

# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS EN  
CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**

**CARRERA DE AGROPECUARIA**



**EVALUACIÓN DE LA AGROBIODIVERSIDAD FUNCIONAL, RELACIONADA CON  
MANEJO DE HÁBITATS PARA ARTRÓPODOS BENÉFICOS EN COTACACHI,  
IMBABURA**

**Trabajo de grado previa a la obtención del Título de Ingeniero Agropecuario**

**AUTORA**

**Jenny Lisbeth Estrada Terán**

**DIRECTORA**

**Ing. Julia Karina Prado Beltrán, PhD.**

**Ibarra, 2024**

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN  
CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES  
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

## “EVALUACIÓN DE LA AGROBIODIVERSIDAD FUNCIONAL, RELACIONADA CON MANEJO DE HÁBITATS PARA ARTRÓPODOS BENÉFICOS EN COTACACHI, IMBABURA”

Trabajo de grado revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación como requisito  
parcial para obtener Título de:

**INGENIERO/A AGROPECUARIO/A**

APROBADO:

Ing. Julia Karina Prado Beltrán, PhD.

**DIRECTOR**



FIRMA

Ing. Doris Chalampunte PhD.

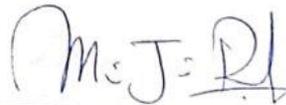
**MIEMBRO TRIBUNAL**



FIRMA

Ing. María José Romero

**MIEMBRO TRIBUNAL**



FIRMA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN  
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1004410492		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Jenny Lisbeth Estrada Terán		
DIRECCIÓN:	Cotacachi, Sucre entre Tereza Valdiviezo y Filemón Proaño		
EMAIL:	<a href="mailto:jlestradat@utn.edu.ec">jlestradat@utn.edu.ec</a>		
TELÉFONO FIJO:	2915744	TELÉFONO MÓVIL:	0962290682

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	“EVALUACIÓN DE LA AGROBIODIVERSIDAD FUNCIONAL, RELACIONADA CON MANEJO DE HÁBITATS PARA ARTRÓPODOS BENÉFICOS EN COTACACHI, IMBABURA”
AUTOR (ES):	Jenny Lisbeth Estrada Terán
FECHA DE APROBACIÓN: DD/MM/AAAA	3/01/2024
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniera Agropecuaria
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Julia Karina Prado Beltrán, PhD.

**2. CONSTANCIAS**

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 4 días del mes de enero de 2024 (Fecha de entrega a Biblioteca)

EL AUTOR:

Nombre: Jenny Lisbeth Estrada Terán

## CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Jenny Lisbeth Estrada Terán, bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 4 días del mes de enero de 2024



---

Ing. Julia Karina Prado Beltrán PhD.

DIRECTOR DE TESIS

## REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

**Guía:** FICAYA-UTN

**Fecha:** Ibarra, a los 4 días del mes de enero del 2024

**Jenny Lisbeth Estrada Terán:** "Evaluación de la agrobiodiversidad funcional, relacionada con manejo de hábitats para artrópodos benéficos en Cotacachi, Imbabura" /Trabajo de titulación. Ingeniero Agropecuario.

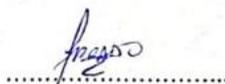
Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, a los 4 días del mes de enero del 2024 113 páginas.

### **DIRECTOR (A):**

- El objetivo principal de la presente investigación fue: Evaluar la agrobiodiversidad funcional relacionada con manejo de hábitats para artrópodos benéficos en Cotacachi, provincia de Imbabura.

Entre los objetivos específicos se encuentran:

- Caracterizar los hábitats en las chacras de las comunidades de Cotacachi mediante un inventario para la evaluación de la agrobiodiversidad.
- Analizar la influencia de la agrobiodiversidad de las chacras, en la población de insectos polinizadores y controladores biológicos, a través de monitoreo directo e indirecto.
- Determinar el efecto de las estrategias de manejo de control de plagas, a través de una entrevista a los agricultores de las comunidades de Cotacachi.



**Ing. Julia Karina Prado Beltrán PhD.**

**Directora de Trabajo de Grado**



**Jenny Lisbeth Estrada Terán**

## **AGRADECIMIENTO**

*Primeramente ,agradezco a mis padres, hermanos y familia por el apoyo brindado, por acompañarme en este proceso de formación y de culminación de mi carrera universitaria.*

*A la Dra. Julia Prado, Ing. María José Romero y Dra. Doris Chalampunte por su ayuda, colaboración en este largo camino de formación profesional y por compartir sus conocimientos conmigo.*

*A los agricultores Juan Umquiango y Galo Santillan por su colaboración y oportunidad para desarrollar y culminar con éxito esta investigación.*

*Finalmente, a mis amigos, compañeros a todas las personas que directa o indirectamente me brindaron su apoyo de manera desinteresada.*

*¡Muchas gracias!*

**Jenny Estrada**

## DEDICATORIA

*A mis padres Blanca Terán y Crhistian Estrada por ser los pilares fundamentales en toda esta etapa, por enseñarme que los valores responsabilidad, amabilidad, honradez y respeto me permitirán llegar lejos y por todo su amor y motivación para seguir adelante.*

*A mis hermanos Andrés y Doménica por brindarme su apoyo incondicional en los momentos más difíciles.*

*A mi pareja Eduardo Saltos por su paciencia, apoyo y tiempo brindado para culminar esta etapa universitaria.*

*A mi hija Atenea Margarita por ser el motivo de mi esfuerzo y dedicación por llenarme de alegría y ternura en los momentos más difíciles.*

*Finalmente, dedico a mis familiares y amistades quienes han aportado con sus consejos y ayuda en esta etapa, por las risas y momentos compartidos.*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE CONTENIDO.....	I
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	V
RESUMEN.....	VI
ABSTRACT.....	VII
CAPÍTULO I .....	9
1.1 ANTECEDENTES.....	9
1.2 PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	11
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	12
1.4 OBJETIVOS.....	13
1.4.1. Objetivo General.....	13
1.4.2. Objetivos Específicos.....	13
1.5 PREGUNTAS DIRECTRICES.....	13
CAPÍTULO II .....	14
2.1 AGROBIODIVERSIDAD FUNCIONAL (FAB).....	14
2.1.2 Potencial de regulación biológica .....	14
2.2 SERVICIOS ECOSISTÉMICOS (SE).....	15
2.2.1 Servicios de regulación.....	16
2.2.2 Servicios de soporte .....	19
2.2.3 Servicios de aprovisionamiento .....	19
2.2.4 Servicios culturales .....	19
2.3 CLASIFICACIÓN DE LOS PRINCIPALES INSECTOS.....	20
2.3.1 Orden Hymenoptera.....	20
2.3.2 Orden Diptera.....	20
2.3.3 Orden Lepidoptera .....	21

2.3.4 Orden Coleoptera .....	22
2.3.5 Orden Hemiptera.....	23
2.3.6 Orden Odonata .....	23
2.3.7 Orden Neuroptera.....	24
2.4 MANEJO DE HÁBITATS.....	25
2.4.1. Rotación de cultivos.....	26
2.4.2 Cercas vivas .....	26
2.4.3 Elección de la época adecuada para la siembra .....	26
2.4.4 Manejo integrado del suelo y agua .....	27
2.5 ESTRATEGIAS DE MANEJO PARA EL CONTROL DE PLAGAS.....	27
2.5.1 Control cultural .....	27
2.5.2 Control biológico .....	27
2.5.3 Control químico .....	27
2.5.4 Control mecánico.....	28
2.6 ÍNDICES DE BIODIVERSIDAD.....	28
2.6.1 Diversidad alfa .....	28
2.6.2 Diversidad beta .....	29
2.7 MARCO LEGAL.....	30
2.2.1 Constitución de la República del Ecuador .....	30
2.2.2 Objetivos de desarrollo sostenible .....	31
2.2.3 Ley orgánica de agrobiodiversidad, semillas y fomento de la agricultura sustentable.....	31
CAPÍTULO III.....	32
MARCO METODOLÓGICO.....	32
3.1 Caracterización del área de estudio.....	32
3.1.1 Ubicación política .....	32

3.2 Materiales, equipos, insumos y herramientas .....	34
3.3 Métodos.....	34
3.3.2 Unidad de observación.....	34
3.3.4 Análisis estadístico.....	36
3.4 Variables evaluadas.....	37
3.4.1 Número de especies de plantas .....	37
3.4.2 Número de artrópodos benéficos .....	38
3.4.3 Estrategias de manejo para el control de plagas .....	40
3.5 Manejo específico del experimento.....	40
3.5.1 Selección de las chakras.....	40
3.5.2 Establecimiento del ensayo.....	41
3.5.3 Muestreo utilizando cuadrantes .....	42
3.5.2 Colecta de especímenes .....	42
3.5.3 Clasificación de insectos.....	42
3.5.4 Elaboración de la Encuesta .....	43
CAPÍTULO IV.....	44
4.1 Número de especies de plantas.....	44
4.2 Índices de diversidad alfa y beta.....	73
4.2.1 Índices de diversidad alfa por Margalef y Shannon-Wiener .....	73
4.2.2 Índices de diversidad beta de similaridad por Jaccard y Moricita .....	75
4.3 Número de morfotipos y número de insectos totales por orden.....	77
4.3.1 Diptera.....	77
4.3.2 Otros ordenes .....	80
4.4 Estrategias de manejo para el control de plagas.....	92
CAPÍTULO V.....	94

5.1 CONCLUSIONES.....	94
5.2 RECOMENDACIONES.....	95
VI. REFERENCIAS .....	96

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> <i>Espécimen de Hymenoptera polinizando.....</i>	17
<b>Figura 2</b> <i>Presencia de Coccinellidae como controlador biológico en áfidos.....</i>	17
<b>Figura 3</b> <i>Organismos entomófagos: a) Avispa parasitando a pulgones, b) Larva de Coccinellidae alimentándose de áfidos.....</i>	18
<b>Figura 4</b> <i>Abeja silvestre polinizando .....</i>	20
<b>Figura 5</b> <i>Diptero perteneciente a la familia de sirfidos.....</i>	21
<b>Figura 6</b> <i>Mariposa perteneciente al orden Lepidoptera.....</i>	22
<b>Figura 7</b> <i>Coccinellidae perteneciente al orden Coleoptera.....</i>	23
<b>Figura 8</b> <i>Chinche perteneciente al orden Hemiptera.....</i>	23
<b>Figura 9</b> <i>Libélula perteneciente al orden Odonata.....</i>	24
<b>Figura 10</b> <i>Crisopa perteneciente al orden Neuroptera .....</i>	25
<b>Figura 11</b> <i>Mapa de ubicación de las áreas de estudio en el cantón Cotacachi .....</i>	33
<b>Figura 12</b> <i>Sitios de muestreo utilizados para el cálculo de índices de biodiversidad.....</i>	35
<b>Figura 13</b> <i>Recorrido por la finca para la identificación de especies de plantas.....</i>	38
<b>Figura 14</b> <i>Delimitación del área de la chakra.....</i>	38
<b>Figura 15</b> <i>Colecta de insectos mediante el uso de a) red entomológica y b) trampas amarillas</i>	39
<b>Figura 16</b> <i>Esquema de la distribución de las redes entomológicas y trampas amarillas en la chakra .....</i>	39
<b>Figura 17</b> <i>Encuestas realizadas a los agricultores.....</i>	40
<b>Figura 18</b> <i>Áreas de estudio: chakra a, b y c .....</i>	41
<b>Figura 19</b> <i>Selección de los sitios de muestreo en la chakra .....</i>	41
<b>Figura 20</b> <i>Muestreo en cuadrantes utilizado para la colocación de trampas amarillas.....</i>	42
<b>Figura 21</b> <i>Conteo y clasificación de los especímenes colectados.....</i>	43
<b>Figura 22</b> <i>Dendograma de similaridad, la altura a la que se unen las chacras indica el grado de afinidad entre estos, según el coeficiente de similaridad de Jaccard.....</i>	75

