caso de los animales que se conservan en seco, se pinchan con un alfiler por la parte dorsal. Se debe cuidar que el eje horizontal de animal quede lo más perpendicular con respecto al alfiler. Las patas y las antenas se colocan de forma simétrica y recogidas junto al cuerpo para evitar que se rompan al manejar el ejemplar. Colocación de las trampas (Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, 2004).

#### 8.15. Índice de Dominancia de Simpson

El índice de Simpson es un índice de dominancia más que de diversidad y representa la probabilidad de que dos individuos escogidos al azar pertenezcan a la misma especie (López et al., 2017).

**Ilustración 7.** Fórmula del índice de Dominancia de Simpson

$$\lambda = \sum_{i=1}^S p_i^2$$

**Fuente:** Valdivia, 2017.

##### 8.15.1. Interpretación de resultados del índice de Dominancia de Simpson

Ñique (2010) menciona que se debe tomar en cuenta que el valor mínimo para este índice es 0 y el más alto es 1.

Cuando el valor esta cercano a 1 o es 1 significa que la dominancia es muy alta.

Cuando el valor esta cercano a 0 significa que la dominancia es muy baja.

#### 8.16. Índice de Shannon-Wiener

Este índice representa la relación entre la riqueza de especies y la abundancia relativa de individuos (Sgarlatta, 2015).

**Ilustración 8.** Fórmula del índice de Shannon-Wiener.

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

**Fuente:** Fernández, 2014.

pi: es la abundancia relativa de la especie

$i$ :  $n_i/N$ ;  $n_i$  es el número de individuos de la especie  $i$  y  $N$  es el número total de especies.

### 8.16.1. Rangos y significados de interpretación del índice de Shannon-Wiener

**Tabla 5.** Escala de Rangos y significado del índice de Shannon-Wiener.

<b>RANGOS Y SIGNIFICADOS</b>		
Diversidad baja	Diversidad media	Diversidad alta
0 – 1,5	1,6 – 3,4	>3,5

Fuente: Marrugán, 1989.

## CAPITULO III

### 9. PREGUNTA CIENTÍFICA

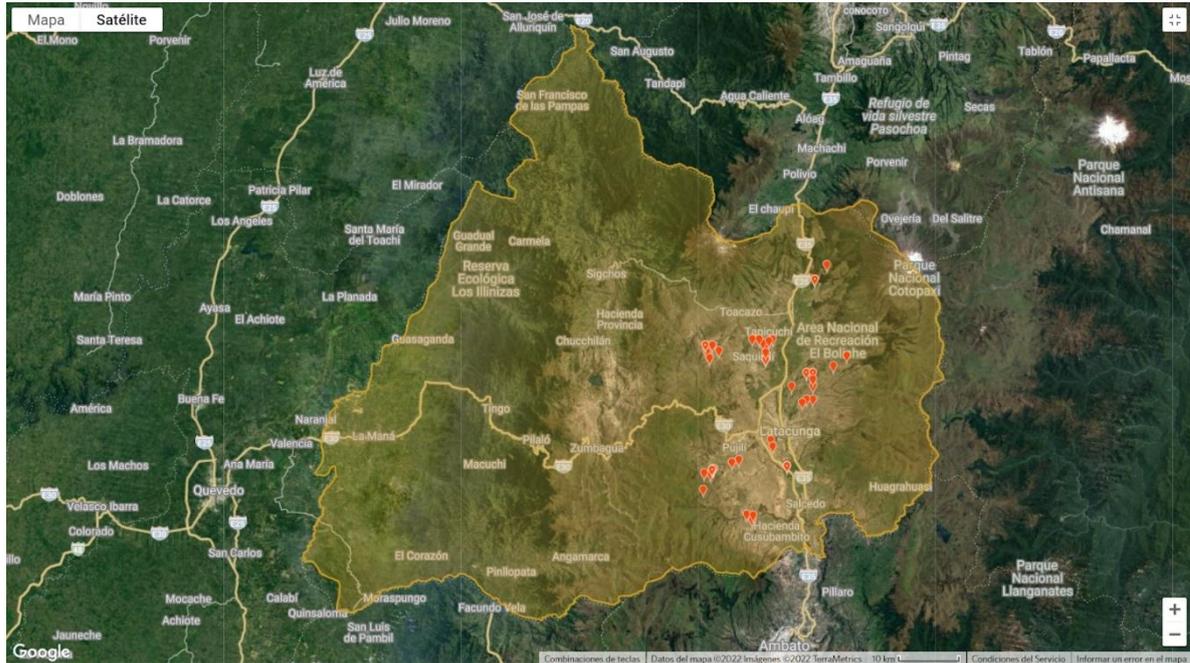
¿Se podrá determinar la abundancia y diversidad de polinizadores en el cultivo de chocho e identificar la taxonomía de los insectos en iNaturalist?

### 10. METODOLOGÍA

#### 10.1. Ubicación del Área de Estudio

La investigación se desarrolló en 5 parroquias pertenecientes a la provincia de Cotopaxi (Aláquez, Cochapamba, Cusubamba, Guaytacama y Pujilí).

La investigación tuvo una duración de 30 días de trabajo en el campo y 60 días en laboratorio. Tiempo en el cual se identificó a los insectos polinizadores en el cultivo de *Lupinus mutabilis* Sweet usando la app iNaturalist, basada en la utilización de pesticidas para la producción.

**Ilustración 9.** Mapa de Geo-referenciación del área de estudio.

Fuente: iNaturalist, 2021.

**Tabla 6.** Coordenadas Georreferenciales de las áreas en estudio.

Coordenadas Georreferenciales de las áreas en estudio							
Parroquia	Sectores	Temperatura	Altitud (m.s.n.m)	Precipitación	Camp	Lalitud	Longitud
Aláquez	Aláquez	12	3044,3	8,67mm	1	-0.88	-78.58
					2	-0.83	-78.53
					3	-0.84	-78.53
Cochapamba	Ninin-Cachipata	10	3335,8	8,9mm	1	-0.82	-78.73
					2	-0.82	-78.73
					3	-0.81	-78.73
Cusubamba	Carrillo	11	3032,6	7,88mm	1	-1.06	-78.67
					2	-1.06	-78.67
					3	-1.06	-78.67
Guaytacama	Guaytacama	11	2948,1	7,68mm	1	-0.81	-78.65
					2	-0.81	-78.65
					3	-0.81	-78.66
Pujilí	Cuturivi	11	3503	10,2mm	1	-1.01	-78.73
					2	-1.00	-78.74
					3	-1.00	-78.74

Elaborado por: Yupa, 2021.

## 10.2. Tipo de investigación

### 10.2.1. Descriptiva

La investigación es de carácter descriptiva porque se seleccionan una serie de cuestiones, conceptos o variables y se mide cada una de ellas independientemente de las otras. Este estudio buscó especificar las propiedades importantes de grupos o comunidades e

identificar las potencialidades del insecto polinizador en el chocho, obteniendo su taxonomía (Cazau, 2018).

#### **10.2.2. No experimental**

Es no experimental ya que los datos se obtuvieron directamente de los lugares de estudio sin tener control sobre las variables, solo se observó los fenómenos tal y como ocurren naturalmente, sin intervenir en su desarrollo (Neill & Cortez, 2018).

#### **10.2.3. Cualitativa-cuantitativa**

Es cuantitativa ya que recopila y analiza datos, incluyendo el conteo de insectos capturados, lo que implica también el uso de herramientas informáticas, estadísticas y matemáticas para obtener resultados y cualitativa ya que se recoge descripciones a través de la aplicación de técnicas e instrumentos como la observación, a fin de determinar las características de los insectos obteniendo la taxonomía (Neill & Cortez, 2018).

### **10.3. Método de investigación**

#### **10.3.1. De campo**

La investigación es de campo, ya que la recolección de insectos se hizo directamente en las parroquias donde se estableció el experimento, lo cual permitirá conocer la identificación taxonómica de los especímenes de los lugares de objeto de estudio.

#### **10.3.2. De laboratorio**

La investigación recae en la fase de laboratorio ya que se realizó en un ambiente controlado (de tipo laboratorio) donde se morfoespecieron, secaron, montaron y fotografiaron los insectos para la identificación mediante la app iNaturalist.

### **10.4. Técnicas de investigación**

#### **10.4.1. Investigación bibliográfica**

Recae en la investigación debido a que es una técnica cualitativa que permite explorar todo aquello que se haya escrito sobre los insectos que son considerados como polinizadores directos e indirectos, lo que sirvió de base para en contexto del marco teórico y el análisis de los resultados obtenidos.

#### **10.4.2. Análisis estadístico**

Con los datos obtenidos de la investigación, se procedió a la tabulación y al análisis de estadístico, con ayuda del programa Infostat.

## 10.5. Materiales y equipos

**Tabla 7.** Materiales y equipos que se utilizaron en la investigación.

<b>Materiales</b>	<b>Equipos</b>
Vaso Urintainer	Cámara fotográfica
Vasos para muestra de orina	Lentes de aumento
Cernidor	Laptop
Alcohol al 70%	Celular
Cinta scotch	Linterna
Pinzas entomológicas	
Plato hondo	
Gotero	
Eppendorf	
Lápiz	
Papel	
Tijera	
Silicona líquida	
Planchas de espumaflex	
Cartulinas	
Goma	
Agujas entomológicas	

## 10.6. Manejo específico del experimento

### 10.6.1. Fase de campo

#### 10.6.1.1. Identificación del área de estudio.

La investigación se desarrolló en 5 parroquias pertenecientes a la provincia de Cotopaxi (Aláquez, Cochapamba, Cusubamba, Guaytacama y Pujilí).

Se hizo una visita a las áreas de estudio para poder observar el porcentaje de floración que poseían los cultivos de chocho para determinar el tiempo preciso de la colocación de las trampas.

Los agricultores únicamente utilizaron ingredientes activos como: Profenofos, Thiamethoxan y lambda-cyhalothrin, Spinosad y Abamectina en la época de floración acompañado de limpieza de arvenses de forma manual.

#### 10.6.1.2. Colocación de las trampas.

Se colocó 1 trampa de plato de color amarillo por cada 1000 metros cuadrados, cuando el cultivo se presentaba un 50% de floración. En la trampa se agregó 250 ml de agua y 5ml de jabón líquido neutro. Las trampas de platos se colocaron a la altura de la floración de la planta. Estas se mantuvieron sobre el suelo con 3 palos y 3 ligas amarradas al plato. Las trampas se retiraron después de 72 horas (3 días).

### **10.6.1.3. Procesamiento de las muestras**

Se procedió a vaciar los platos con especímenes capturados en las trampas de cada punto de muestreo en un colador. Posteriormente las muestras fueron colocadas en vasos Urintainer previamente llenos hasta la mitad con alcohol al 70%.

### **10.6.1.4. Etiquetado de las muestras**

A cada muestra se le asignó un código en donde lleva el nombre del sitio de recolección, número de trampa, nombre del agricultor y fecha de recolección.