<b>Figura 23</b> <i>Dendograma de similaridad, la altura a la que se unen las chacras indica el grado de afinidad entre estos, según el coeficiente de similaridad de Moricita .....</i>	76
<b>Figura 24</b> <i>Número de insectos totales del orden Diptera colectados mediante red entomológica .....</i>	79
<b>Figura 25</b> <i>Número de insectos totales del orden Diptera colectados mediante trampas amarillas .....</i>	80
<b>Figura 26</b> <i>Número de insectos totales en la chakra 1 colectados mediante red entomológica, clasificados por orden.....</i>	85
<b>Figura 27</b> <i>Número de insectos totales en la chakra 1 colectados mediante trampa amarilla, clasificados por orden.....</i>	86
<b>Figura 28</b> <i>Número de insectos totales en la chakra 2 colectados mediante red entomológica, clasificados por orden.....</i>	87
<b>Figura 29</b> <i>Número de insectos totales en la chakra 2 colectados mediante trampa amarilla, clasificados por orden.....</i>	88
<b>Figura 30</b> <i>Número de insectos totales en la chakra 3 colectados mediante red entomológica, clasificados por orden.....</i>	89
<b>Figura 31</b> <i>Número de insectos totales en la chakra 3 colectados mediante trampa amarilla, clasificados por orden.....</i>	90

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> <i>Ubicación geográfica de las chacras, tomado de Google Earth.....</i>	33
<b>Tabla 2</b> <i>Materiales, equipos, insumos y herramientas utilizados en el estudio de la agrobiodiversidad funcional relacionada con el manejo de hábitats para artrópodos benéficos..</i>	34
<b>Tabla 3</b> <i>Inventario de las especies vegetales existentes en las chacras 1, 2 y 3 (biodiversidad alta, media y baja).....</i>	46
<b>Tabla 4</b> <i>Índices de diversidad de especies vegetales por Margalefy y Shannon- Wiener.....</i>	74
<b>Tabla 5</b> <i>Número de morfotipos totales por orden en todas las chacras.....</i>	77
<b>Tabla 6</b> <i>Morfotipos del orden Diptero colectados en las chacras 1, 2 y 3.....</i>	78
<b>Tabla 7</b> <i>Morfotipos colectados de los órdenes: Lepidoptera, Coleoptera, Hymenoptera, Hemiptera, Odonata, Dermaptera, Orthoptera, Neuroptera y Thysanoptera en las chacras 1, 2 y 3.....</i>	81

# **EVALUACIÓN DE LA AGROBIODIVERSIDAD FUNCIONAL, RELACIONADA CON MANEJO DE HÁBITATS PARA ARTRÓPODOS BENEFICOS EN COTACACHI, IMBABURA.**

Jenny Lisbeth Estrada Terán  
Universidad Técnica del Norte  
Correo: [jlestradat@utn.edu.ec](mailto:jlestradat@utn.edu.ec)

## **RESUMEN**

La agrobiodiversidad funcional ha sido revalorizada en los últimos años gracias a los servicios ecosistémicos que brindan, en las chakras la diversidad de plantas e insectos contribuyen con estos servicios. El objetivo de esta investigación fue evaluar la diversidad de insectos relacionada a la diversidad de plantas presentes en chakras de Cotacachi, Imbabura. Este estudio se llevó a cabo en tres chakras pertenecientes a la UNORCAC, donde se realizó la colecta de insectos mediante el uso de una red entomológica y trampas adhesivas, además de un inventario de especies vegetales, también se utilizó la herramienta past4.0 para el cálculo de índices de biodiversidad alfa (Margalef y Shannon-Wiener) y beta (Jaccard y Morisita-Horn). Los resultados indican la presencia de los órdenes Coleoptera, Dermaptera, Hemiptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Neuroptera, Odonata, Orthoptera, Thysanoptera y Diptera. Donde el número de morfotipos para la chakra con diversidad alta fue 15, 11 y 9 para Diptera, Hemiptera y Lepidoptera, con la presencia de 78 especies vegetales, la chakra con diversidad media presentó 12, 11 y 10 para Diptera, Hemiptera y Lepidoptera, con 69 especies vegetales, mientras que la chakra con diversidad baja fue 11, 7 y 5 para Diptera, Lepidoptera y Hemiptera, con 67 especies vegetales. La plaga predominante fueron los trips en la chakra que presentó diversidad media con 230 individuos, las estrategias de control que utilizaron los agricultores fueron: aplicación de agroquímicos, rotación y asocio de cultivos. Se determinó que la chakra uno presentó mayor diversidad en presencia de insectos y especies vegetales.

**Palabras claves:** Especies vegetales, arvenses, insectos benéficos.

## ABSTRACT

Functional agrobiodiversity has been revalued in recent years thanks to the ecosystem services they provide, in the chakras the diversity of plants and insects contribute to these services. The objective of this research was to evaluate the diversity of insects related to the diversity of plants present in chakras of Cotacachi, Imbabura. This study was carried out in three chakras belonging to the UNORCAC, where insects were collected using an entomological net and sticky traps, in addition to an inventory of plant species. The past4.0 tool was also used to calculate alpha (Margalef and Shannon-Wiener) and beta (Jaccard and Morisita-Horn) biodiversity indices. The results indicate the presence of the orders Coleoptera, Dermaptera, Hemiptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Neuroptera, Odonata, Orthoptera, Thysanoptera and Diptera. Where the numbers of morphotypes for the chakra with high diversity were 15, 11 and 9 for Diptera, Hemiptera and Lepidoptera, with the presence of 78 plant species, the chakra with medium diversity presented 12, 11 and 10 for Diptera, Hemiptera and Lepidoptera, with 69 plant species, while the chakra with medium diversity was 11, 7 and 5 for Diptera, Lepidoptera and Hemiptera, with 67 plant species. The predominant pest was thrips in the chakra that presented medium diversity with 230 individuals, the control strategies used by the farmers were: application of agrochemicals, rotation and crop association. It was determined that chakra one presented greater diversity in the presence of insects and plant species.

**Keywords:** Plant species, weeds and beneficial insects.

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 ANTECEDENTES

La agrobiodiversidad funcional es definida como aquellos elementos que integran a la biodiversidad en los campos o paisajes agrícolas, estos elementos proporcionan servicios ecosistémicos que conducen hacia una producción agrícola sostenible, que puede brindar beneficios al medio ambiente tanto a nivel regional como global (Gerits et al., 2020). Adicionalmente la agrobiodiversidad funcional enfatiza la aplicación y el desarrollo de prácticas que, específicamente, mejoran y explotan elementos de la biodiversidad de una manera racional, basándose en la regulación biológica donde sea posible (Iermanó et al., 2015).

Los servicios ecosistémicos también denominados “servicios de la naturaleza” son aquellos beneficios percibidos por la población humana siendo derivados, directa o indirectamente de las funciones realizadas por un ecosistema (Costanza et al., 1997). La polinización, el control natural de plagas, la provisión del agua y mantenimiento del suelo son servicios que funcionan de una manera tan complicada e interconectada entre sí que no pueden ser reemplazados por la tecnología (Martínez et al., 2017).

Los servicios ecosistémicos tienen su origen en los años ochenta a raíz de una denuncia que fue realizada por los efectos negativos de la contaminación, deforestación, reducción de la capa de ozono, colapso de pesqueras importantes y el cambio del clima (Carson, 2010), de esta manera se hace conciencia de aquellas actividades que fueron realizadas a costa de la pérdida y degradación de ecosistemas, afianzando la dependencia de la sociedad en los servicios naturales e impulsando el interés público en la conservación de la biodiversidad (Ruiz y Camacho, 2012).

Por otro lado, la agrobiodiversidad ha sido revalorizada en los últimos años gracias a estos servicios ecosistémicos que brinda, este es el indicador de mayor importancia para la sostenibilidad general de los agroecosistemas (Lobo y Medina, 2009). Los servicios y la diversidad de especies de plantas e insectos, ayudan a mantener reguladas las poblaciones de plagas, enfermedades y malezas a través de los denominados controladores biológicos o enemigos naturales, esto es conocido como el potencial de regulación biótica (PRB), que se realiza a través de mecanismos o

funciones ecológicas asociadas a las distintas dimensiones de la agrobiodiversidad (Iermanó et al., 2015).

De esta manera es importante mencionar a la biodiversidad de especies vegetales que se dan mediante un manejo dentro de un agroecosistema, debido a que proporciona hábitats y nichos ecológicos para enemigos naturales, es aquí donde radica la importancia de la biodiversidad temporal que se da bajo a mayor riqueza de especies vegetales (Iermanó et al., 2015).

La diversificación de los hábitats mediante las rotaciones y la fertilización orgánica se asocian con un incremento de la biodiversidad (Sans, 2007). Se conoce que la producción ecológica asociada a la rotación de cultivos en cereales con leguminosas influye significativamente, dado que proporciona efectos y sinergias en la nutrición de las plantas, así como en el control de plagas, enfermedades y arvenses, ejerciendo así un impacto positivo en el rendimiento final del cultivo (Lacasta, 2007).

Por otro lado, los insectos cumplen otro importante servicio ecosistémico que consiste en la polinización, siendo responsables de gran parte de la producción agrícola de alimentos (Miñarro et al., 2018). Los insectos polinizadores, principalmente abejas melíferas y silvestres, desempeñan este rol fundamental en la producción de los cultivos. Es así que se puede mencionar la importancia de algunos insectos como los abejorros en la naranjilla al incrementar la producción de frutos, mejorando su calidad en cuanto a tamaño y número de semillas (Maglianesi, 2016).

Cabe también mencionar que la implementación de sistemas bajo agricultura y ganadería pastoril, promueven hacia una variabilidad de especies cultivadas, un mayor parcelamiento, rotaciones en tiempo y espacio, y una reducción de determinadas arvenses; constituyendo, así una alternativa para robustecer los mecanismos que favorecen al potencial de regulación biológica (PRB) (Iermanó y Sarandón, 2016).

De esta manera, la diversidad de la vegetación y el correcto ensamble de la estructura vegetal, son indispensables para asegurar la presencia y proporción adecuada de organismos con una amplia variedad de roles ecológicos dentro del agroecosistema. Esto conduce a la existencia de sistemas eficientes en los procesos ecológicos, con mayor estabilidad y resiliencia (Iermanó et al., 2015).

## 1.2 PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

La conservación de la agrobiodiversidad funcional se encuentra afectada debido a las actividades industriales y agrícolas aplicadas a la hora de obtener una mayor producción con el fin de alcanzar un porcentaje de ingresos económicos mucho más altos de los esperados (LEISA, 2019).

A nivel mundial las apropiaciones del ser humano hacia los agroecosistemas, provocan alteraciones hacia las especies vegetales y comunidades de polinizadores, debido a la gestión industrial de monocultivos a gran escala y la aplicación de altos insumos en agroquímicos (Kovacs et al., 2017). Por otro lado, la destrucción de los bosques y otros ecosistemas vegetales naturales provocan la erosión genética a causa de la pérdida de las especies de animales polinizadores (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD], 2012).

Estos factores incitan hacia una reducción en la calidad del paisaje, al romper la conectividad de las poblaciones en recursos florales y la diversidad de polinizadores (Kovacs et al., 2017), generando así condiciones alarmantes para la conservación de la agrobiodiversidad (LEISA, 2019).

Por otro lado, el monocultivo es considerado la base ecológica de la aparición de plagas y de la inestabilidad de la agricultura moderna, esto se debe, a la ausencia de rotación de cultivos, creando condiciones favorables para aquellos insectos fitófagos que se alimentan de las plantas, sumado a la ausencia de enemigos naturales y demás mecanismos de regulación biótica (Díaz et al., 2004).

De esta manera es importante mencionar que en Estados Unidos debido al uso de pesticidas y agroquímicos en monocultivos tecnificados el número de colonias de abejas ha disminuido vertiginosamente de 42 millones a 24 millones (Johnson et al., 2010). Además de que solo el consumo en pesticidas para este mismo país es de 544 millones de kg (Donley, 2019), y la superficie de producción destinada a la producción agrícola en EEUU es de alrededor de 3615 millones de ha mismas que se caracterizan por manejar sistemas con monocultivos y avanzada tecnología (Orús, 2023).

Por otro lado, las comunidades campesinas del Ecuador están enfrentando problemas debido a la degradación del medio ambiente, que se manifiesta a consecuencia de los ingresos económicos que se realizan a costa de la biodiversidad, con la adopción de sistemas agrícolas

basados en la aplicación de agroquímicos, afectando así de manera directa o indirecta en el funcionamiento de la agrobiodiversidad (European Learning Network on Functional AgroBiodiversity, 2012).

### 1.3 JUSTIFICACIÓN

Según estudios realizados en el año 2005 se estima que a nivel global la aportación anual de los insectos polinizadores alcanzaba los 153 mil millones de dólares, convirtiéndose así en un servicio ecosistémico clave para la agricultura (Miñarro et al., 2018), del mismo modo en Estados Unidos estos valores van de los 5 a 14 mil millones de dólares anuales que son representados por la ausencia de la abeja *Apis mellifera* como polinizador (Claire et al., 2002).

Adicionalmente se puede afirmar que la sustitución de pesticidas por controladores biológicos, ayuda reducir en un 90 % las plagas y que, a su vez, representa 54 billones de dólares en Estados Unidos (Lobo, 2008). En España el cultivo de cereales en rotación con especies de leguminosas forrajeras, producen un 50% más, incluso cuando estas rotaciones son ecológicas, es decir, sin aplicación de agroquímicos, producen un 30% más que los monocultivos (Lacasta, 2007). Además, estudios realizados en sistemas agrícolas tropicales de pequeños agricultores, demuestran que la presencia de vegetación no agrícola alrededor de tierras agrícolas, proporciona la existencia de una rica comunidad de enemigos naturales responsables del control de plagas con depredación y parasitismo, demostrándose así, cuan valioso es la presencia de márgenes de campo para incrementar la presencia de enemigos naturales (Mkenda et al., 2019).

La presente investigación forma parte del proyecto “Evaluación de la agrobiodiversidad funcional y su rol como servicio ecológico”. Es por esto, que se contribuirá identificando la presencia de hábitats propicios para insectos polinizadores, enemigos naturales de plagas, y la influencia que tiene la rotación de los cultivos en las chakras de las comunidades pertenecientes a Cotacachi.

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1. Objetivo General**

- Evaluar la agrobiodiversidad funcional relacionada con manejo de hábitats para artrópodos benéficos en Cotacachi, provincia de Imbabura.

### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- Caracterizar los hábitats en las chacras de las comunidades de Cotacachi, mediante un inventario para la evaluación de la agrobiodiversidad.
- Analizar la influencia de la agrobiodiversidad de las chacras, en la población de insectos polinizadores y controladores biológicos, a través de monitoreo directo e indirecto.
- Determinar el efecto de las estrategias de manejo de control de plagas, a través de una entrevista a los agricultores de las comunidades de Cotacachi.

## **1.5 PREGUNTAS DIRECTRICES**

- ¿Qué hábitats incrementan insectos polinizadores y controladores biológicos?
- ¿Qué estrategias de manejo contribuyen en la presencia de insectos polinizadores y controladores biológicos?

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 AGROBIODIVERSIDAD FUNCIONAL (FAB)**

La FAB hace referencia a los elementos que componen a la biodiversidad (variación de genes, especies, poblaciones, comunidades y ecosistemas) dentro del paisaje agrícola, este aporta y ofrece una contribución a la función productiva en la agricultura. Los agroecosistemas que conforman a la agrobiodiversidad funcional proporcionan positivamente servicios ecosistémicos claves, para una producción agrícola sostenible (European Learning Network on Functional AgroBiodiversity, 2012). Esto mediante estrategias como el ciclado de nutrientes, la regulación biológica, el mantenimiento del ciclo hidrológico y la polinización. Las mismas que contribuirán con la mejora de la calidad del suelo, polinización de los cultivos, control biológico de plagas, su influencia en el microclima y la disponibilidad de diversidad genética (Lavarello et al., 2019).

De esta manera, se puede afirmar que la biodiversidad agrícola es una amplia y compleja expresión de las interacciones existentes entre sociedad y naturaleza, y es parte fundamental del patrimonio biocultural, al enriquecer la variabilidad genética que permite el surgimiento de atributos, influyendo en su desempeño y adaptabilidad (LEISA, 2019).

Es aquí donde se puede apreciar la importancia de las especies de plantas, insectos y estrategias de manejo de los cultivos, en el sostenimiento de los servicios ecológicos que pueden ayudar con el mantenimiento de la agrobiodiversidad funcional (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD], 2012).

##### **2.1.2 Potencial de regulación biológica**

Es el equilibrio que existe entre los componentes biológicos que conforman a la red trófica de un sistema. Los agroecosistemas con baja diversidad se ven afectados por la falta de interacciones como el herbivorismo, la predación y el parasitismo, estas interacciones constituyen a agroecosistemas que regulan la presencia de plagas, malezas y enfermedades que se presentan en los cultivos (Paleólogos et al., 2017).

### 2.1.2.1 Componentes biológicos

Paleologos et al. (2017) afirman, que los ecosistemas y agroecosistemas cuentan con elementos que se clasifican según la función que realizan dentro de la cadena trófica, siendo los siguientes:

#### **a. Productores (autótrofos)**

Son considerados como la base de la cadena trófica y de la biodiversidad que puede sostener un sistema. Transforman y acumulan la energía lumínica en energía química, a través de la fotosíntesis, por ejemplo: Árboles, arbustos, cultivos y vegetación espontánea.

#### **b. Consumidores (heterótrofos)**

Se encuentran en un nivel trófico superior y precisan de los productores para subsistir, ya que no pueden transformar la energía lumínica. Los que se alimentan de vegetales se denominan consumidores primarios (herbívoros) y es donde encontramos a los insectos plaga y otros animales domésticos. Los que se alimentan de animales son los consumidores secundarios (carnívoros) que es donde encontramos a los controladores biológicos (predadores y parasitoides de plagas) y otros animales (aves).

#### **c. Descomponedores o saprófitos (heterótrofos)**

Se alimentan de deyecciones de animales o tejidos muertos (plantas o cadáveres). Estos actúan en el ciclado de la materia orgánica y los nutrientes. Este grupo comprende a numerosos microorganismos, micro, meso y macrofauna.

## **2.2 SERVICIOS ECOSISTÉMICOS (SE)**

Son un conjunto de organismos, condiciones abióticas e interacciones, que proporcionan beneficios a la humanidad ya que sostienen y nutren la vida humana, esto debido a que permiten hacer un vínculo entre el estado y funcionamiento de los ecosistemas con el bienestar humano. Estos servicios se clasifican en 4 tipos: servicios de provisión (alimentos, agua, energía), servicios de regulación (enfermedades, polinización, purificación del agua, regulación climática), servicios culturales (educación, ocio) y servicios de soporte (ciclo de nutrientes, formación del suelo) (Balvanera y Cotler, 2007).

### **2.2.1 Servicios de regulación**

Se caracteriza por ser uno de los servicios que repercuten en la regulación de procesos que son de beneficio para las personas, algunos ejemplos son: La polinización de los cultivos, control de plagas, mantenimiento de la calidad del aire y suelo. Estos servicios son proporcionados por los ecosistemas y varias de las veces no son reconocidos, pero cuando se ven afectados, las pérdidas resultantes pueden ser importantes y difíciles de recuperar (Izurieta et al., 2018).

#### *2.2.1.1 Polinización*

La polinización es conocido como un proceso donde el polen es transportado desde una flor masculina hacia una flor femenina (García et al., 2016). Los insectos juegan un papel imprescindible al facilitar la polinización de muchas especies vegetales, llevan millones de años evolucionando a la par con las plantas, esto debido a que interactúan de forma mutualista al beneficiarse una de la otra, normalmente los polinizadores obtienen alimento (néctar, polen) y fragancias que posteriormente lo utilizan en sus cortejos o protección para su descendencia (Miñarro et al., 2018).

Es esencial para el mantenimiento de la variabilidad y diversidad de especies vegetales en todo el mundo e importantes en la producción agrícola para satisfacer las altas demandas del mercado por alimentos, se conoce que varias especies de polinizadores contribuyen mejorando la calidad y cantidad de semillas en los frutos gracias a su intervención (García et al., 2016).

Los insectos polinizadores están fuertemente relacionados con polinización entomófila (Figura 1), esta hace referencia a la interacción que tiene un insecto con una planta dando lugar a un tipo de mutualismo de gran interés biológico, considerable valor ecológico y económico en la producción de alimentos. Adicionalmente, es imprescindible el papel de estos insectos, debido a que la producción de dos tercios de las especies cultivadas depende parcial o totalmente de la polinización biótica, reportándose estimaciones de hasta 60.000 dólares anuales para cafetales en Costa Rica, de la misma manera, un valor estimado en 1 600 y 5 700 millones de dólares anuales representa a la polinización de abejas domésticas para EE.UU. (Miñarro et al., 2018).

## Figura 1

Espécimen de Hymenoptera polinizando



La polinización en los cultivos es sin duda uno de los servicios más conocidos debido al papel que cumplen al proveernos de alimentos, se conoce que el 35% de los alimentos dependen de la polinización animal, siendo las abejas, aves, murciélagos, polillas y otros insectos los que cumplen con este rol (Zhang et al., 2007).

### *2.2.1.3 Control biológico de plagas.*

Es un manejo de ecosistemas, que busca reducir las poblaciones de insectos plaga, mediante la acción de sus enemigos naturales o también llamados controladores biológicos. Estos insectos lo que hacen es vivir a expensas de otros organismos matándolos y por lo general pueden ser depredadores, parasitoides y patógenos (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias [INIAP], 2015). Este control de plagas es proporcionado por la presencia de avispas, mariquitas (Figura 2), mantis, moscas, aves, arañas y hongos entomopatógenos, que suprimen el daño causado por plagas y mejorando el rendimiento de los cultivos (Zhang et al., 2007).

## Figura 2

Presencia de Coccinellidae como controlador biológico en áfidos.



El control biológico fue concebido a inicios del siglo XIX por naturistas de diferentes países, donde reseñaron el importante papel de los organismos entomófagos (Figura 3) en la naturaleza como controladores biológicos, al restablecer el perturbado equilibrio ecológico causado por la presencia de organismos perjudiciales (Guédez et al., 2008).

### Figura 3

Organismos entomófagos: a) Avispa parasitando a pulgones, b) Larva de Coccinellidae alimentándose de áfidos.