### **10.6.1.5. Transporte y almacenamiento de las muestras**

Finalmente, las muestras fueron transportadas al laboratorio, donde fueron almacenadas en un cartón, para posterior manejo de clasificación y preservación de las muestras.

## **10.6.2. Fase de laboratorio**

### **10.6.2.1. Morfo Especiación**

Se realizó 3 revisiones en cada muestra. En la primera revisión se separó con ayuda de una pinza entomológica los insectos más grandes. Se agrupó los insectos de acuerdo con sus órdenes y/o familias, contabilizándolos y almacenándolos en eppendorfs con alcohol al 70% debidamente etiquetados con el código del campo. En la segunda revisión se unieron las trampas que tenían el mismo código en un solo grupo de vasos Urintainer unidos con ayuda de una cinta adhesiva. En la tercera revisión se agrupó los insectos más pequeños según características fenotípicas.

### **10.6.2.2. Elaboración de caja de luz para fotografías**

Se elaboró una caja de luz con dimensiones 210 x 297 mm con 4 espumaflex forradas con cartulinas blancas y pegadas con silicona para la toma de fotografías con la finalidad de proporcionar difusión de luz y un fondo uniforme.

### **10.6.2.3. Secado**

Con pinzas entomológicas se abrieron cada una de sus partes. Las alas se colocaron en un ángulo recto con el eje del cuerpo, el primer par de patas se dirigió hacia adelante y las otras dos hacia atrás y las antenas se las posicionó hacia atrás. Los insectos se secaron a la sombra por 30 minutos.

### **10.6.2.4. Montaje**

Fue preciso disponer de alfileres entomológicos cabezas de cobre, acero inoxidable, 40 x 0,38mm. El alfiler se lo introdujo en forma vertical, en un ángulo superior del élitro derecho este debe salir por la parte ventral entre el primer y segundo par de patas del insecto, fue

necesario llevar a cabo la extensión de las alas y las patas para su mejor enfoque. Este procedimiento se realizó lo más pronto posible después de haberlos secado para evitar resecamientos y pérdidas/daños de sus partes.

#### **10.6.2.5. Toma de Fotografías**

De cada insecto se tomó 6 fotografías, 5 ángulos fotográficos (frontal, dorsal, ventral, lateral, y de su ala). Para insectos de tamaño pequeño los cuales se dificultó montarlos, se tomó 4 fotografías, 2 con la cámara y 2 con el celular, en ángulos laterales. Para los ángulos dorsal y ventral se utilizó una cámara fotográfica de Marca Sony, modelo DSC-WX500 en modo auto. inteligente para identificar automáticamente las características de la foto, con un ISO de 80, de 18.2 megapíxeles, el tamaño de foto es de 4:3, con una resolución de 4896 x 3672, las fotografías se tomaron desde las 8h00 am hasta las 5h00 pm con presencia de sol y flash activado. Para los ángulos restantes y su ala se utilizó la cámara de un celular de marca Xiaomi serie redmi note 9 pro con un ISO de 108, de resolución 2.592x1.166, de 3 megapíxeles, el tamaño de la foto es de 6.67", se activó la opción macro de 1.94 mm con flash activado e incorporando un lente macro de 15x de marca XENVO. Las fotografías tomadas con la cámara Sony presentaron una sombra en la parte central inferior debido al flash, se utilizó el editor playmemories home para reducir la sombra, recortar la fotografía y mejorar la visibilidad de la foto. Las fotografías fueron descargadas en una computadora portátil organizadas por carpetas de acuerdo con su código (según el campo).

#### **10.6.2.6. Cargar las fotografías a la app iNaturalist**

En la aplicación iNaturalist se creó un proyecto llamado INPO-CHOCHO (<https://www.inaturalist.org/projects/inpo-chocho-insectos-polinizadores-del-chocho>) donde se cargaron todos los insectos fotografiados. Al cargar las fotografías se seleccionaron 6 archivos fotográficos para los insectos más grandes y 4 para los de tamaño pequeño o para los insectos que no se lograron montar por su dificultad al manipularlos. Se seleccionó la fecha del día en que se retiraron las trampas colocando la ubicación de donde procede cada muestra. Adicionalmente se añadieron variables como altitud, nombre del agricultor, etapa de vida, vivo/muerto y evidencia de presencia. Se seleccionó la primera opción que nos sugirió la aplicación como identificación del insecto. En notas se informó que el insecto procede de un campo con tratamiento químico.

### 10.6.2.7. Etiquetas

Una vez cargadas las fotografías a la aplicación, iNaturalist asoció los principales identificadores para cada espécimen. iNaturalist proporcionó 10 identificadores (usuarios) de manera predeterminada. Se seleccionó al menos 5 identificadores usando el recurso de etiquetas en los comentarios de cada registro para que el algoritmo que usó iNaturalist sea más confiable y así obtuvimos un taxón comunitario del insecto que representó el taxón que la comunidad iNaturalist creyó que representa la observación. Se esperó 2 meses para poder obtener los resultados taxonómicos de iNaturalist.

### 10.6.2.8. Revisión bibliográfica

Una vez obtenido el taxón comunitario se procedió a revisar la literatura para conocer el grupo funcional al que pertenece el insecto.

## 10.7. Índices de Shannon y Simpson

### 10.7.1. Diversidad

Esta variable, se evaluó considerando la riqueza obtenida de la clasificación taxonómica mediante la app iNaturalist, de la cual se hizo mayor énfasis los insectos que llegaron a nivel de género para identificar a los polinizadores, complementándose con el cálculo de índice de diversidad de Shannon-Wiener.

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

El procedimiento para el cálculo de este índice consistió en agrupar el número de individuos por género en cada parroquia. Posteriormente se calculó el índice de diversidad comparando los valores obtenidos con los rangos de Magurran (1989).

RANGOS Y SIGNIFICADOS		
Diversidad baja	Diversidad media	Diversidad alta
0 – 1.5	1.6 – 3.4	>3.5

### 10.7.2. La dominancia

Se registró tomando en cuenta la representatividad de las especies con mayor número, utilizando la fórmula de Valdivia (2017).

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

Para conocer si posee diversidad baja o alta, se comparó el valor obtenido en los sectores con los valores que propone Ñique (2010). Los valores que más se aproximen al valor 1 o lleguen a 1 tendrán una dominancia alta, por el contrario, los que se aproximen al valor 0 tendrán dominancia baja.

### **10.8. Análisis estadístico**

Para el análisis estadístico de los datos se utilizó el programa estadístico Infostat. Se realizó un análisis multivariado (análisis de componente principales y conglomerados).

## **11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.**

### **11.1. Caracterizar la taxonomía de los insectos recolectados, en los campos químicos de chocho, mediante el uso de la aplicación iNaturalist.**

Se analizaron 15 trampas cromáticas (platos amarillos) recolectadas en 5 parroquias de campos de chocho manejados químicamente, en las que se obtuvieron 1662 ejemplares, de los cuales 643 son insectos polinizadores.

Con la aplicación iNaturalist se determinó 18 especímenes a nivel de género, pertenecientes a 13 familias, de 4 órdenes.

Las flores del *Lupinus mutabilis* Sweet son visitadas por un gran número de insectos, pero *Astylus bourgeoisi* resultó ser el insecto más abundante durante todo el periodo de floración con 282 individuos, seguido del género *Dilophus* con 225 individuos y del género *Apis* con 38 individuos.

En el cuadro 8 se encuentran los nombres de los insectos recolectados en las 5 parroquias e identificadas a través de la aplicación iNaturalist y clasificadas de acuerdo a su grupo funcional.

**Tabla 8.** Lista de insectos recolectados durante el período de floración del cultivo de chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet), Cotopaxi 2021.

Orden	Familia	Sub género/Género	Especie	Link foto	Rol funcional
<b>Coleóptera</b>	Melyridae	<i>Astylus</i>	<i>Astylus bourgeoisi</i>	<a href="https://www.inaturalist.org/observations/101998528">https://www.inaturalist.org/observations/101998528</a>	Polinizador directo
<b>Díptera</b>	Syrphidae	<i>Eristalis</i>	<i>Eristalis bogotensis</i>	<a href="https://www.inaturalist.org/observations/101152901">https://www.inaturalist.org/observations/101152901</a>	Polinizador directo
			<i>Eristalis ténax</i>	<a href="https://www.inaturalist.org/observations/101275149">https://www.inaturalist.org/observations/101275149</a>	Polinizador directo
		<i>Platycheirus</i>	NA	<a href="https://www.inaturalist.org/observations/101154868">https://www.inaturalist.org/observations/101154868</a>	Polinizador directo
		<i>Toxomerus</i>	NA	<a href="https://www.inaturalist.org/observations/101488515">https://www.inaturalist.org/observations/101488515</a>	Polinizador directo
	Calliphoridae	<i>Cynomya</i>	<i>Cynomya cadaverina</i>	<a href="https://www.inaturalist.org/observations/101229910">https://www.inaturalist.org/observations/101229910</a>	Polinizador directo
		<i>Chrysomya</i>	NA	<a href="https://www.inaturalist.org/observations/101319170">https://www.inaturalist.org/observations/101319170</a>	Polinizador directo
	Stratiomyidae	<i>Hedriodiscus</i>	NA	<a href="https://www.inaturalist.org/observations/101971387">https://www.inaturalist.org/observations/101971387</a>	Polinizador indirecto
	Tachinidae	<i>Tachina</i>	NA	<a href="https://www.inaturalist.org/observations/101253612">https://www.inaturalist.org/observations/101253612</a>	Polinizador directo
	Bibionidae	<i>Dilophus</i>	NA	<a href="https://www.inaturalist.org/observations/101874150">https://www.inaturalist.org/observations/101874150</a>	Polinizador directo
	Tipulidae	<i>Tipula</i>	NA	<a href="https://www.inaturalist.org/observations/101972533">https://www.inaturalist.org/observations/101972533</a>	Polinizador directo
		<i>Nephrotoma</i>	NA	<a href="https://www.inaturalist.org/observations/101998583">https://www.inaturalist.org/observations/101998583</a>	Polinizador directo
<b>Hymenoptera</b>	Apidae	<i>Apis</i>	<i>Apis mellifera</i>	<a href="https://www.inaturalist.org/observations/101269797">https://www.inaturalist.org/observations/101269797</a>	Polinizador directo
		<i>Megachile</i>	NA	<a href="https://www.inaturalist.org/observations/101970938">https://www.inaturalist.org/observations/101970938</a>	Polinizador directo
	Halictidae	<i>Caenohalictus</i>	NA	<a href="https://www.inaturalist.org/observations/101366640">https://www.inaturalist.org/observations/101366640</a>	Polinizador
	Formicidae	<i>Pheidole</i>	NA	<a href="https://www.inaturalist.org/observations/101950675">https://www.inaturalist.org/observations/101950675</a>	Depredador
<b>Lepidóptera</b>	Noctuidae	<i>Mythimna</i>	<i>Mythimna unipuncta</i>	<a href="https://www.inaturalist.org/observations/101872080">https://www.inaturalist.org/observations/101872080</a>	Polinizador directo
	Pyralidae	<i>Eulogia</i>	NA	<a href="https://www.inaturalist.org/observations/101966855">https://www.inaturalist.org/observations/101966855</a>	Plaga
	Hesperiidae	<i>Lon</i>	<i>Lon taxiles</i>	<a href="https://www.inaturalist.org/observations/101964219">https://www.inaturalist.org/observations/101964219</a>	Polinizador directo

## 11.2. Revisión bibliográfica de los insectos polinizadores

### Orden coleóptera

#### Familia Melyridae

En este estudio, fue el género con mayor abundancia capturado en las trampas, se encontraron 282 individuos del género *Astylus*, y se registró en los 5 sectores de estudio.