Esta práctica evita la resistencia de plagas por la aplicación de insecticidas, teniendo como beneficio la reducción de estos organismos, bajo costo en el control, evita la resurgencia de plagas secundarias y no contamina el medio ambiente (Servicio Nacional de Sanidad Agraria [SENASA], 2016). Además, Valdivieso (2011) menciona que el ahorro de un agricultor al aplicar controladores biológicos en lugar de pesticidas es de un 80%, obteniendo así innumerables beneficios en la fauna y flora de los agroecosistemas y abriendo puertas hacia mercados de exportación con la implementación de estas prácticas saludables.

La presencia de enemigos naturales, como los artrópodos, constituye uno de los grupos más importantes para el control de plagas. Actualmente, el control biológico de plagas es un pilar fundamental de programas basados en la protección de cultivos. La creciente importancia del control biológico se ha impulsado, especialmente, para hacer frente a efectos nocivos contra la salud humana por el uso de productos químicos, el escaso respeto por el medio ambiente y el incremento de resistencias a insecticidas por parte de las plagas (Urbaneja et al., 2005). La implementación de ciertos hábitats como los setos o también llamados cinturones de vegetación ayudan a los agricultores, aumentando la agrobiodiversidad y mostrándose como una respuesta para el control natural de poblaciones de insectos fitófagos en la producción de cereales (Lacasta, 2007).

#### *2.2.1.4 Descomposición de residuos*

Es un servicio ecosistémico crucial con varias dimensiones de importancia, entre ellas es el ciclo de nutrientes, liberando sustancias esenciales que pueden ser absorbidas por plantas, favoreciendo la fertilidad del suelo y crecimiento de la vegetación (Balvanera y Cotler, 2007). La calidad del agua, debido a que una descomposición eficiente de residuos contribuye a la filtración natural del agua, previniendo la contaminación y manteniendo la salud de los ecosistemas acuáticos. La regulación del clima, ya que afecta en la liberación de gases, como el dióxido de carbono. Además, ayuda en la prevención de enfermedades al mantener el equilibrio en los ecosistemas al eliminar materia orgánica muerta lo que evita la acumulación de desechos que podrían convertirse en criaderos de patógenos y plagas (Izurieta et al., 2018).

#### **2.2.2 Servicios de soporte**

Los servicios de soporte también llamados de apoyo son procesos ecológicos que se encargan de mantener y asegurar el mantenimiento adecuado de los ecosistemas. Además, son considerados como fundamentales para que la naturaleza siga su curso, como: hábitat de especies y el mantenimiento de la diversidad genética. El primero se encarga de dar las condiciones que un ser vivo pueda necesitar para vivir y reproducirse, el segundo hace referencia sobre el sostenimiento de la variedad de genes (Martínez et al., 2017).

#### **2.2.3 Servicios de aprovisionamiento**

Los ecosistemas proveen diversos beneficios materiales, como agua, alimentos y madera, conocidos como “servicios de aprovisionamiento”. Muchos de estos servicios se encuentran en los mercados, pero en numerosas áreas, los hogares rurales dependen directamente de ellos para su sustento. La pesca en ríos, la recolección de frutos en bosque y la obtención de madera son ejemplos concretos de estos servicios que contribuyen a satisfacer las necesidades humanas básicas (Izurieta et al., 2018).

#### **2.2.4 Servicios culturales**

Los servicios de tipo cultural abarcan aspectos como la recreación, la conexión con la identidad cultural, el vínculo emocional con la tierra y las experiencias espirituales vinculadas al entorno natural. Estos servicios incluyen oportunidades para el turismo y actividades recreativas que contribuyen al bienestar psicológico y cultural de las comunidades, además los valores

asociados a la cultura y conexión con la naturaleza son elementos fundamentales dentro de este tipo de servicios (Martínez et al., 2017).

## 2.3 CLASIFICACIÓN DE LOS PRINCIPALES INSECTOS

### 2.3.1 Orden Hymenoptera

Los representantes de este grupo son abejas, abejorros, avispas y hormigas, su nombre proviene del griego que significa ala membranosa, así caracterizándose por poseer cuatro alas membranosas, un aguijón en algunas especies y un abdomen fusionado con el tórax (Zumbado y Azofeifa, 2018). Y representan a uno de los órdenes más hiperdiversos con alrededor de 150 000 especies reconocidas. En su mayoría estas especies son consideradas beneficiosas ya que intervienen en la polinización y en aspectos relacionados con el control de plagas, ya sea como parasitoides o depredadores de insectos plaga en los cultivos (Fernández y Pujade, 2015).

De esta manera Zumbado y Azofeifa, (2018) destacan a las familias Braconinae, Microgastrinae y Opinae, que actúan como parasitoides de insectos plaga. En cuanto a su hábito alimenticio se conoce que prefieren las flores de colores amarillos (Figura 4), violetas o azules, con olores suaves y con grandes cantidades de néctar o polen (Aupas, 2020).

#### Figura 4

*Abeja silvestre polinizando*



### 2.3.2 Orden Diptera

Los Dipteros también conocidos como moscas, mosquitos y afines se encuentran en todos los hábitats imaginables terrestres, se han descrito alrededor de 160 591 especies, representando así al segundo grupo más mega diverso. Como características morfológicas presentan una cabeza

de formas muy variadas, ojos compuestos o simplemente ojos y antenas de forma y tamaños variados, un aparato bucal llamado proboscis o probóscide de tipo chupador por lo general, tórax y un par de alas (Diptera= dos alas) (Tolra, 2015).

La mayoría son carroñeras, aunque algunas especies son omnívoras. Dentro de este orden las familias de Sirfidos (Figura 5) y Cecidomidos, han tenido implicación en el control biológico de plagas como áfidos y mosca blanca (Urbaneja et al., 2005; Zumbado y Azofeifa, 2018). Además, estas especies de insectos polinizan las flores y se alimentan de néctar (Aupas, 2020).

### **Figura 5**

Diptero perteneciente a la familia de sirfidos



### **2.3.3 Orden Lepidoptera**

Son mariposas o polillas (Figura 6), cuentan con dos pares de alas, antenas, ojos compuestos bien desarrollados y una trompa llamada espiritrompa, además presentan fases de huevo, larva, pupa y adulto. Dentro de este grupo se conocen más de 150 000 especies descritas, son el tercer orden con más especies descritas después de los órdenes Coleoptera y Diptera. Existen trece superfamilias con especies que constituyen plagas, como: Gelechioidea, Noctuoidea, Yponomeutoidea, Tortricoidea y Pyraloidea. Algunas orugas de especies de las familias Noctuidae, Pyralidae, Psychidae y Tineidae, han desarrollado hábitos carnívoros o saprófagos (que se alimentan de biomasa animal, vegetal, muerta o en descomposición), incluso depredadores eficaces contra algunas cochinillas (García et al., 2015).

Este grupo de insectos prefieren 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, se encargan de

la polinización de aquellas flores que se abren desde el atardecer hasta por la mañana, prefieren flores horizontales, de colores blanquecinos y con marcas olorosas (Aupas, 2020).

### Figura 6

*Mariposa perteneciente al orden Lepidoptera*



#### 2.3.4 Orden Coleoptera

Generalmente llamados como escarabajos, son el grupo con mayor éxito evolutivo, al colonizar ampliamente todos los medios, excepto el mar abierto. Es uno de los insectos que presenta cabeza, tórax y abdomen, ojos compuestos de formas y tamaños muy variables, antenas (escapo), piezas bucales de estructura ortopteroide (Figura 7). Algunas de estas especies son beneficiosas en el control de plagas en cosechas y plantas invasoras. Por esta razón, han sido criados a partir de poblaciones salvajes en sus áreas de origen para ser liberados de manera controlada en los países invadidos. Entre éstos cabe destacar a miembros de las familias Coccinellidae (depredación de ácaros y hongos) y Curculionidae (Zarazaga, 2015).

Según Urbaneja et al., (2005) las presas preferenciales por Coleopteros son:

- Pulgones: Coccinellidae de los géneros: *Scymnus*, *Adalia*, *Coccinella* y *Propylea*.
- Cochinillas: Coccinélidos de pequeño tamaño como los *Diaspídeos*.
- Mosca blanca: Coccinélido pequeño de color castaño con manchas amarillas en los élitros (alas) y otro de color negro brillante.

Los Coleopteros cuentan con una alimentación variada siendo: Fitófagos, carnívoros, fungívoros, detritívoros y coprófagos. Los escarabajos tienden a polinizar por casualidad cuando se alimentan, aunque algunos en ocasiones destruyen las flores que frecuentan. Son atraídos por flores de color blanco o verde blanquecino, solitarias o en racimo, con grandes cantidades de polen y muy olorosas (Aupas, 2020).

### **Figura 7**

*Coccinellidae perteneciente al orden Coleoptera*



#### **2.3.5 Orden Hemiptera**

Los Hemípteros son un grupo de insectos con características variadas en cuanto a su forma, alas, antenas, hábitos alimenticios e historia natural, siendo chinches (Figura 8), chicharras, áfidos, mosca blanca y escamas. Los miembros de este orden son considerados en su mayoría como plagas ya que en su mayoría cuentan con un aparato bucal de tipo chupador en forma de pico, con un estilete interno formado por mandíbulas y maxilas modificadas, que las utilizan para succionar savia y jugos de las plantas. Mientras que especies de la subfamilia Asopinae conocidos también como pentatómidos depredadores son enemigos naturales de insectos plaga contra coleópteros adultos, chinches fitófagos, abejones y larvas de mariposas (Zumbado y Azofeifa, 2018).

### **Figura 8**

*Chinche perteneciente al orden Hemiptera*



#### **2.3.6 Orden Odonata**

El nombre Odonata deriva del griego odontos que significa dientes. Se han descrito alrededor de 6 000 especies en todo el mundo, los miembros de este orden son conocidos como calenturientos, caballitos del diablo, pipilachas, gallegos, libélulas y helicópteros (Zumbado y Azofeifa, 2018). Este grupo en su cabeza destacan a ojos grandes y compuestos, antenas

relativamente pequeñas, dos pares de alas membranosas alargadas y grandes, además de contar con patas alargadas (Torralba, 2015).

Las libélulas (Figura 9) son consideradas como bioindicadores para medir la salud actual de un ecosistema, esto por el rol ecológico que desempeñan, debido a que relejan cambios en la salud de los ecosistemas acuáticos mucho más rápido que otros organismos, ya que procesan la materia orgánica y promueven el flujo de alimento a otros organismos (Gil, et al., 2007), adicionalmente, juegan un papel imprescindible al ser depredadores de insectos plaga en los cultivos como la mosca blanca, sancudos y mosca pequeña (Jiménez, 2009).

### **Figura 9**

*Libélula perteneciente al orden Odonata*



### **2.3.7 Orden Neuroptera**

El nombre de este orden proviene del griego neuron= nervio y pteron= ala, poseen dos pares de alas membranosas con múltiples nervaduras formando una red (Zumbado y Azofeifa, 2018). Se conocen unas 6 000 especies, son insectos que poseen metamorfosis completa y habitualmente tres estadios larvarios (huevo, larva y pupa), las larvas son acuáticas y terrestres (Ribera y Melic, 2015). Dentro de este gran grupo encontramos que en su mayoría son depredadores y algunos adultos se alimentan de polen y larvas terrestres, miembros de la familia Crysopidae (crisopas) (Figura 10), son depredadores de varias plagas de interés agrícola, principalmente pulgones, araña roja (ácaros) y huevos de mariposas.

## Figura 10

*Crisopa perteneciente al orden Neuroptera*



### 2.4 MANEJO DE HÁBITATS

Los insectos necesitan de un medio ambiente que les proporcione: Alimentación, nidificación, reproducción y cobijo. La pérdida de cualquiera de estos factores puede causar su extinción local (FAO, 2009). La composición del paisaje, que comprende al número y tipo de hábitats, el distanciamiento entre cultivos y hábitats seminaturales, la estructura del paisaje con presencia de bandas florales, setos, cubiertas o nidales dentro de las fincas, son algunos de los factores que influyen en la diversidad dentro del agroecosistema (Miñarro et al., 2018). Adicionalmente, las áreas en descanso, cultivo de plantas que benefician la presencia de polinizadores y cultivos de cobertura son algunas de las técnicas que se pueden implementar para preservar y mantener la presencia de estos insectos (FAO, 2014).

Un experimento realizado por dos años, se logró evaluar la influencia concurrente de la agrobiodiversidad funcional, donde se dio a notar la influencia que tuvo la presencia de franjas con flores silvestres al observar que las plantas adyacentes al cultivo mostraron tener resultados mayores en cuanto al número de frutos, peso fresco y biomasa de frutos, demostrándose, que la presencia de varios grupos funcionales como las flores silvestres, influyen significativamente en la visita de los insectos hacia las flores del cultivo (Balzan et al., 2016).

De la misma manera, la implementación de setos, franjas vivas o cinturones de vegetación con especies de plantas autóctonas del lugar ayudan a controlar la presencia de poblaciones de insectos fitófagos, esto debido a que la implementación de fauna auxiliar aumenta la diversidad de

controladores biológicos en predadores de plagas y enfermedades en los cultivares (Urbaneja et al., 2005).

#### **2.4.1. Rotación de cultivos**

La rotación de cultivos consiste en alternar plantas de diferentes familias y con necesidades nutritivas diferentes en un mismo lugar durante distintos ciclos, para evitar la perpetuación de enfermedades, agotamiento del suelo, invasión de malas hierbas e invasión de plagas (Rivera, et al., 2020). El monocultivo es considerado como la base ecológica que permite la aparición de plagas y la inestabilidad de la agricultura moderna. Este método de cultivo crea condiciones favorables para los insectos fitófagos, afectando la acción de los controladores biológicos y demás mecanismos de regulación (Díaz et al, 2004).

Por otro lado, mediante la rotación de cultivos no adecuados para las plagas, se interrumpe el ciclo de vida de estos organismos nocivos, que por lo general sobreviven en los rastrojos, plantas que actúan como hospederos provisionales y suelo, siendo esta una medida rentable para el control de nemátodos y organismos patógenos (Brechelt, 2004). Además, la rotación de cultivos con leguminosas, mantienen la productividad del suelo, produciendo nitrógeno fijado de forma biológica y ayudando a combatir enfermedades, plagas y malas hierbas, al romper la continuidad de los cultivos (Lacasta, 2007).

#### **2.4.2 Cercas vivas**

Las cercas vivas evitan el daño de los animales grandes, protegen la finca y pueden hospedar a grandes cantidades de insectos, arañas, aves y otros organismos útiles para el control natural de plagas. Este tipo de sistemas crean nichos ecológicos para controladores biológicos de plagas, crea diversidad en la parcela y protegen a los cultivos de las influencias ambientales (Brechelt, 2004).

#### **2.4.3 Elección de la época adecuada para la siembra**

Una correcta elección en la época de siembra reduce la infestación de plagas y para ello es imprescindible conocer los ciclos de vida de los insectos plaga más importantes y los efectos de sus diferentes estadios en los cultivos (Brechelt, 2004).

#### **2.4.4 Manejo integrado del suelo y agua**

Son prácticas de manejo que caracterizan por presentar sistemas de producción polifuncionales (sistemas más productivos y diversos), que permiten mejorar las condiciones del suelo y la eficiencia en la utilización de los nutrientes y el agua, favoreciendo de esta manera a los servicios ecosistémicos y aumentando la capacidad de resiliencia de los sistemas productivos frente al cambio climático (Montiel y Ibrahim, 2015).

### **2.5 ESTRATEGIAS DE MANEJO PARA EL CONTROL DE PLAGAS**

Son aquellas actividades que se realizan en campo para conseguir el control de insectos plaga en los cultivos (Jiménez, 2009).

#### **2.5.1 Control cultural**

Es una de las técnicas más antiguas y efectiva, donde se crea condiciones desfavorables para el insecto plaga, con el fin de interrumpir sus ciclos reproductivos, reduciendo la disponibilidad de alimentos y favoreciendo la multiplicación de sus enemigos naturales (Jiménez, 2009). Esto mediante procedimientos como la destrucción de las fuentes de infestación de la plaga, vigorización de las plantas, interrupción de sus ciclos de desarrollo, formación de condiciones micro climáticas desfavorables para el insecto, eludir las épocas del año favorables para los insectos, establecimiento de fechas de siembra, preparación del suelo, aplicación de fertilizantes, uso de cultivos en asocio, cultivos trampa, rotación de cultivos y destrucción de plantas hospederas (Martínez, 2010).

#### **2.5.2 Control biológico**

Es una técnica que consiste en la acción de enemigos naturales contra aquellos que causan daño (plaga), mediante el uso de: Depredadores, parasitoides y patógenos (hongos, bacterias, virus) que actúan como gentes de control para un insecto plaga. El control biológico busca reducir las poblaciones de la plaga a una proporción que no cause daño económico, permitiendo una cantidad poblacional de la plaga que garantiza la supervivencia del agente controlador (Nicholls, 2008).

#### **2.5.3 Control químico**

Es el uso de agroquímicos para el control de plagas, existen diferentes variedades de productos. Su uso causa complicaciones ambientales, agroecológicas y sobre la salud humana,

ejemplos de ello tenemos: Resistencia de plagas a agroquímicos, contaminación del ambiente y problemas por intoxicación en humanos (Jiménez, 2009).

#### **2.5.4 Control mecánico**

Es un método que está orientado hacia la destrucción de la plaga en forma directa, causando trastornos fisiológicos o creando ambientes desfavorables para su desarrollo normal. Las actividades que se realizan en este control son: Remoción y destrucción manual de las plagas, colocación de barreras físicas (plásticos de invernadero), trampas amarillas, trampas con cebos para ratas, trampas de agua, trampas de luz, remoción de malezas a mano, uso de implementos manuales (azadón y machete) (Salgado y Baca, 2006).

### **2.6 ÍNDICES DE BIODIVERSIDAD**

El término biodiversidad forma parte de la diversidad genética, diversidad de especies y la diversidad del funcionamiento de los ecosistemas. La diversidad de especies es imprescindible para el mantenimiento de la estructura de comunidades y cadenas alimenticias, de esta manera los índices de biodiversidad nos permiten medir la salud de los sistemas naturales, para tomar en cuenta a la variedad de componentes que organizan la vida y sus procesos (Carmona y Carmona, 2013).

#### **2.6.1 Diversidad alfa**

Hablamos de diversidad alfa cuando la riqueza de especies de una comunidad determinada, es considerada como homogénea y es utilizada en estudios a nivel local (Martella et al., 2012).

##### *2.6.1.1 Índice de Margalef*

Es utilizada para para estimar la diversidad de una comunidad basándose en la distribución numérica de los individuos presentes en la muestra. El índice transforma el número de especies detectadas por la muestra a una proporción a la cual las especies de la muestra son añadidas por expansión (Martella et al., 2012).

Ecuación:

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

Donde:

- S= Número de especies registradas
- N= Número total de individuos detectados

### 2.6.1.2 Índice de Shannon- Wiener

Utilizado para medir la biodiversidad específica y medir el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especies pertenecerá cada individuo escogido al azar. Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies se encuentran representadas en una muestra. De la misma manera establece que si una comunidad de S especies es muy homogénea, existe una especie claramente dominante y las restantes S-1 especie apenas presentes, el grado de incertidumbre será más bajo que si todas las S especies fueran igualmente abundantes (Moreno, 2001).

Ecuación:

$$H = - \sum_{i=1} \pi_i \ln \pi_i \quad (2)$$

Donde:

- H= Diversidad de especies.
- $\pi_i$ = Es la proporción del número de individuos de a especie i con respecto a N.
- $\ln(\pi_i)$ = Logaritmo natural de  $\pi_i$ .

La diversidad máxima ( $H_{\max}=\ln S$ ) se alcanza cuando todas las especies están igualmente presentes. Un índice de homogeneidad asociado a esta medida de diversidad puede calcularse como el cociente  $H/H_{\max}=H/\ln S$ , que será uno si todas las especies que componen la comunidad tienen igual probabilidad ( $\pi_i=1/S$ ). El antilogaritmo de H ( $e^H$ ) cuantifica el número de especies, igualmente abundantes, suficiente para producir el mismo valor de H. Cuanto mayor sea la diferencia entre  $e^H$  y S, el total de las especies, menos diversa será la comunidad. Esta cuantificación puede ser útil al comparar gráficos de dispersión del índice de Shannon en función de la riqueza de varias comunidades (Pla, 2006).

### 2.6.2 Diversidad beta

Es aquella que mide el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre comunidades, se obtiene a partir de comparaciones entre pares de unidades de paisaje (Martella et al., 2012).

#### 2.6.2.1 Índice de Jaccard

Es un método cualitativo que expresa la semejanza que existe entre muestras considerando la composición de especies, relaciona el número de especies compartidas con el número total de las especies exclusivas. Además, permite medir el grado de similaridad o disimilaridad existente

entre un grupo de ecosistemas, cuando  $J_{ij}=0$  su intersección es nula y cuando  $J_{ij}=1$  las agrupaciones en estudio son idénticas (Villareal et al., 2004).

Ecuación:

$$IJ = \left(\frac{c}{a+b+c}\right) (3)$$

- a= Especies exclusivas en la muestra 1
- b=Especies exclusivas en la muestra 2
- c= Especies comunes en ambas muestras

### 2.6.2.2 Índice de Morisita

Relaciona las abundancias específicas de la muestra con las abundancias relativas y total. Es uno de los métodos cuantitativos que expresan la semejanza entre dos muestras y considera la composición de especies y sus abundancias. Además, cuando  $I_{Mor} = 1$  significa que las muestras son iguales, mientras para  $I_{Mor} = 0$  significan que las muestras son distintas (Villareal et al., 2004).

Ecuación:

$$I_{Mor} = n \frac{\sum X^2 - N}{N(N-1)} (4)$$

- N= Número de parcelas
- $\sum X^2 = \sum f(x)X^2 =$  Suma de cuadrados del número de individuos multiplicado por  $f(x)$ ;  $f(x) =$  frecuencia de individuos
- $N = \sum f(x) =$  Frecuencia total de individuos encontrados en todas las n parcelas.

## 2.7 MARCO LEGAL

Esta investigación se basa en los cuerpos legales vigentes en el Ecuador, basándose en la Constitución Nacional del Ecuador del 2008, como fuente de la norma suprema, así como también en el Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025, mismos que destaca artículos y objetivos sobre la importancia de la agrobiodiversidad en los ecosistemas.

### 2.2.1 Constitución de la República del Ecuador

La preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas y sobre todo la biodiversidad, este tema está enmarcado en el capítulo segundo, de la Constitución del Ecuador, en donde hace énfasis a los derechos del Buen Vivir, enmarcado en la Sección Segunda de

Ambiente Sano, la cual reconoce el derecho a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, garantizando la sostenibilidad y el Buen Vivir.