Es fitófago y polinizador generalista. Come polen y lo transporta en su cuerpo cuando busca su alimento (Monzón et al., 2020).

### ORDEN DÍPTERA

#### Familia Syrphidae

En este estudio se encontró 25 individuos género *Eristalis* se registró en los 5 sectores, 2 individuos del género *Platycheirus* solo se resgitró en Aláquez y 6 individuos del género *Toxomerus* se registró en la parroquia de Pujilí.

El género *Eristalis* es uno de los grupos mejor adaptados para la alimentación a base de polen, obteniendo prácticamente todos sus requerimientos nutricionales a partir de flores. Se consideran, a menudo, rivales en importancia como polinizadores frente a las abejas en determinados hábitats o cultivos (Hurtado, 2013). El género *Platycheirus* visita una gran variedad de plantas, tanto nativas como exóticas y frutales (Monzón et al., 2020). *Toxomerus*, luego de las abejas, son los polinizadores que les siguen en importancia. Su eficiencia polinizadora es limitada debido a su menor grado de pilosidad corporal para retener polen la cual debe ser compensada incrementando la frecuencia de visitas a las flores (Carvajal, 2018).

#### Familia Calliphoridae

En esta familia se encontró un total de 30 individuos del género *Cynomya* y 11 individuos del género *Chrysomya* se registró en los 5 sectores.

Los *Cynomya* y *Chrysomya* los adultos son altamente polinizadores de flores. Son utilizados en agricultura para mejorar la polinización, un excelente insecto polinizador de cultivos que se utiliza para la obtención de semilla para siembra (Sánchez & Arias, 2020).

### **Familia Stratiomyidae**

En esta familia se encontró 4 individuos del género *Hedriodiscus* en las parroquias de Aláquez y Guaytacama.

Los Stratiomyidae los adultos se alimentan del polen y el néctar de las plantas (Lara, 2017). Stratiomyidae prestadoras de servicios ecosistémicos de: control biológico de plagas, polinización de cultivos (Lillo, 2020).

### **Familia Tachinidae**

En esta familia se encontró 14 individuos del género *Tachina*, no se registró en la parroquia de Pujilí.

Los adultos se alimentan en las flores y de la mielecilla producida por pulgones y escamas. Como son visitantes florales, pueden ser importantes polinizadores (Nájera & Souza, 2010). Controladores biológicos de plagas (Universidad del valle, 2018)

### **Familia Bibionidae**

En esta familia se encontraron 225 individuos de la familia Bibionidae, se registró en los 5 sectores en estudio.

Las larvas pueden ser perjudiciales al ser gregarias y vivir en el suelo y en sus últimos estadios suelen alimentarse mordisqueando las raíces de las plantas, por lo que a veces pueden ser perjudiciales cuando se producen concentraciones elevadas. En cambio, los adultos se alimentan del néctar y contribuyen a la polinización cruzada siendo de utilidad en el cultivo de chocho (Syngenta, 2016).

## **Orden hymenoptera**

### **Familia Apidae**

Se encontró 38 individuos del género *Apis* se registró en los 5 sectores, 1 individuo del género *Megachile* se registró en la parroquia de Guaytacama.

Un tercio de los alimentos que consumimos está disponible gracias a la polinización, y aproximadamente la mitad de los animales que polinizan las plantas tropicales son abejas, que con sus visitas frecuentes a las flores se convierten en polinizadores eficientes, a diferencia de otros animales, que solo las visitan ocasionalmente. La visita a las flores en

busca de néctar y polen tiene como consecuencia la polinización de un gran número de plantas de interés para otros organismos (Parra, 2005). El género *Megachile* se considera un importante polinizador de ecosistemas naturales y agrícolas, polinizando especies entre la flora que visita pueden mencionarse las de las familias Fabaceae, Myrtaceae, Alstroemeriaceae, Eucryphiaceae, Loranthaceae, Onagraceae y Rosaceae (Monzón et al., 2020).

### **Familia Halictidae**

En la familia Halictidae se encontró 3 individuos del género *Caenohalictus*, solo se registró en la parroquia de Aláquez.

Las crías se alimentan exclusivamente de polen y néctar; por eso las abejas halíctidas son importantes polinizadores. La mayoría colecciona polen de diversas especies de flores (iNaturalist, 2022).

### **Orden lepidóptera**

#### **Familia Noctuidae**

Se encontró 1 individuo del género *Mythimna* en la parroquia de Cochapamba-Ninin Cachipata

Los adultos se alimentan del néctar de diversas flores y a veces, de otros alimentos dulces, como frutas maduras y en descomposición (SENASICA, 1960).

#### **Familia Hesperidae**

Se encontró 1 individuo del género *Lon* en la parroquia de Cochapamba-Ninin Cachipata

Son las principales polinizadoras, que, aunque no sean tan abundantes como las abejas melíferas y las moscas, se han caracterizado por esparcir el polen a mayores distancias que los demás grupos de insectos (Forero, 2019).

**Discusión:** En monocultivos de chocho químico, se encontró 1 depredador perteneciente a la familia Formicidae y 1 plaga perteneciente a la familia Pyralidae. Jiménez et al., (2004) Menciona que los monocultivos, ocasionan mayor incidencia de plagas que obliga a los agricultores al uso de insecticidas químicos sintéticos, como la principal alternativa para el manejo de plagas. Esta forma de manejo de las plagas ha tenido sus beneficios a corto

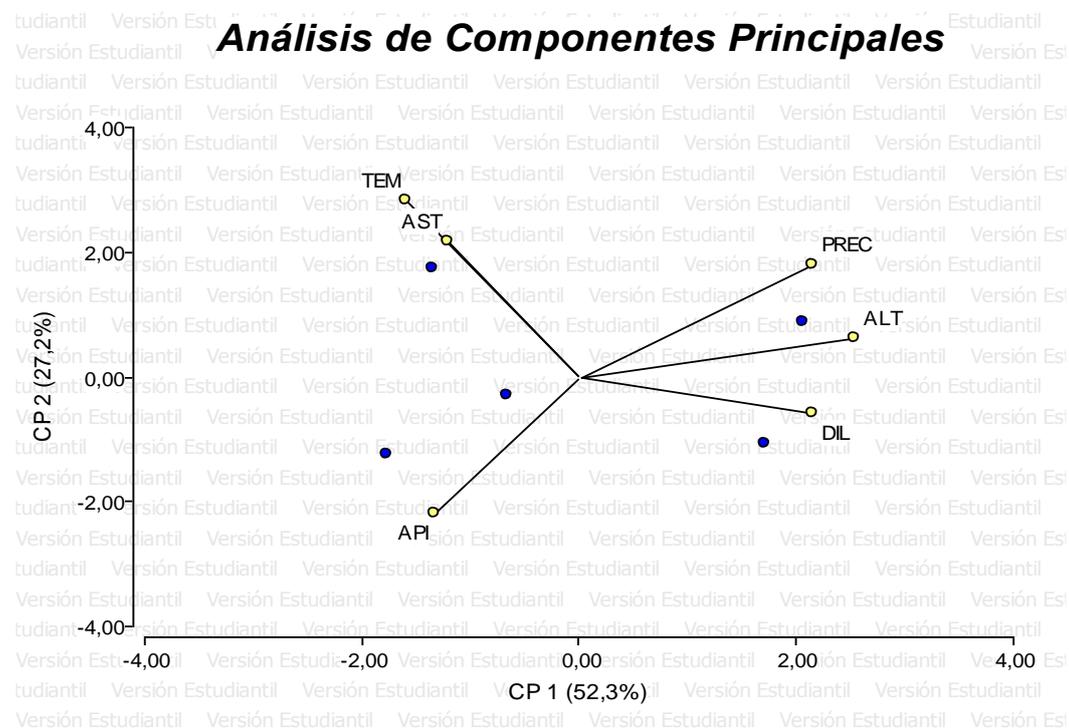
plazo en el aumento de los rendimientos, pero a largo plazo ha ocasionado el deterioro de los agro ecosistemas. En estudio realizados (Heiblum, 2019), por mencionan que las abejas son insectos polinizadores extremadamente eficientes, permite la reproducción sexual de plantas y la formación de frutos y semillas. En el sector agrícola mundial, la polinización por insectos tiene un valor anual estimado entre 235 y 577 mil millones de dólares, aunque en este estudio el género *Astylus bourgeois*, tuvo mayor dominancia en la polinización del cultivo de chocho registrado en los sectores, seguido del género *Dilophus*. El uso de plaguicidas se considera como una de las mayores amenazas para la conservación de la biodiversidad en los ambientes agrarios; concretamente, los insectos polinizadores son muy susceptibles a la acción de ciertos compuestos fitosanitarios (Botías & Sánchez, 2018).

### 11.3. Determinar la existencia de una relación entre temperatura, precipitación y altitud con la abundancia de insectos en el sistema de producción de chocho químico.