### **2.2.2 Objetivos de desarrollo sostenible**

El objetivo 15 resalta proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de la biodiversidad, además dentro de la meta 15.4 y 15.a, la primera busca conservar los ecosistemas montañosos, incluida su diversidad biológica, con el fin de mejorar sus capacidad de proporcionar beneficios esenciales para el desarrollo sostenible y la segunda pretende movilizar y aumentar significativamente los recursos financieros procedentes de todas las fuentes para conservar y utilizar de forma sostenible la biodiversidad y los ecosistemas.

### **2.2.3 Ley orgánica de agrobiodiversidad, semillas y fomento de la agricultura sustentable**

El título II, capítulo I que trata sobre el fomento y aseguramiento de la agrobiodiversidad y la semilla campesina, y en el título III, en todos sus capítulos ya que buscan mejorar la producción, comercialización e intercambio, y promoción de semilla campesina con el fin de mantener la biodiversidad que presenta las chakras de los agricultores campesinos.

## CAPÍTULO III

### MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1 Caracterización del área de estudio

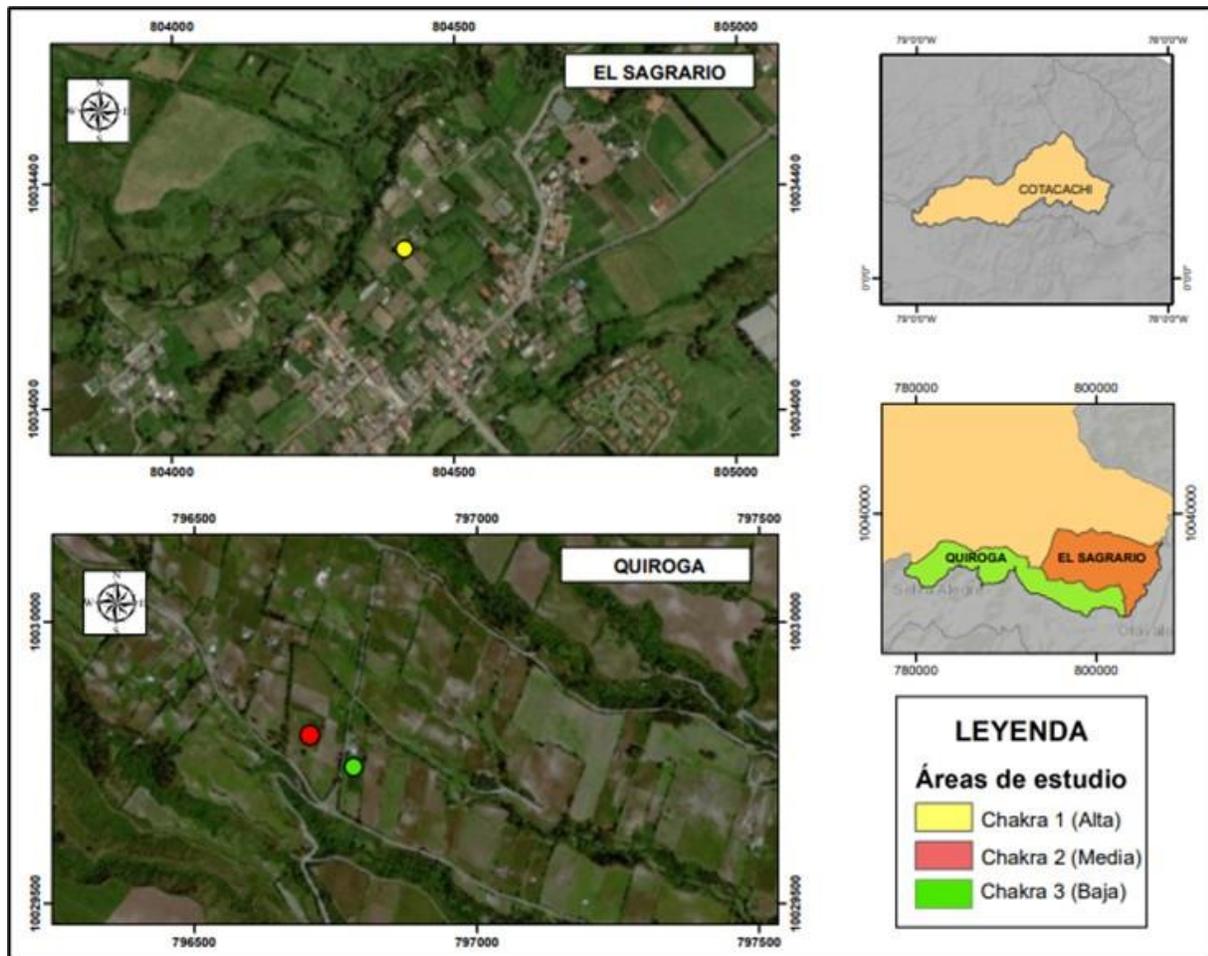
La presente investigación se realizó en la zona altoandina del cantón Cotacachi. Es una zona con amplia diversidad cultural y étnica donde la mayoría de su población es indígena, las mismas que mantienen tradiciones de cultivo y uso de agrobiodiversidad característicos. La riqueza en agrobiodiversidad se debe a las prácticas ancestrales vinculadas a sus conocimientos tradicionales, y una producción destinada al autoconsumo, adicionalmente, presenta una serie de microclimas que han promovido el desarrollo de una variada agrobiodiversidad. Los habitantes de las comunidades indígenas de Cotacachi, tienen como actividad económica principal la agricultura familiar campesina, que especialmente está liderada por mujeres, que constituye la fuente de alimentos e ingresos económicos de la familia. Por otro lado, sus chacras con menos de 1 ha por familia y con el 50% de familias que no tienen acceso al agua de riego, practican una agricultura altamente dependiente de las condiciones climáticas.

##### 3.1.1 Ubicación política

La investigación se desarrolló en tres chacras pertenecientes a la UNORCAC, ubicadas en la ciudad de Cotacachi (Figura 11), provincia de Imbabura. Este cantón presenta una gran variedad de pisos climáticos con sus propias precipitaciones y temperaturas, siendo sus precipitaciones anuales de 906 mm y temperatura promedio de 15 °C y, presenta cuatro tipos de climas bien marcados como son el clima ecuatorial de alta montaña, tropical mega térmico húmedo y ecuatorial mesotérmico semi húmedo (PDOT, 2015-2035).

**Figura 11**

*Mapa de ubicación de las áreas de estudio en el cantón Cotacachi*



### 3.1.2 Ubicación geográfica.

Geográficamente las áreas de estudio tienen las siguientes coordenadas (Tabla 1):

**Tabla 1**

*Ubicación geográfica de las chakras, tomado de Google Earth*

	Chakra		
	1	2	3
<b>Latitud</b>	0°18'35.38"N	0°16'10.06"N	0°16'7.68"N
<b>Longitud</b>	78°15'54.96"O	78°20'4.65"O	78°20'1.96"O
<b>Altitud</b>	2 421 m s.n.m	2 821 m s.n.m	2 822 m s.n.m

### 3.2 Materiales, equipos, insumos y herramientas

**Tabla 2**

*Materiales, equipos, insumos y herramientas utilizados en el estudio de la agrobiodiversidad funcional relacionada con el manejo de hábitats para artrópodos benéficos*

<b>Materiales de campo</b>	<b>Materiales de oficina</b>	<b>Materiales de laboratorio</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Cuaderno de campo</li><li>• Redes entomológicas</li><li>• Trampas adhesivas amarillas</li><li>• Frascos letales</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Computadora</li><li>• Esferográfico</li><li>• Lápiz</li><li>• Borrador</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mandil</li><li>• Frascos de vidrio</li><li>• Alcohol</li><li>• Yeso</li><li>• Aserrín</li><li>• Estereoscopio</li><li>• Equipo de disección.</li></ul>

### 3.3 Métodos

La metodología que se aplicó en este trabajo fue descriptiva, se evaluó el efecto del manejo de hábitats en la población de artrópodos benéficos de las chakras pertenecientes a la UNORCAC.

#### 3.3.2 Unidad de observación.

La unidad de observación en esta investigación fueron tres chakras pertenecientes a la UNORCAC (Figura 12). La chakra uno (biodiversidad alta) con 1394 m<sup>2</sup> se encuentra ubicada en el barrio San José en la parroquia El Sagrario, esta chakra se caracterizó por presentar cercas vivas con especies nativas como: aliso, porotongo, guaba, sauce, lantana y retamilla, y mayor diversidad en los grupos: arbóreas, arbustos, frutales, arvenses y especies hortícolas que son destinadas al autoconsumo y venta en la feria Jambi Mascari. Estos productos son caracterizados por ser 100% orgánicos al ser producidos con abonos orgánicos provenientes de las excretas de cerdos y cuyes producidos por el dueño.

La chakra dos (biodiversidad media) con 4996 m<sup>2</sup> está ubicada en la comunidad de Cumbas Conde en la parroquia de Quiroga, se caracterizó por presentar cercas vivas de lechero, zarcilla de Cuba, lantana rastrera, deu, chilca y nigüito, y los mismos grupos que la chakra uno, pero con una diversidad de especies menor. Los productos como hortalizas y mora eran destinados a la venta en

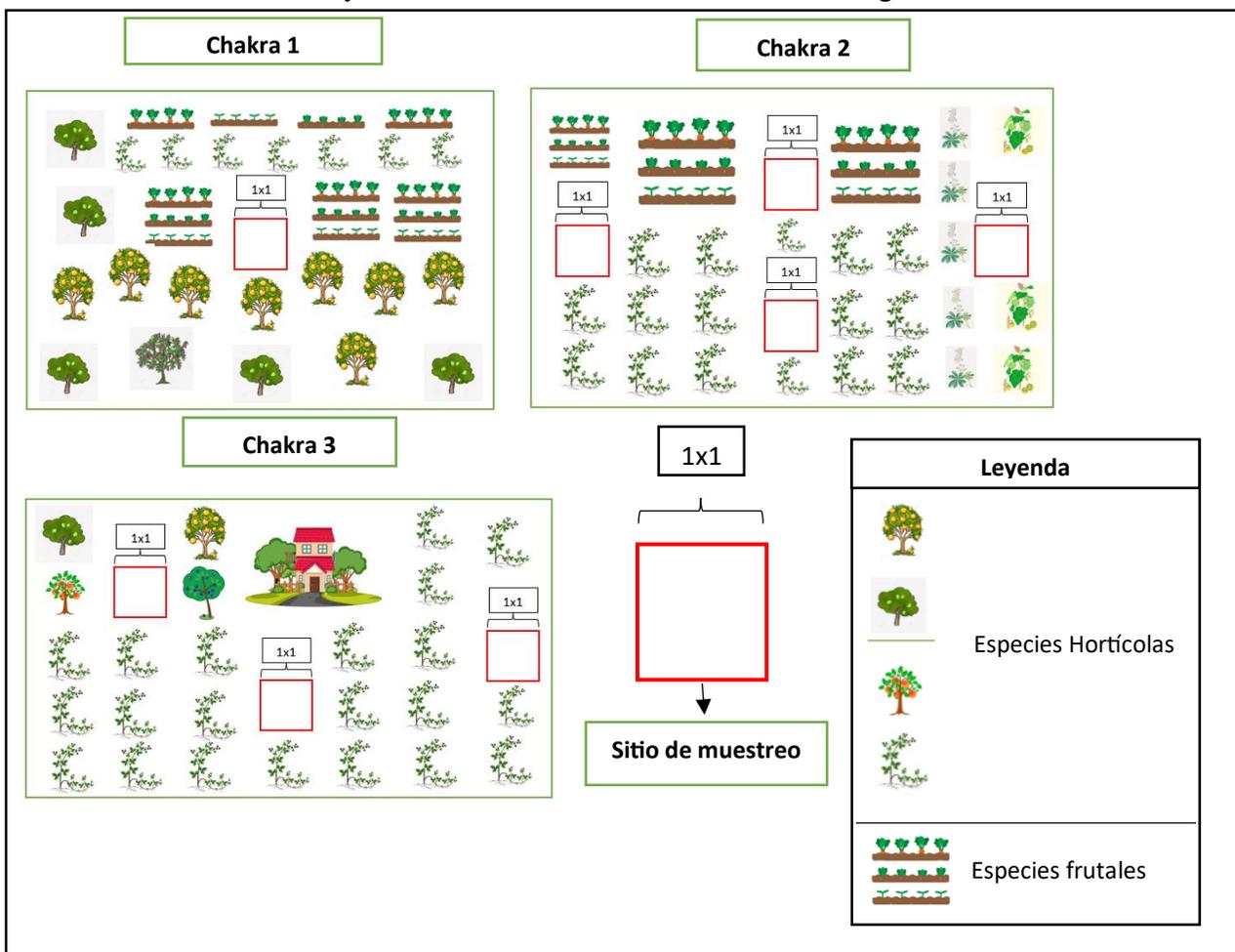
la feria Jambí Mascari ya que contaban con una gran parte de la chakra destinada a la producción del cultivo de mora.

La chakra tres (biodiversidad baja) con 3903 m<sup>2</sup>, ubicada en la comunidad de Cumbas Conde en la parroquia de Quiroga, se caracterizó por presentar cercas de especies como lechero, aliso, chilillo, emborrachacabras, nigüito, chilca, lantana rastrera, dama de la noche y ricino, y todos grupos antes mencionados en la chakra uno, pero con baja diversidad y mayor dominancia del grupo frutales con el cultivo de mora, donde su producción era destinada a la venta en la feria Jambí Mascari.

De esta manera, se determinó como se encuentra distribuido la presencia de insectos polinizadores y controladores biológicos. Además, de identificar las estrategias de manejo para el control de plagas en las chacras a través de encuestas a los productores.

**Figura 12**

Unidades de observación y sitios de muestreo utilizados en la investigación



### 3.3.4 Análisis estadístico

Fue estadísticamente descriptiva con medias y errores estándares. El cálculo de índices de biodiversidad alfa y beta se realizó a través de la herramienta past4.12.

#### 3.3.4.1 Índices alfa

##### *a. Margalef*

Es utilizada para para estimar la diversidad de una comunidad basándose en la distribución numérica de los individuos presentes en la muestra (Martella et al., 2012).

Ecuación:

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

Donde:

- S= Número de especies registradas
- N= Número total de individuos detectados

##### *b. Shannon-Wiener*

Utilizado para medir la biodiversidad específica y medir el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especies pertenecerá cada individuo escogido al azar (Moreno, 2001).

Ecuación:

$$H = -\sum \pi_i \pi_i \ln \pi_i \quad (2)$$

Donde:

- H= Diversidad de especies.
- $\pi_i$ = Es la proporción del número de individuos de a especie i con respecto a N.
- $\ln(\pi_i)$ = Logaritmo natural de  $\pi_i$ .

#### 3.3.4.2 Índices beta

##### *a. Jaccard*

Es un método cualitativo que permite medir el grado de similaridad o disimilaridad existente entre un grupo de ecosistemas, cuando  $J_{ij}=0$  su intersección es nula y cuando  $J_{ij}=1$  las agrupaciones en estudio son idénticas (Villareal et al., 2004).

Ecuación:

$$IJ = \left( \frac{c}{a+b+c} \right) \quad (3)$$

- a= Especies exclusivas en la muestra 1
- b=Especies exclusivas en la muestra 2
- c= Especies comunes en ambas muestras

### ***b. Morisista-Horn***

Es uno de los métodos cuantitativos que expresan la semejanza entre dos muestras y considera la composición de especies y sus abundancias. Además, cuando  $I_{Mor} = 1$  significa que las muestras son iguales, mientras para  $I_{Mor} = 0$  significan que las muestras son distintas (Villareal et al., 2004).

Ecuación:

$$I_{Mor} = \frac{\sum X^2 - N}{N(N-1)} \quad (4)$$

- N= número de parcelas
- $\sum X^2 = \sum f(x)X^2$  = suma de cuadrados del número de individuos multiplicado por f(x); f(x)= frecuencia de individuos.
- $N = \sum f(x)$  = frecuencia total de individuos encontrados en todas las n parcelas.

## **3.4 Variables evaluadas**

Las variables evaluadas son las siguientes:

### **3.4.1 Número de especies de plantas**

Se efectuó mediante un inventario, utilizando la técnica de listado de especies de González, et al., (2017), consiste en la adición de cada especie detectada a la lista, fue elaborado a partir de las observaciones realizadas mediante recorridos exhaustivos en las chakras (Figura 13), identificando el orden taxonómico, con la ayuda de la aplicación PlantNet, para finalmente clasificarlas por grupos: Arbóreas, arbustos, frutales, arvenses, hortícolas y medicinales, adicionalmente estas fueron documentadas mediante fotos.

### **Figura 13**

*Recorrido por la finca para la identificación de especies de plantas*



#### *3.4.1.1 Delimitación de las chakras*

Para la delimitación (Figura 14) de las chakras se utilizó perfiles horizontales y verticales que se realizaron acorde a la metodología propuesta por Aguirre (2013) los cuales nos ayudaron a determinar las áreas cultivadas a muestrearse.

### **Figura 14**

*Delimitación del área de la chakra*



#### **3.4.2 Número de artrópodos benéficos**

La presencia de insectos benéficos se los identificó realizando monitoreos cada 15 días, durante tres meses en cada una de las chakras. El muestreo se realizó mediante el uso de redes entomológicas y trampas amarillas Horiver de tipo trampa adhesiva con adhesivo húmedo de 10x25 cm (Figura 15).

**Figura 15**

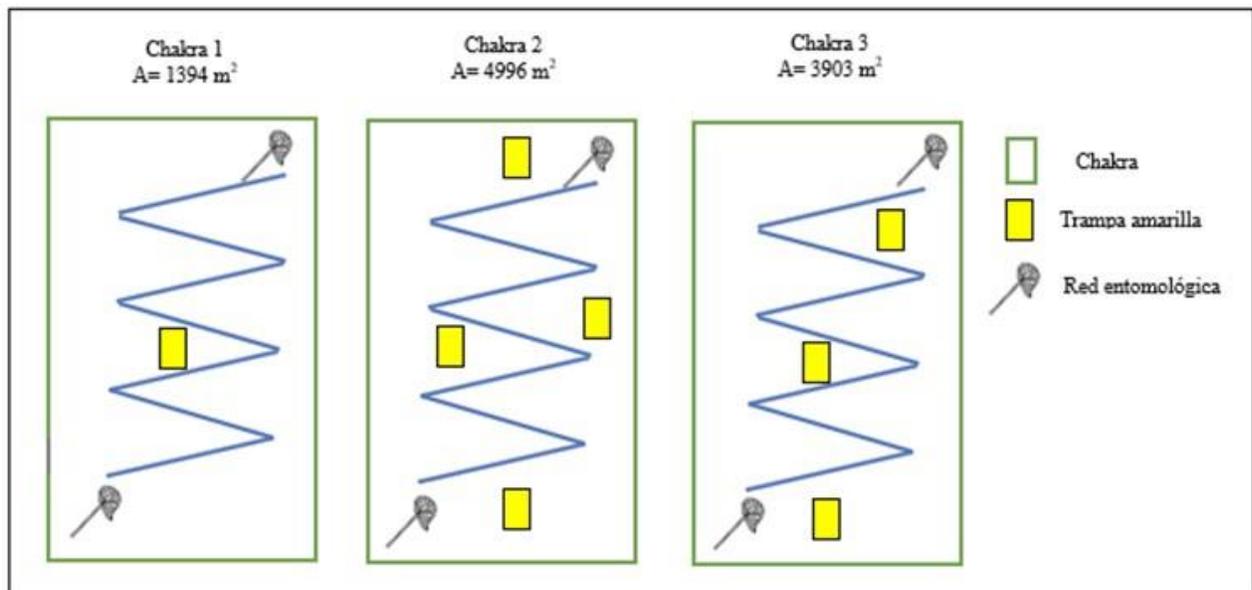
*Colecta de insectos mediante el uso de a) red entomológica y b) trampas amarillas*



En el monitoreo directo se utilizaron redes entomológicas, realizando pases en los sitios de muestreo cubriendo completamente en forma de S con dos pases por sitio y en algunos casos observaciones directas en la planta. Las Colectas se realizaron desde las 9 de la mañana hasta las 12 del mediodía, cada 15 días. El monitoreo indirecto se realizó utilizando trampas amarillas, estas fueron colocadas 8 por hectárea, distribuyéndose en los bordes y en el centro de la chacra, cada 15 días (Figura 15). Luego de esto estas fueron llevadas al laboratorio para clasificarlas por orden taxonómico usando el estereoscopio.

**Figura 16**

*Esquema de la distribución de las redes entomológicas y trampas amarillas en cada chacra*



### 3.4.3 Estrategias de manejo para el control de plagas

Se evaluó mediante una entrevista a los campesinos de las comunidades, donde se realizó una serie de preguntas abiertas y cerradas (Anexo 1).

#### Figura 17

*Encuestas realizadas a los agricultores*



### 3.5 Manejo específico del experimento

#### 3.5.1 Selección de las chakras

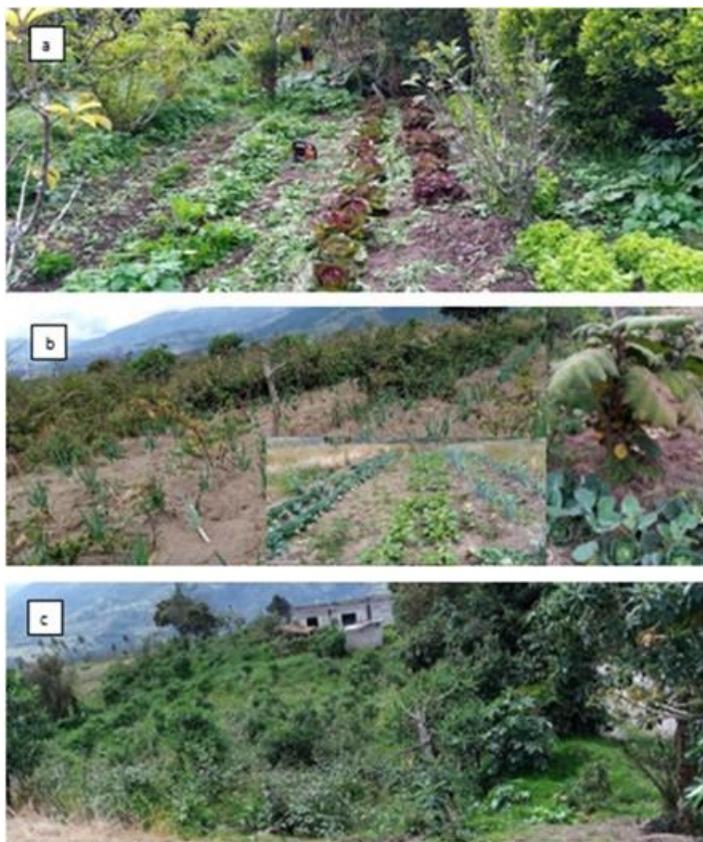
Se realizó un recorrido para seleccionar las chakras de muestreo. Los parámetros a tomar en cuenta fueron relacionados con la composición del ensamblaje vegetal, como:

- a. Presencia de franjas vivas: La presencia de franjas vivas ayudó a determinar el efecto que tienen estas en la disposición de artrópodos benéficos, debido a que este tipo de lugares son considerados como sitios estratégicos, donde los insectos pueden refugiarse y obtener alimento.
- b. Diversidad de plantas: La elección de chakras que presenten mayor diversidad en especies vegetales nos servirán como indicador para saber si a mayor variabilidad de plantas encontraremos mayor diversidad en artrópodos.
- c. Disposición de flores silvestres: Las bandas florales en los sitios de muestreo nos ayudarán a saber el efecto que tienen estas en la presencia de insectos benéficos ya que se ha comprobado que la existencia de flores silvestres influye en la presencia de insectos.