#### Análisis multivariado

#### Componentes principales

**Gráfico 1.** Biplot del análisis de Componentes Principales.



<b>Leyenda</b>	
TEM	Temperatura
PREC	Precipitación
ALT	Altitud
DIL	Dilophus
AST	Astylus
API	Apis

<b>LEYENDA</b>	
<b>PRE</b>	<b>Precipitación</b>
<b>TEM</b>	<b>Temperatura</b>
<b>ALT</b>	<b>Altitud</b>
<b>ERI</b>	<b>Eristalis</b>
<b>AST</b>	<b>Astylus</b>
<b>CAE</b>	<b>Caenohalictus</b>
<b>API</b>	<b>Apis</b>

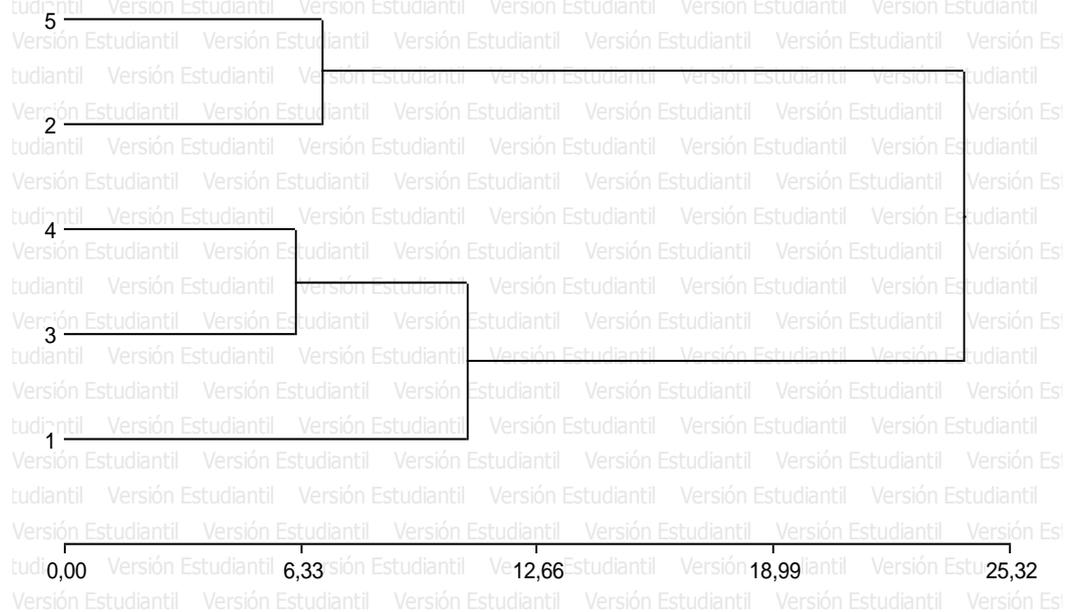
La variable precipitación y altitud afecta a la incidencia de la presencia de insectos polinizadores. La temperatura está relacionada de manera indirecta con la precipitación y la altitud, mientras mayor altitud, temperaturas menores.

### **Análisis de Conglomerados**

**Gráfico 2.** Dendograma del análisis de Conglomerados.

## Análisis de Conglomerados

Distancia: (Euclidea<sup>2</sup>)



Leyenda
1: Aláquez
2: Cochapamba
3: Cusubamba
4: Guaytacama
5: Pujilí

Los sitios de nuestro de 1,3 y 4 tienen similitud en función de la abundancia, formando los 3 un clúster. El segundo sitio con similitud es el 2 y 5, formando entre los 2 un solo clúster.

Los sitios 1(Aláquez), 3(Cusubamba) y 4(Guaytacama) posee mayor abundancia de insectos polinizadores con precipitaciones menores de 8,67mm, seguido de los sitios 2(Cochapamba) y 5 (Pujilí) poseen menor abundancia de insectos, con precipitaciones mayores a 8,9mm. Mostrando que mientras mayores precipitaciones existen menor abundancia de insectos existirá, coincide con lo mencionado por (Karwath, 2010), quien afirma que las lluvias afectan a la abundancia y presencia de los insectos polinizadores, (Yanes, 2018), también afirma que cuando llegan los meses de lluvia, la inmensa mayoría

de insectos polinizadores desaparecen misteriosamente, debido a que al momento de ser mojadas por la lluvia se les atrofia sus mecanismos de locomoción (alas), restringiendo su movimiento; cuando se presenta las condiciones adecuadas resurgen como por arte de magia en la primavera, una minoría emigran hacia regiones más cálidas, como las mariposas y las abejas se apiñan en la colmena para escapar de la intemperie y conservar el calor, mientras que para muchos insectos adultos es sencillamente morir, esto coincide con lo que se encontró en los campos de estudio, porque los insectos cuando va a llover no salen.

### 11.3. Determinar la diversidad y dominancia de insectos recolectados de los sectores en estudio.

#### 11.3.1. Diversidad

Para determinar la diversidad en las 5 parroquias, se utilizó la fórmula de Shannon-Wiener.

**Tabla 9.** Índices de Shannon-Wiener por sitio.

SITIO	H'
Carrillo	1,4976864
Ninin Cachipata	1,1334643
Aláquez	1,1334179
Guaytacama	1,0303645
Cuturivi	0,5689979

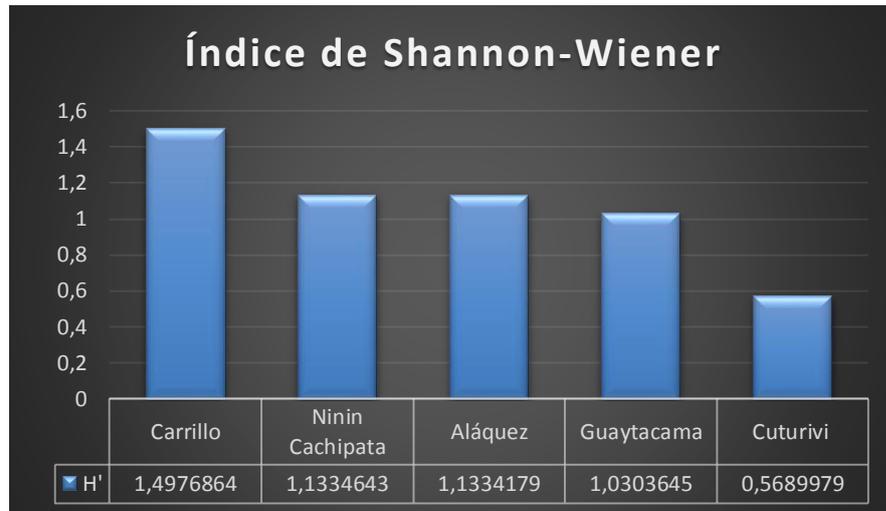
**Nota:** Las tablas con los cálculos de cada uno de los índices se detallan en los anexos 3 al 7.

**Tabla 10.** Escala de rangos y significados del Índice de Shannon-Wiener

RANGOS Y SIGNIFICADOS		
Diversidad baja	Diversidad media	Diversidad alta
0 – 1,5	1,6 – 3,4	>3,5

**Fuente:** Marrugán, 1989

Magurran (1989) menciona que el índice de Shannon-Wiener, interpreta a valores menores de 1.5 como diversidad baja, de 1.6 a 3.4 diversidad media y superiores a 3.5 como diversidad alta. De acuerdo con los rangos de Magurran, los resultados del presente estudio sugieren que las 5 parroquias en estudio poseen una diversidad baja.

**Gráfico 3.** Representación gráfica del índice de Shannon-Wiener.

En referencia a los rangos de Marrugán, se observa una diversidad baja en los 5 sitios de estudio.

### 11.3.2. Dominancia

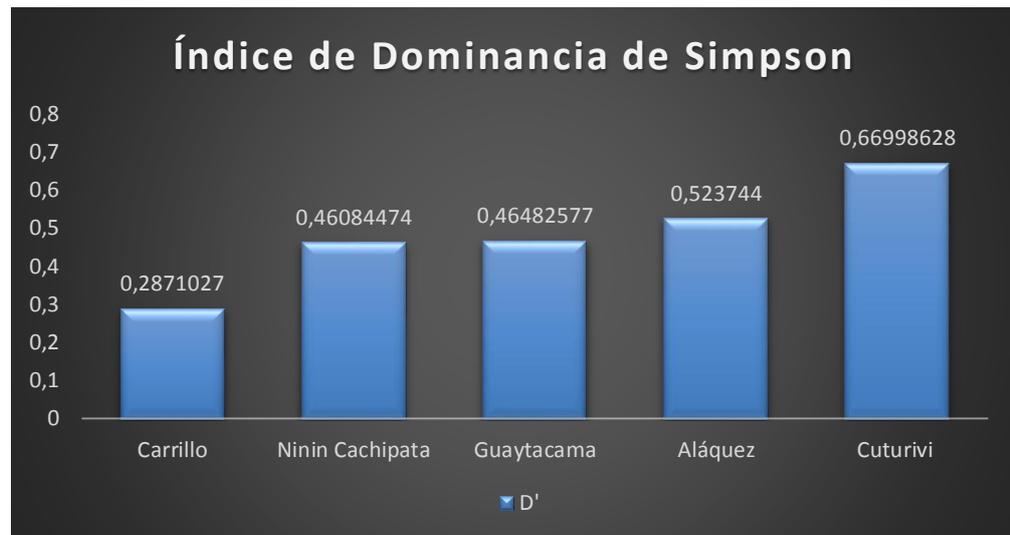
Para determinar la dominancia en las 5 parroquias, se utilizó la fórmula de Simpson.

**Tabla 11.** Índices de Dominancia de Simpson por sitio.

SITIO	D'
Carrillo	0,71280277
Ninin Cachipata	0,53915526
Guaytacama	0,93145957
Aláquez	0,476256
Cuturivi	0,31001372

**Nota:** Las tablas con los cálculos de cada uno de los índices se detallan en los anexos 8 al 12.

En relación por lo mencionado por Ñique (2010), los sectores de Cuturivi y Aláquez son los que más se aproxima al valor 1, por tanto, la dominancia de especie es más alta. Los sectores Carillo, Ninin-Cachipata y Guaytacama presentan una dominancia baja.

**Gráfico 4.** Índice de Dominancia de Simpson de los 5 sectores.

De acuerdo a la gráfica, el sector de Cuturivi posee la mayor dominancia de especies con 0,669988628, seguido de Aláquez con una dominancia de 0,523744. Mientras que el sitio con menor dominancia de especies es Carrillo con 0,2871027.

**Discusión:** En las gráficas de diversidad y dominancia de especies, se notan que son inversamente proporcionales. La consideración de la diversidad como el inverso de la dominancia concuerda con el criterio expuesto por Feinsinger (2004) y Krebs (1985).

## 12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

### 12.3. Conclusiones

En base al estudio realizado se concluye que:

- Mediante el uso de la aplicación iNaturalist, fue posible identificar a nivel de género 18 especímenes pertenecientes a 4 órdenes como insectos polinizadores.
- De acuerdo a los sectores de estudio con producción de chocho químico, existe una relación entre la precipitación, altitud y la abundancia de insectos polinizadores.
- El índice de Shannon-Wiener demostró que, en los sectores de producción de chocho manejados químicamente, existe una diversidad baja en los 5 sectores y una dominancia baja, obteniendo resultados inversamente proporcionales entre sí.

### 12.4. Recomendaciones

- A partir de esta investigación, analizar el rendimiento de la producción de los cultivares de chocho, con el fin de evitar pérdidas económicas.
- Difundir los resultados obtenidos a los agricultores de chocho, con el propósito de evitar la extinción de los insectos polinizadores, implementar métodos orgánicos para reducir costos de producción, contaminación ambiental y proporcionar productos sanos para el consumo humano.
- Comparar los resultados obtenidos en este estudio manejado de forma química con los resultados obtenidos por la estudiante Dania Valencia, ya que ella realiza el mismo estudio, en las mismas parroquias, pero en campos con tratamiento orgánico.

### 13. BIBLIOGRAFÍA

- Alvites, S. R. (2019). Acción de los insectos polinizadores y su importancia en la agricultura en la campiña de Huacho. *Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión*, 74. <http://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/UNJFSC/2852>
- Ávila, P., Sánchez, A., Catalán, C., Almazán, R. ., & Jiménez, J. (2018). Patrones De Riqueza Y Diversidad De Especies Vegetales En Un Gradiente Altitudinal En Guerrero, México. *Plant Diversity and Richness Patterns on Altitudinal Gradient in Guerrero, Mexico. Polibotánica*, 0(45), 101–113. <https://doi.org/10.18387/polibotanica.45.8>
- Bartomeus, I., & Bosch, J. (2018). Pérdida de polinizadores: evidencias, causas y consecuencias. *Revista Científica de Ecología y Medio Ambiente*, 27(2), 1–2. <https://doi.org/10.7818/ECOS.1542>
- Botías, C., & Sánchez, F. (2018). The role of pesticides in pollinator declines. *Ecosistemas*, 27(2), 34–41. <https://doi.org/10.7818/ECOS.1314>
- Breukelen, C., Jaramillo, J., & Maus, C. (2018). La Importancia de los insectos polinizadores en la agricultura. *Bayer Bee Care Center*, 7, 2. [https://www.cropscience.bayer.com/sites/cropscience/files/inline-files/BEEINFORMed\\_No7\\_-\\_La\\_Importancia\\_de\\_los\\_insectos\\_polinizadores\\_en\\_la\\_agriculturajsliiguy.pdf](https://www.cropscience.bayer.com/sites/cropscience/files/inline-files/BEEINFORMed_No7_-_La_Importancia_de_los_insectos_polinizadores_en_la_agriculturajsliiguy.pdf)
- Caicedo, C., Murillo, Á., Pinzón, J., Peralta, E., & Rivera, M. (2015). INIAP 450 Andino de chocho para la sierra ecuatoriana. *Nuevos Sistemas de Comunicación e Información*.
- Caín, J. K. (2021). iNaturalist como recurso didáctico para el aprendizaje de biodiversidad del Ecuador con los estudiantes de quinto semestre de la carrera de pedagogía de las ciencias experimentales química y biología, período Abril-Agosto 2020. *Universidad Nacional de Chimborazo*, 53. <http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/7646/1/06678.pdf>
- Campbell, J., & Hanula, J. (2007). Efficiency of Malaise traps and colored pan traps for collecting flower visiting insects from three forested ecosystems. *Journal of Insect Conservation*, 11(4), 399–408. <https://doi.org/10.1007/s10841-006-9055-4>
- Cano, P., & Reyes, J. (2011). Manual de Polinización Apícola. *Coordinación General de Ganadería de La Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA)*, 7–43. <http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Publicaciones/Lists/Manuales/apcolas/Attachments/4/manpoli.pdf>
- Cazau, P. (2018). Introducción a la investigación en ciencias sociales. *Revista de Occidente*, 539(9), 121–123.
- Contreras, M., Pérez, R., Arévalo, J., Sánchez, K., Jiménez, L., Castillo, P., & Hidalgo, Lm. (2009). Gradientes en Biodiversidad: en caso de la altitud. *División Académica de Ciencias Biológicas*, XV(28).
- De la Cruz, N. (2018). *Caracterización fenotípica y de rendimiento preliminar de ecotipos de tarwi (Lupinus mutabilis Sweet), bajo condiciones del callejón de Huaylas-Ancashi*.

- De la cuadrante Infante, S., & Rodríguez Le Boulenge, P. (2019). Manual de polinización de cultivos agrícolas. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9).  
<https://www.anproschile.cl/wp-content/uploads/2019/07/Manual-Polinizador.pdf>
- Egan, P. A., Dicks, L. V, Hokkanen, H. M. T., & Stenberg, J. A. (2020). *Entrega de plagas y polinizadores integrados Gestión ( IPPM )*. 1–13.
- El Sheikh, S. (2018). *Polinizadores y la diversidad biológica*.
- FAO. (2014). *Insectos Polinizadores*.
- Fernández, S., & Pujade, J. (2015). Clase Hymenoptera. *Revista IDE@-SEA*, N<sup>o</sup>, 48, 1–13.  
[www.sea-entomologia.org/IDE@](http://www.sea-entomologia.org/IDE@)
- Forero, D. (2019). *Conocimiento local y la polinización por insectos en cultivos*. 3, 1–9.
- García, E., Romo, H., & Sarto, V. (2015). Orden Lepidóptero. *Revista IDE@-SEA*, 65, 1–21.  
[www.sea-entomologia.org/IDE@](http://www.sea-entomologia.org/IDE@)
- Garibaldi, L. A., Aizen, M. A., Klein, A. M., Cunningham, S. A., & Harder, L. D. (2011). Global growth and stability of agricultural yield decrease with pollinator dependence. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108(14), 5909–5914. <https://doi.org/10.1073/pnas.1012431108>
- Gómez, L. D. (2021). Abejas y otros insectos polinizadores frente al uso indiscriminado de neonicotinoides y fipronil en Colombia. Comentarios a la sentencia del 12 de diciembre de 2019 del Tribunal Administrativo de Cundinamarca. *Derecho Animal. Forum of Animal Law Studies*, 12(2), 208–216. <https://doi.org/10.5565/rev/da.575>
- Griñan, M. del C. (2017). Evaluando diferentes fuentes de datos para el modelado de la distribución de especies: datos de presencia de ciencia ciudadana y de introducciones históricas. *Universidad Miguel Hernández de Elche*, 36.  
[http://dspace.umh.es/bitstream/11000/4296/1/TFG\\_Griñán Pozo%2C M<sup>a</sup> Carmen.pdf](http://dspace.umh.es/bitstream/11000/4296/1/TFG_Griñán%20Pozo%2C%20M%C3%A1rquez%20Carmen.pdf)
- Heiblum, R. A. (2019). Abejas: Insectos polinizadores. *INCyTU*, 52(31), 1–6.  
[www.foroconsultivo.org.mx](http://www.foroconsultivo.org.mx)
- Hochmair, H. H., Scheffrahn, R. H., Basille, M., & Boone, M. (2020). Evaluating the data quality of iNaturalist termite records. *PLoS ONE*, 15(5), 1–19.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0226534>
- Hurtado, P. (2013). Estudio del ciclo de vida de sírfidos cristalinos (Diptera, Syrphidae) y bases para su cría artificial. *Centro Iberoamericano de La Biodiversidad Instituto. Universidad de Alicante*.
- Jiménez, E., Sandino, V., Pérez, D., & Sánchez, D. (2004). Comparación de la incidencia poblacional de insectos plagas y benéficos en arreglos de monocultivo versus policultivos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) pipian (*Cucurbita pepo* L.) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Agronomía. La Calera. UNA*, 5–11.
- Lara, J. (2017). *FUENTES NECTARÍFERAS Y POLINÍFERAS DE MACIZO CAZORLA-SEGURA-ALCARAZ*. 529–537.
- Loachamín, O. (2020). *Incidencia del iNaturalist en el proceso de enseñanza aprendizaje de*

*la asignatura de Biología en el tercer año de Bachillerato General Unificado del Instituto Nacional Mejía, período 2019-2020 Informe* (Vol. 3, Issue 2017).  
<http://repositorio.unan.edu.ni/2986/1/5624.pdf>

- López, A. S., López, G. G., & Fagilde, M. D. C. (2017). Propuesta de un índice de diversidad funcional. Aplicación a un bosque semidecídulo micrófilo de Cuba Oriental. *Bosque*, 38(3), 457–466. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002017000300003>
- Márquez, J. (2005). Técnicas de colecta y preservación de insectos. *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa*, 37, 385–408.
- Martin, N. Y., & Arenas, N. E. (2018). Daño colateral en abejas por la exposición a pesticidas de uso agrícola. *Entramado*, 14(1), 232–240.  
<https://doi.org/10.18041/entramado.2018v14n1.27113>
- Miniambiente. (2018). *Iniciativa Colombiana de Polinizadores*.  
<http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/35163#.XT6KSln-EJI.mendeley>
- Monzón, V., Ruz, L., Barahona, R., Durán, V., Villagra, C., Henríquez, P., & Estrada, P. (2020). *Insectos Polinizadores Nativos De La Zona Central*.
- Nájera, M., & Souza, B. (2010). Insectos benéficos. Guía para su identificación. *Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias México*, 72.
- Naranjo, A., Recalde, V., & Bravo, E. (2019). De la A a la Z Abejas y polinización en Ecuador y el mundo. *Article*, 2, 112.
- Neill, D., & Cortez, L. (2018). Procesos y fundamentos de la investigación científica. In *Ediciones UTMACH* (Vol. 1).  
<http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/12498/1/Procesos-y-FundamentosDeLainvestigacionCientifica.pdf>
- Ormaza, M. (2010). *ELABORACIÓN DE PANCAKES DE CHOCHO COMO ALTERNATIVA PARA EL DESAYUNO ESCOLAR*.  
<https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/bitstream/10469/2461/4/TFLACSO-2010ZVNBA.pdf>
- Parra, G. (2005). *Foro Abejas silvestres y polinización. Roubik 1995*.
- Peralta, J., González, E., & Bosco, R. (2016). *Estudio de prospectiva , análisis y propuesta de participación y colaboración de la Administración Foral de Navarra con las redes , plataformas e iniciativas de Ciencia Ciudadana*.
- Pino, H. (2020). *Créditos :*
- Potts, S. G., Biesmeijer, J. C., Kremen, C., Neumann, P., Schweiger, O., & Kunin, W. E. (2018). Global pollinator declines: Trends, impacts and drivers. *Trends in Ecology and Evolution*, 25(6), 345–353. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2010.01.007>
- Quisaguano, E. (2015). *Universidad tecnológica equinoccial*.
- Quitio, E. D., & Solórzano, S. J. (2018). Estudio bibliográfico de tres tipos de desamargado (tradicional, fermentación y germinación) en diferentes índices de madurez de chocho (*lupinus mutabilis sweet*) en dos variedades (andino INIAP 450 y guaranguito iniap 451)

- para determinar su eficacia. *Universidad Técnica De Cotopaxi Facultad, 1*, 101.  
<http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/4501/1/PI-000727.pdf>
- Reyes, L. (2016). *Identificación y evaluación de insectos polinizadores del café en tres fincas orgánicas, en el cantón Espíndola-provincia de Loja*. 79.  
<http://dspace.unl.edu.ec/handle/123456789/15424>
- Rojas, S., Reinoso, G., & Vásquez, J. (2018). Distribución espacial y temporal de dípteros acuáticos (Insecta: Diptera) en la cuenca del río Alvarado, Tolima, Colombia. *Biota Colombiana, 19*(1), 70–91. <https://doi.org/10.21068/c2018.v19n01a05>
- Rosado G., M. A., & Ornos, C. (2013). Polinizadores y biodiversidad. *Apolo, Observatorio de Agentes Polinizadores*, 160.
- Sánchez, M. (2018). *Biodiversidad de polinizadores: implementación de sírfidos cristalinos como vectores de polinización en cultivos protegidos*.
- Sánchez, O., & Arias, A. (2020). *Asesoría científica de UNIOVI sobre el Plan de actuación para la detección y control del avispon asiático en el Principado de Asturias*.
- Saqui, G. (2014). *Aplicación de las variedades de chocho de mayor consumo en la sierra centro del Ecuador, en preparaciones innovadoras para la gastronomía ecuatoriana*. 99.  
<http://repositorio.uisrael.edu.ec/bitstream/47000/468/1/UISRAEL-EC-SIS-378.242-171.pdf>
- SENASICA. (1960). *Mythimna unipuncta (Lepidoptera: Noctuidae) Gusano soldado*.  
[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/633035/Gusano\\_soldado\\_\\_Mythimna\\_unipuncta.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/633035/Gusano_soldado__Mythimna_unipuncta.pdf)
- Serra, G., Fichetti, P., Moscardó, L., Argüello, E., Barbero, G., Gross, G., Boaglio, G., & Barcenilla, M. (2019). 5.2 Orden Lepidoptera Diap.  
<http://agro.unc.edu.ar/~zoologia/COMPLEMENTO TP.html>
- Sgarlatta, M. (2015). Análisis de la diversidad taxonómica y funcional de la comunidad de peces de arrecifes rocosos y de bosques de macroalgas de Baja California, México. *Ecología Marina, M. Sc*, 166.
- Sobalvarro, K. K., & Martínez, A. L. (2018). *La revolución verde*. 1040–1046.
- Syngenta. (2016). *Informe final 2016: Operación Polinizador 2016*.
- Tejeda, I., & Cerpa, P. (2018). iNaturalist : ciencia ciudadana para toda nuestra biodiversidad. *La Chiricoca*, 57–67.
- Tolrá, M., & Hjorth-Andersen. (2015). Orden Diptera. *Revista IDE@-SEA*, 63, 1–22.  
[www.sea-entomologia.org/IDE@](http://www.sea-entomologia.org/IDE@)
- United Nations Environment Program. (2018). *La conservación y la utilización sostenible de los polinizadores*. 1–21.
- Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. (2004). *Preservación y montaje de insectos*. 1–3.  
<http://www3.uacj.mx/ICB/UEB/Documents/Publicaciones/preservcion de insectos.pdf>
- Universidad Central de Venezuela. (2019). Coleoptera. *Universidad Central de Venezuela Facultad de Agronomía Departamento de Zoología Agrícola*, 1–25.

[http://www.ucv.ve/fileadmin/user\\_upload/facultad\\_agronomia/Entomologia-II\\_Unidad.\\_Clase\\_Hemiptera.pdf](http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/Entomologia-II_Unidad._Clase_Hemiptera.pdf)

Universidad del valle. (2018). *Catálogo de polinizadores del Naidí en el pacífico*.

Vargas, A. (2014). *Manual de colecta*. 1–90.

Vargas, P., & Zardoya, R. (2012). Coleópteros. *El Árbol de La Vida: Sistemática y Evolución de Seres Vivos*, 53(9), 319.

## 14. ANEXOS

### Anexo 1. Portada del proyecto INPO-CHOCHO en iNaturalist.



### Anexo 2. Taxonomía obtenida de iNaturalist.

## ORDEN COLEÓPTERA

- ↳ (Reino) de los animales (Animalia)( )
- ↳ Artrópodos (Phylum Arthropoda)
- ↳ Hexápodos (Subfilo Hexapoda)
- ↳ Insectos (Clase Insecta)
- ↳ Insectos alados y una vez alados (Subclase Pterygota)
- ↳ Escarabajos (Orden Coleoptera)
- ↳ Escarabajos de agua, vagabundos, escarabajos, de cuernos largos, de hoja y de hocico (Suborden Polyphaga)
- ↳ Escarabajos Cucujiformes (Infraorden Cucujiformia)
- ↳ (Superfamilia)( Cleroidea )\_( )
- ↳ Escarabajos de las Flores de Alas Blanda (Familia Melyridae)
- ↳ Subfamilia Melyrinae
- ↳ Tribu Astylini
- ↳ Género *Astylus*
- ↳ *Astylus burgués*



## ORDEN DÍPTERA

- ↳ (Reino) de los animales (Animalia)( )
- ↳ Artrópodos (Phylum Arthropoda)
- ↳ Hexápodos (Subfilo Hexapoda)
- ↳ Insectos (Clase Insecta)
- ↳ Insectos alados y una vez alados (Subclase Pterygota)
- ↳ Moscas (Orden Diptera)
- ↳ Moscas Brachyceran (Suborden Brachycera)
- ↳ Cyclorrhaphan Moscas (Infraorder Cyclorrhapha)
- ↳ Moscas (Aschizan Zoosección Aschiza)
- ↳ Moscas Flotantes (Familia Syrphidae)
- ↳ (Subfamilia)( Eristalinae )\_( )
- ↳ Gusano cola de rata Moscas (Tribu Eristalini)
- ↳ Subtribu Eristalina
- ↳ Moscas Drone (Género *Eristalis*)
- ↳ Subgénero Eoseristalis
- ↳ *Eristalis bogotensis*



- ↳ (Reino) de los animales (Animalia)( )
- ↳ Artrópodos (Phylum Arthropoda)
- ↳ Hexápodos (Subfilo Hexapoda)
- ↳ Insectos (Clase Insecta)
- ↳ Insectos alados y una vez alados (Subclase Pterygota)
- ↳ Moscas (Orden Diptera)
- ↳ Moscas Brachyceran (Suborden Brachycera)
- ↳ Cyclorrhaphan Moscas (Infraorder Cyclorrhapha)
- ↳ Moscas (Aschizan Zoosección Aschiza)
- ↳ Moscas Flotantes (Familia Syrphidae)
- ↳ (Subfamilia)( Eristalinae )\_( )
- ↳ Gusano cola de rata Moscas (Tribu Eristalini)
- ↳ Subtribu Eristalina
- ↳ Moscas Drone (Género *Eristalis*)
- ↳ Subgénero Eristalis
- ↳ Zángano común (*Eristalis tenax*)



- ↳ (Reino) de los animales (Animalia)( )
- ↳ Artrópodos (Phylum Arthropoda)
- ↳ Hexápodos (Subfilo Hexapoda)
- ↳ Insectos (Clase Insecta)
- ↳ Insectos alados y una vez alados (Subclase Pterygota)
- ↳ Moscas (Orden Diptera)
- ↳ Moscas Brachyceran (Suborden Brachycera)
- ↳ Cyclorrhaphan Moscas (Infraorder Cyclorrhapha)
- ↳ Moscas (Aschizan Zoosección Aschiza)
- ↳ Moscas Flotantes (Familia Syrphidae)
- ↳ (subfamilia) Syrphinae ( ) ( )
- ↳ Tribu Bacchini
- ↳ (Género) *Platycheirus* ( ) ( )
- ↳ **Platycheirus Stegnus Grupo** (Subgénero *Carposcalis*)



- ↳ (Reino) de los animales (Animalia)( )
- ↳ Artrópodos (Phylum Arthropoda)
- ↳ Hexápodos (Subfilo Hexapoda)
- ↳ Insectos (Clase Insecta)
- ↳ Insectos alados y una vez alados (Subclase Pterygota)
- ↳ Moscas (Orden Diptera)
- ↳ Moscas Brachyceran (Suborden Brachycera)
- ↳ Cyclorrhaphan Moscas (Infraorder Cyclorrhapha)
- ↳ Moscas (Aschizan Zoosección Aschiza)
- ↳ Moscas Flotantes (Familia Syrphidae)
- ↳ (subfamilia) Syrphinae ( ) ( )
- ↳ Tribu Toxomerini
- ↳ **Moscas Calígrafas** (género *Toxomerus*)



- ↳ (Reino) de los animales (Animalia)(C)
- ↳ Artrópodos (Phylum Arthropoda)
- ↳ Hexápodos (Subfilo Hexapoda)
- ↳ Insectos (Clase Insecta)
- ↳ Insectos alados y una vez alados (Subclase Pterygota)
- ↳ Moscas (Orden Diptera)
- ↳ Moscas Brachyceran (Suborden Brachycera)
- ↳ Cyclorrhaphan Moscas (Infraorder Cyclorrhapha)
- ↳ Moscas Esquizofoforanas (Zoosection Schizophora)
- ↳ Calyptrate Moscas (Zoosubsección Calyptratae)
- ↳ Moscas robot, moscas sopladoras y afines (Superfamilia Oestroidea)
- ↳ Moscas Azules (Familia Calliphoridae)
- ↳ Subfamilia Calliphorinae
- ↳ Género *Cynomya*
- ↳ Mosca botella azul brillante ( *Cynomya cadaverina*)



- ↳ (Reino) de los animales (Animalia)(C)
- ↳ Artrópodos (Phylum Arthropoda)
- ↳ Hexápodos (Subfilo Hexapoda)
- ↳ Insectos (Clase Insecta)
- ↳ Insectos alados y una vez alados (Subclase Pterygota)
- ↳ Moscas (Orden Diptera)
- ↳ Moscas Brachyceran (Suborden Brachycera)
- ↳ Cyclorrhaphan Moscas (Infraorder Cyclorrhapha)
- ↳ Moscas Esquizofoforanas (Zoosection Schizophora)
- ↳ Calyptrate Moscas (Zoosubsección Calyptratae)
- ↳ Moscas robot, moscas sopladoras y afines (Superfamilia Oestroidea)
- ↳ Moscas Azules (Familia Calliphoridae)
- ↳ Subfamilia Chrysomyinae
- ↳ Género *Chrysomya*



↳ (Reino) de los animales (Animalia)( )

↳ Artrópodos (Phylum Arthropoda)

↳ Hexápodos (Subfilo Hexapoda)

↳ Insectos (Clase Insecta)

↳ Insectos alados y una vez alados (Subclase Pterygota)

↳ Moscas (Orden Diptera)

↳ Moscas Brachyceran (Suborden Brachycera)

↳ Orthorrhaphan Moscas (Infraorden Orthorrhapha)

↳ Moscas soldado y aliados (Parvorder Stratiomyomorpha)

↳ Moscas Soldado (Familia Stratiomyidae)

↳ Subfamilia Stratiomyinae

↳ Tribu Stratiomyini

↳ Género *Hedriodiscus*



- ↳ (Reino) de los
- ↳ Artrópods
- ↳ Hexápods
- ↳ Insectos
- ↳ Insectos alados y una vez alados (Subclase Pterygota)
- ↳ Moscas (Orden Diptera)
- ↳ Moscas Brachyceran (Suborden Brachycera)
- ↳ Cyclorrhaphan Moscas (Infraorden Cyclorrhapha)
- ↳ Moscas Esquizoforanas (Zoosección Schizophora)
- ↳ Calyptrate Moscas (Zoosubsección Calyptratae)
- ↳ Moscas robot, moscas sopladoras y afines (Supertamilia Oestroidea)
- ↳ Moscas de las Cerdas (Familia Tachinidae)
- ↳ Subfamilia Tachininae
- ↳ Tribu Tachinini
- ↳ género *Tachina*
- ↳ Subgénero Eudoromyia
- ↳ *Tachina fera*



- ↳ (Reino) de los animales (Animalia)( )
- ↳ Artrópodos (Phylum Arthropoda)
- ↳ Hexápodos (Subfilo Hexapoda)
- ↳ Insectos (Clase Insecta)
- ↳ Insectos alados y una vez alados (Subclase Pterygota)
- ↳ Moscas (Orden Diptera)
- ↳ Moscas Nematoceran (Suborden Nematocera)
- ↳ Mosquitos y aliados (Infraorden Bibionomorpha)
- ↳ Moscas de Marzo (Familia Bibionidae)
- ↳ Subfamilia Bibioninae
- ↳ Género *Dilophus*



## ORDEN HYMENOPTERA

- ↳ (Reino) de los animales (Animalia)( )
- ↳ Artrópodos (Phylum Arthropoda)
- ↳ Hexápodos (Subfilo Hexapoda)
- ↳ Insectos (Clase Insecta)
- ↳ Insectos alados y una vez alados (Subclase Pterygota)
- ↳ Hormigas, abejas, avispas y moscas de sierra (Orden Hymenoptera)
- ↳ Avispas, hormigas y abejas de cintura estrecha (Suborden Apocrita)
- ↳ Hormigas, abejas y avispas que pican (Infraorden Aculeata)
- ↳ Abejas Y Avispas Apoideas (Superfamilia Apoidea)
- ↳ Abejas (Epifamilia Anthophila)
- ↳ Abejas Melíferas, Abejorros Y (Parientes Familia Apidae)
- ↳ (subfamilia) Apinae ( ) ( )
- ↳ (Tribu) de abejas (melíferas Apini)( )
- ↳ (Género) **Apis** ( ) ( )



- ↳ (Reino) de los animales( Animalia)( )
- ↳ Artrópodos (Phylum Arthropoda)
- ↳ Hexápodos (Subfilo Hexapoda)
- ↳ Insectos (Clase Insecta)
- ↳ Insectos alados y una vez alados (Subclase Pterygota)
- ↳ Hormigas, abejas, avispas y moscas de sierra (Orden Hymenoptera)
- ↳ Avispas, hormigas y abejas de cintura estrecha (Suborden Apocrita)
- ↳ Hormigas, abejas y avispas que pican (Infraorden Aculeata)
- ↳ Abejas Y Avispas Apoideas (Superfamilia Apoidea)
- ↳ Abejas (Epifamilia Anthophila)
- ↳ Abejas albañiles, cortadoras de hojas, cardadoras y resineras (Familia Megachilidae)
- ↳ Subfamilia Megachilinae
- ↳ Tribu Megachilini
- ↳ Abejas cortadoras de hojas, mortero y resina ( Género *Megachile*)



- ↳ (Reino) de los animales (Animalia)( )
- ↳ Artrópodos (Phylum Arthropoda)
- ↳ Hexápodos (Subfilo Hexapoda)
- ↳ Insectos (Clase Insecta)
- ↳ Insectos alados y una vez alados (Subclase Pterygota)
- ↳ Hormigas, abejas, avispas y moscas de sierra (Orden Hymenoptera)
- ↳ Avispas, hormigas y abejas de cintura estrecha (Suborden Apocrita)
- ↳ Hormigas, abejas y avispas que pican (Infraorden Aculeata)
- ↳ Abejas Y Avispas Apoideas (Superfamilia Apoidea)
- ↳ Abejas (Epifamilia Anthophila)
- ↳ Abejas del Sudor (Familia Halictidae)
- ↳ (Subfamilia)( Halictinae )\_( )
- ↳ Tribu Halictini
- ↳ Género *Caenohalictus*



- ↳ (Reino) de los animales (Animalia)( )
- ↳ Artrópodos (Phylum Arthropoda)
- ↳ Hexápodos (Subfilo Hexapoda)
- ↳ Insectos (Clase Insecta)
- ↳ Insectos alados y una vez alados (Subclase Pterygota)
- ↳ Hormigas, abejas, avispas y moscas de sierra (Orden Hymenoptera)
- ↳ Avispas, hormigas y abejas de cintura estrecha (Suborden Apocrita)
- ↳ Hormigas, abejas y avispas que pican (Infraorden Aculeata)
- ↳ Hormiga Superfamilia (Superfamilia Formicoidea)
- ↳ Hormigas (Familia Formicidae)
- ↳ (Subfamilia) Myrmicinae ( )\_( )
- ↳ (Tribu)( Attini )de Hormigas Mirmicina Superior( )
- ↳ Hormigas ( Cabezonas Género *Pheidole*)



## ORDEN LEPIDÓPTERA

- ↳ (Reino) de los animales (Animalia)( )
- ↳ Artrópodos (Phylum Arthropoda)
- ↳ Hexápodos (Subfilo Hexapoda)
- ↳ Insectos (Clase Insecta)
- ↳ Insectos alados y una vez alados (Subclase Pterygota)
- ↳ Mariposas y Polillas (Orden Lepidoptera)
- ↳ Polillas Mochuelo Y Parientes (Superfamilia Noctuoidea)
- ↳ Polillas Gusano Cortador Y (Parientes Familia Noctuidae)
- ↳ (Subfamilia) Noctuinae ( ) ( )
- ↳ (Tribu) Leucaniini ( ) ( )
- ↳ género *Mythimna*
- ↳ Polilla de mota blanca ( *Mythimna unipuncta* )



- ↳ (Reino) de los animales (Animalia)( )
- ↳ Artrópodos (Phylum Arthropoda)
- ↳ Hexápodos (Subfilo Hexapoda)
- ↳ Insectos (Clase Insecta)
- ↳ Insectos alados y una vez alados (Subclase Pterygota)
- ↳ Mariposas y Polillas (Orden Lepidoptera)
- ↳ (Superfamilia)( Pyraloidea ) ( )
- ↳ Polillas Del Hocico Pyralid (Familia Pyralidae)
- ↳ (Subfamilia) Phycitinae ( ) ( )
- ↳ Género *Eulogia*
- ↳ Polilla ( *Eulogia de Banda Ancha Eulogia ochrifrontella* )





**Anexo 3.** Cálculo del índice de Shannon, los 11 géneros más abundantes en la parroquia de Aláquez de la provincia de Cotopaxi, 2021.

ALÁQUEZ				
Número	Individuos	Abundancia	Pi	Pi*LnPi
1	<i>Eristalis</i>	17	0,068	-0,182801
2	<i>Platycheirus</i>	2	0,008	-0,038627
3	<i>Astylus</i>	178	0,712	-0,24185
4	<i>Hedriodiscus</i>	2	0,008	-0,038627
5	<i>Caenohalictus</i>	3	0,012	-0,053074
6	<i>Tachina</i>	9	0,036	-0,119673
7	<i>Toxomerus</i>	1	0,004	-0,022086
8	<i>Chrysomya</i>	7	0,028	-0,100115
9	<i>Nephrotoma</i>	1	0,004	-0,022086
10	<i>Dilophus</i>	24	0,096	-0,224967
11	<i>Apis</i>	6	0,024	-0,089513
<b>Sumatoria</b>		<b>250</b>	<b>1</b>	<b>-1,133418</b>
				<b>-1</b>
<b>H (Shannon)</b>				<b>1,1334179</b>

**Análisis:** En este transecto 1, se detalla el número de géneros encontrados y la abundancia, además del índice de diversidad, es así que en el transecto se encontró 12 géneros con 250 individuos que representa un índice de 1,1334179.

**Anexo 4.** Cálculo del índice de Shannon, los 8 géneros más abundantes en la parroquia de Cochapamba de la provincia de Cotopaxi, 2021.

COCHAPAMBA				
Número	Individuos	Abundancia	Pi	Pi*LnPi
1	<i>Eristalis</i>	12	0,058536585	-0,166133
2	<i>Astylus</i>	41	0,2	-0,321888
3	<i>Tachina</i>	2	0,009756098	-0,045169
4	<i>Toxomerus</i>	4	0,019512195	-0,076814
5	<i>Chrysomya</i>	1	0,004878049	-0,025966
6	<i>Nephrotoma</i>	4	0,019512195	-0,076814
7	<i>Dilophus</i>	132	0,643902439	-0,283451
8	<i>Apis</i>	9	0,043902439	-0,13723
<b>Sumatoria</b>		<b>205</b>	<b>1</b>	<b>-1,133464</b>
				<b>-1</b>
<b>H (Shannon)</b>				<b>1,1334643</b>

COCHAPAMBA				
Número	Individuos	Abundancia	Pi	Pi*LnPi
1	<i>Eristalis</i>	12	0,058536585	-0,166133
4	<i>Astylus</i>	41	0,2	-0,321888
6	<i>Tachina</i>	2	0,009756098	-0,045169
7	<i>Toxomerus</i>	4	0,019512195	-0,076814
10	<i>Chrysomya</i>	1	0,004878049	-0,025966
11	<i>Nephrotoma</i>	4	0,019512195	-0,076814
12	<i>Dilophus</i>	132	0,643902439	-0,283451
17	<i>Apis</i>	9	0,043902439	-0,13723
<b>Sumatoria</b>		<b>205</b>	<b>1</b>	<b>-1,133464</b>
				<b>-1</b>
<b>H (Shannon)</b>				<b>1,1334643</b>

**Análisis:** En este transecto 2, se detalla el número de géneros encontrados y la abundancia, además del índice de diversidad, es así que en el transecto se encontró 8 géneros con 205 individuos que representa un índice de 1,1334643.

**Anexo 5.** Cálculo del índice de Shannon, los 6 géneros más abundantes en la parroquia de Cusubamba de la provincia de Cotopaxi, 2021.

CUSUBAMBA				
Número	Individuos	Abundancia	Pi	Pi*LnPi
1	<i>Eristalis</i>	1	0,058823529	-0,16666
2	<i>Astylus</i>	1	0,058823529	-0,16666
3	<i>Cynomia</i>	8	0,470588235	-0,354716

4	<i>Tachina</i>	2	0,117647059	-0,251772
5	<i>Chrysomya</i>	3	0,176470588	-0,306106
6	<i>Apis</i>	2	0,117647059	-0,251772
<b>Sumatoria</b>		<b>17</b>	<b>1</b>	<b>-1,497686</b>
				<b>-1</b>
<b>H (Shannon)</b>				<b>1,4976864</b>

**Análisis:** En este transecto 3, se detalla el número de géneros encontrados y la abundancia, además del índice de diversidad, es así que en el transecto se encontró 6 géneros con 17 individuos que representa un índice de 1,4976864.

**Anexo 6.** Cálculo del índice de Shannon, los 6 géneros más abundantes en la parroquia de Guaytacama de la provincia de Cotopaxi, 2021.

<b>GUAYTACAMA</b>				
<b>Número</b>	<b>Individuos</b>	<b>Abundancia</b>	<b>Pi</b>	<b>Pi*LnPi</b>
1	<i>Eristalis</i>	4	0,051282051	-0,152329
2	<i>Astylus</i>	49	0,628205128	-0,292045
3	<i>Tachina</i>	1	0,012820513	-0,055855
4	<i>Dilophus</i>	3	0,038461538	-0,125311
5	<i>Megachile</i>	1	0,012820513	-0,055855
6	<i>Apis</i>	20	0,256410256	-0,348968
<b>Sumatoria</b>		<b>78</b>	<b>1</b>	<b>-1,030365</b>
				<b>-1</b>
<b>H (Shannon)</b>				<b>1,0303645</b>

**Análisis:** En este transecto 5, se detalla el número de géneros encontrados y la abundancia, además del índice de diversidad, es así que en el transecto se encontró 6 géneros con 78 individuos que representa un índice de 1,0303645.

**Anexo 7.** Cálculo del índice de Shannon, los 4 géneros más abundantes en la parroquia de Pujilí de la provincia de Cotopaxi, 2021.

<b>PUJILÍ</b>				
<b>Número</b>	<b>Individuos</b>	<b>Abundancia</b>	<b>Pi</b>	<b>Pi*LnPi</b>
1	<i>Astylus</i>	13	1	0
2	<i>Toxomerus</i>	1	0,012345679	-0,054252
3	<i>Dilophus</i>	66	0,814814815	-0,16687
4	<i>Apis</i>	1	0,012345679	-0,054252
<b>Sumatoria</b>		<b>81</b>	<b>1,839506173</b>	<b>-0,275374</b>
				<b>-1</b>

<b>H (Shannon)</b>	<b>0,2753744</b>
--------------------	------------------

**Análisis:** En este transecto, se detalla el número de géneros encontrados y la abundancia, además del índice de diversidad, es así que en el transecto se encontró 4 géneros con 81 individuos que representa un índice de 0,2753744.

**Anexo 8. Dominancia de Simpson de Aláquez.**

<b>ALÁQUEZ</b>			
Especies	Cantidad	Abundancia	Pi <sup>2</sup>
<i>Eristalis</i>	17	0,068	0,004624
<i>Platycheirus</i>	2	0,008	0,000064
<i>Astylus</i>	178	0,712	0,506944
<i>Hedriodiscus</i>	2	0,008	0,000064
<i>Caenohalictus</i>	3	0,012	0,000144
<i>Tachina</i>	9	0,036	0,001296
<i>Toxomerus</i>	1	0,004	0,000016
<i>Chrysomya</i>	7	0,028	0,000784
<i>Nephrotoma</i>	1	0,004	0,000016
<i>Dilophus</i>	24	0,096	0,009216
<i>Apis</i>	6	0,024	0,000576
<b>Sumatoria</b>	<b>250</b>	<b>D</b>	<b>0,523744</b>

**Anexo 9. Dominancia de Simpson de Cochapamba**

<b>COCHAPAMBA</b>			
Especies	Cantidad	Abundancia	Pi <sup>2</sup>
<i>Eristalis</i>	12	0,05853659	0,00342653
<i>Astylus</i>	41	0,2	0,04
<i>Tachina</i>	2	0,0097561	9,5181E-05
<i>Toxomerus</i>	4	0,0195122	0,00038073
<i>Chrysomya</i>	1	0,00487805	2,3795E-05
<i>Nephrotoma</i>	4	0,0195122	0,00038073

<i>Dilophus</i>	132	0,64390244	0,41461035
<i>Apis</i>	9	0,04390244	0,00192742
<b>Sumatoria</b>	<b>205</b>	<b>D</b>	<b>0,46084474</b>

**Anexo 10.** Dominancia de Simpson de Cusubamba.

<b>CUSUBAMBA</b>			
<b>Especies</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Abundancia</b>	<b>Pi<sup>2</sup></b>
<i>Eristalis</i>	1	0,05882353	0,00346021
<i>Astylus</i>	1	0,05882353	0,00346021
<i>Cynomia</i>	8	0,47058824	0,22145329
<i>Tachina</i>	2	0,11764706	0,01384083
<i>Chrysomya</i>	3	0,17647059	0,03114187
<i>Apis</i>	2	0,11764706	0,01384083
<b>Sumatoria</b>	<b>17</b>	<b>D</b>	<b>0,28719723</b>

**Anexo 11.** Dominancia de Simpson de Guaytacama.

<b>GUAYTACAMA</b>			
<b>Especies</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Abundancia</b>	<b>Pi<sup>2</sup></b>
<i>Eristalis</i>	4	0,05128205	0,00262985
<i>Astylus</i>	49	0,62820513	0,39464168
<i>Tachina</i>	1	0,01282051	0,00016437
<i>Dilophus</i>	3	0,03846154	0,00147929
<i>Megachile</i>	1	0,01282051	0,00016437
<i>Apis</i>	20	0,25641026	0,06574622
<b>Sumatoria</b>	<b>78</b>	<b>D</b>	<b>0,46482577</b>

**Anexo 12.** Dominancia de Simpson de Pujilí.

<b>PUJILÍ</b>			
<b>Especies</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Abundancia</b>	<b>Pi<sup>2</sup></b>

<i>Astylus</i>	13	0,16049383	0,02575827
<i>Toxomerus</i>	1	0,01234568	0,00015242
<i>Dilophus</i>	66	0,81481481	0,66392318
<i>Apis</i>	1	0,01234568	0,00015242
<b>Sumatoria</b>	<b>81</b>	<b>D</b>	<b>0,68998628</b>

*Anexo 13. Autovectores*

**Autovectores**

Variables	e1	e2
ALT	0,41	0,32
TEM	-0,33	-0,13
PREC	0,14	0,82
T.I	0,46	0,01
TIP.I	0,42	-0,33
P.P	0,40	-0,29
TIP.P	0,40	-0,09

**Anexo 14.** Identificación del área de estudio.



**Anexo 15.** Diseño de trampas.



**Anexo 16.** Colocación de las trampas.



**Anexo 17.** Almacenamiento de las muestras.



**Anexo 18.** Procesamiento de las muestras.



**Anexo 19.** Etiquetado de las muestras.



**Anexo 20.** Transporte y almacenamiento de las muestras.



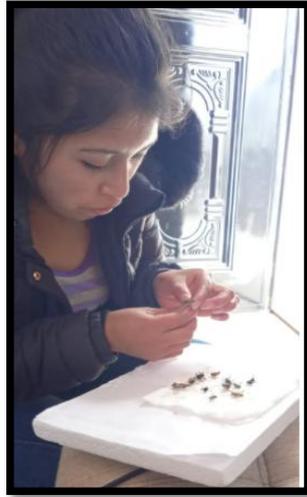
Anexo 21. Morfoespeciación.



Anexo 22. Secado y preparación de los insectos.



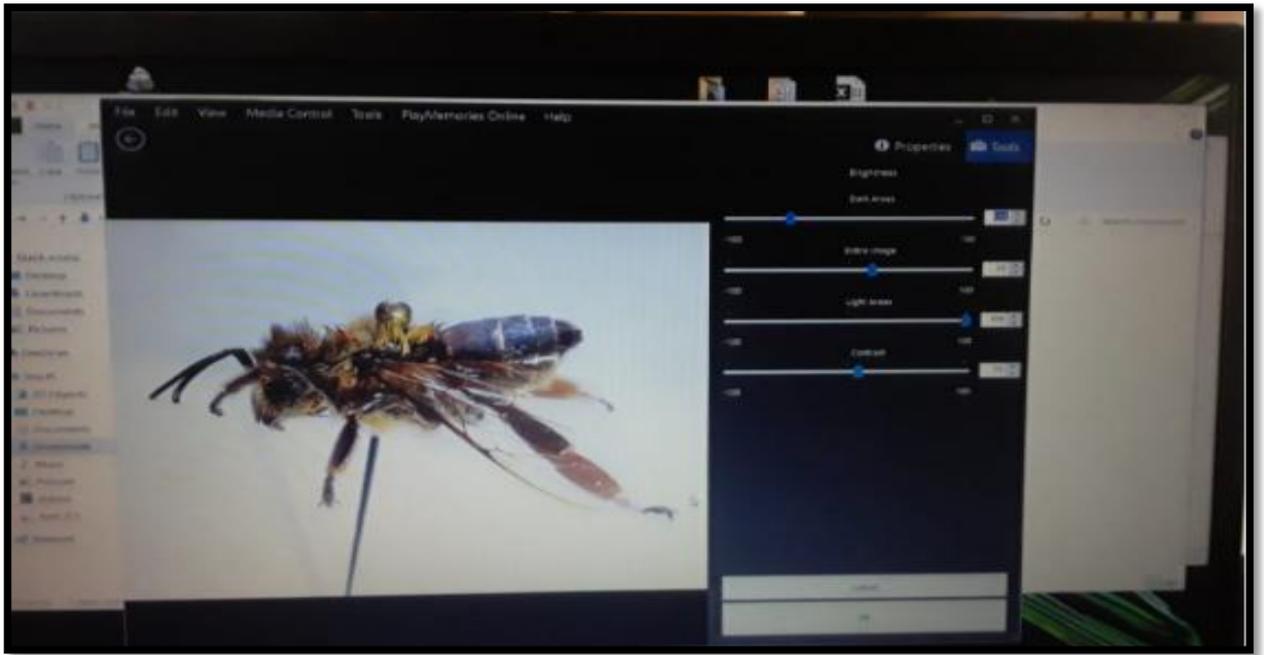
Anexo 23. Montaje para la toma de fotografías.



Anexo 24. Toma de fotografías.



**Anexo 25.** Edición de las fotografías para posteriormente subir al proyecto.



*Anexo 26. Hoja de vida.*

Eristalis, Platycheirus, Toxomerus, Chrysomya, Cynomya, Hedriodiscus, Tachin Dilophus, Tipula, Nephrotoma, Megachile, Apis, Caenohalictus, Mythimna, and Lo According to the multivariate analysis of the climatic conditions (temperatur precipitation) and altitude, the parishes with the lowest rainfall have the highe abundance of insects. The variable rain and size affect the presence of pollinating insect With the diversity and dominance of insects, the Shannon-Wiener index in the five secto understudy has a low variety. As for the supremacy of Simpson, the results were inverse proportional to each other.

**Keywords:** Pollinators, Agrochemicals, iNaturalist app, Insects, Choughs

*Anexo 27. Aval de traducción.*

Eristalis, Platycheirus, Toxomerus, Chrysomya, Cynomya, Hedriodiscus, Tachin Dilophus, Tipula, Nephrotoma, Megachile, Apis, Caenohalictus, Mythimna, and Lo According to the multivariate analysis of the climatic conditions (temperatur precipitation) and altitude, the parishes with the lowest rainfall have the highe abundance of insects. The variable rain and size affect the presence of pollinating insect With the diversity and dominance of insects, the Shannon-Wiener index in the five secto understudy has a low variety. As for the supremacy of Simpson, the results were inverse proportional to each other.

**Keywords:** Pollinators, Agrochemicals, iNaturalist app, Insects, Choughs