De esta manera se seleccionaron tres chakras (Figura 18) que permitieron evaluar la agrobiodiversidad funcional y su efecto en la presencia de artrópodos benéficos.

## Figura 18

Áreas de estudio: *chakra a, b y c*



### 3.5.2 Establecimiento del ensayo

Se realizó un recorrido donde se seleccionó los sitios de muestreo por *chakra* (Figura 19), se escogió lugares estratégicos como: Presencia de diferentes especies de plantas, disposición de cercas vivas y diversidad de flores silvestres.

## Figura 19

*Selección de los sitios de muestreo en la chakra*



### 3.5.3 Muestreo utilizando cuadrantes

Los sitios de muestreo se realizaron por medio de parcelas cuadradas (Figura 20) que según Mostacedo y Fredericksen (2000), es considerado uno de los métodos más comunes en vegetación. Es por ello que este método se lo implementó para medir la presencia de insectos benéficos en cada una de las chakras, ya que el tipo de diseño de muestreo a utilizarse fue estratificado, pues las áreas de estudio no presentan homogeneidad y este tipo de diseño se caracteriza por dar preferencia a zonas adecuadas para lo que se pretenda medir (González, et al., 2017). Así mismo estas áreas presentaron los parámetros descritos en la selección de las chakras.

#### Figura 20

*Muestreo en cuadrantes utilizado para la colocación de trampas amarillas*



### 3.5.2 Colecta de especímenes

La colecta de los insectos se realizó cada 15 días, con redes entomológicas y trampas adhesivas. Los pases con redes, se realizaron en forma de S, se utilizaron frascos letales a base de yeso y alcohol etílico al 70%, para su clasificación. Las trampas adhesivas fueron colocadas 8 por hectárea, posteriormente, las cuales fueron llevadas al laboratorio para su posterior conteo por orden. Las fotos de los insectos colectados fueron subidas al programa iNaturalist, para su posterior identificación.

### 3.5.3 Clasificación de insectos

Se realizó mediante el uso de claves taxonómicas expuestas por McGavin (2000), de esta manera se las clasificará dependiendo al orden al que pertenezcan: Himenoptera, Diptera, Lepidoptera, Coleoptera, Hemiptera, Odonata y Neuroptera (Figura 21).

## Figura 21

*Conteo y clasificación de los especímenes colectados*



### **3.5.4 Elaboración de la Encuesta**

La encuesta (Anexo 1) se realizó tomando en cuenta tres aspectos que se consideraron importantes después de haber colectado información, estos son: plagas, controladores biológicos y prácticas culturales. Las dos primeras se realizaron con el fin de obtener información acerca de los conocimientos que tenían los agricultores en cuanto plagas y controladores biológicos. Mientras que el tercero fue para obtener información detallada de las actividades que realizan los agricultores en sus cultivos y de las estrategias que utilizan en el control de plagas. De esta manera se elaboraron una serie de preguntas abiertas y cerradas que fueron encuestadas a cada uno de los agricultores en las chakras.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Número de especies de plantas

Para la identificación de la agrobiodiversidad en las chakras se utilizó un inventario descriptivo mismo que nos ayudó a determinar cuántas especies vegetales existen en cada chakra. En la Tabla 3 se muestra la clasificación botánica de las especies encontradas en la chakra con diversidad alta, media y baja.

La chakra con diversidad alta presentó 78 especies vegetales. De acuerdo con su uso se puede agrupar en arbóreas, arbustivas, frutales, arvenses y hortícolas. Es importante señalar que el 50% corresponde a arvenses, el 24.36% a frutales, 11.54% a hortícolas, 7.69% a arbustos, 3.85% a arbóreas y 1.28% a helechos y musgos. Donde el número de individuos por especie en todos los cuadrantes fue: *Digitaria ciliaris* Retz. Koeler con 26 individuos, *Malva parviflora* L. con 17, *Erechtites hieraciifolius* L. con nueve, *Rumex obtusifolius* L. con ocho, *Solanum chenopodioides* Lam., *Tradescantia fluminensis* Vell., *Veronica persica* Poir. con cinco, *Salvia tiliifolia* Vahl L. con cuatro, *Galinsoga parviflora* Cav. con tres, *Passiflora ligularis* Juss., *Dysphania ambrosioides* L. Mosyakin & Clemants, *Amaranthus blitum* L. con dos, *Citrus reticulata* Blanco, *Solanum quitoense* Lam., *Pennisetum clandestinum* Hoechst Ex Chiov con un individuo.

La chakra con diversidad media presentó 69 especies vegetales. De acuerdo con su uso se puede agrupar en arbóreas, arbustivas, frutales, arvenses, hortícolas y medicinal. Es importante señalar que el 52.17% corresponde a arvenses, el 26.09% a hortícolas, el 7.25% a arbustos, 7.25% a frutales y 1.45% para arbóreas, medicinales, helechos y musgos. Donde el número de individuos por especie en los cuadrantes son: *Scleranthus annuus* L. con 270, *Digitaria sanguinalis* L. Scop con 206 individuos, *Plantago lanceolata* L. con 195 y *Spergula arvensis* L. con 120, *Persicaria capitata* con 117, *Rumex acetosella* L. con 67, *Silene gallica* L. con 45, *Holcus lanatus* L., *Paspalum fimbriatum* con 30, *Lupinus mutabilis* Sweet con nueve, *Rubus divaricatus* P.J.Müll., *Lathyrus sativus* L. con ocho, *Vicia sativa* L., *Bidens pilosa* L. con siete, *Raphanus raphanistrum* L. con seis, *Galinsoga parviflora* Cav., *Euphorbia laurifolia* con cuatro, *Oenothera indecora*

Cambess,, *Pennisetum clandestinum* Hoechst Ex Chiov, *Hypochaeris radicata* L., *Cerastium pumilum* Curtis con dos y *Physalis peruviana* L., *Taraxacum officinale*, *Poa anual* L. con uno.

La chakra con diversidad media presentó 67 especies vegetales. De acuerdo con su uso se puede agrupar en arbóreas, arbustivas, frutales, arvenses, hortícolas y medicinales. Es importante señalar que el 44.78% corresponde a arvenses, 26.87% a frutales, 14.93% a arbustos, 4.48% a medicinales, 2.99% a arbóreas y hortícolas, 1.49% a musgos y helechos. Donde el número de individuos por especie presentes en todos los cuadrantes fue de: *Digitaria sanguinalis* L. Scop. con 201 individuos, *Persicaria capitata* Buch.-Ham. ex D.Don con 81 y *Digitaria ciliaris* Retz. Koeler con 20, *Malva parviflora* L. con 13, *Lysimachia foemina* Mill. U.Manns & Anderb. con 11, *Pennisetum clandestinum* Hoechst Ex Chiov con diez, *Raphanus raphanistrum* L., *Cyclanthera pedata* con seis, *Galinsoga parviflora* Cav. con tres, *Urtica dioica* L., *Bidens pilosa* L., *Physalis peruviana* L. con dos y *Trifolium repens* L., *Rubus ulmifolius* Schott, *Coriaria myrtifolia* L., *Lantana trifolia* L., *Vicia sativa* L., *Psidium guineense* Sw., *Passiflora tripartita* Juss. Poir., *Dysphania ambrosioides* L. Mosyakin & Clemants, *Citrus sinensis* L. Osbeck con uno.

**Tabla 3**

*Inventario de las especies vegetales existentes en las chakras 1, 2 y 3 (biodiversidad alta, media y baja)*

Grupo	N. Común	N. Científico	Familia	Foto	Chakra		
					1	2	3
Arbórea	Aliso napolitano	<i>Alnus cordata</i> (Loisel.) Duby	Betulaceae		X		X
	Lechero blanco	<i>Euphorbia laurifolia</i> Juss ex Lam.	Euphorbiaceae			X	X
	Porotongo	<i>Erythrina velutina</i> Willd.	Leguminosae		X		
	Sauce	<i>Salix humboldtiana</i> Willd.	Salicaceae		X		

Arbusto	Retama	<i>Genista monspessulana</i> (L.) L.A.S.Johnson	Leguminosae		X		
	Ruda	<i>Ruta chalepensis</i> L.	Rutaceae				X
	Marco	<i>Ambrosia peruviana</i> Will.	Asteraceae				X
	Nigüito	<i>Miconia ciliata</i> (Rich.) DC.	Melastomataceae			X	X
	Chilca	<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz y Pavón) Pers.	Compositae			X	X

	Chocho	<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet	Leguminosae			X	X
	Dama de la noche	<i>Cestrum nocturnum</i> L.	Solanaceae		X		X
	Ricino	<i>Ricinus communis</i> L.	Euphorbiaceae				X
	Chilillo	<i>Monnina salicifolia</i> Ruiz & Pav	Polygalaceae				X
	Emborrachacabras	<i>Coriaria ruscifolia</i> L.	Coriariaceae			X	X

	Locoto	<i>Capsicum baccatum</i> L.	Solanaceae			X	X
	Rocoto	<i>Capsicum pubescens</i> Ruiz & Pav.	Solanaceae		X		
	Pimiento	<i>Capsicum annum</i> L.	Solanaceae		X		
	Achira	<i>Canna indica</i> L.	Cannaceae		X		
	Lantana	<i>Lantana camara</i> L.	Verbenaceae		X		

Frutal	Mora	<i>Rubus glaucus</i> Benth	Rosaceae		X	X	X
	Mora	<i>Rubus divaricatus</i> P.J.Müll.	Rosaceae			X	
	Mora de monte	<i>Rubus ulmifolius</i> Schott	Rosaceae				X
	Mandarino	<i>Citrus reticulata</i> Blanco	Rutaceae		X		X
	Guayaba ágria	<i>Psidium guineense</i> Sw.	Myrtaceae		X		X

	Manzano	<i>Malus domestica</i> Borkh	Rosaceae		X		X
	Naranja dulce	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	Rutaceae		X		X
	Aguacate	<i>Persea americana</i> Mill.	Lauraceae		X		X
	Uvilla	<i>Physalis peruviana</i> L.	Solanaceae		X	X	X
	Guaba	<i>Inga edulis</i> Mart.	Leguminosae		X		X

	Granadilla	<i>Passiflora ligularis</i> Juss.	Passifloraceae		X	X	
	Chiluacán	<i>Vasconcellea pubescens</i> A.DC	Caricaceae		X		X
	Babaco	<i>Carica pentagona</i> × Heilborn	Caricaceae				X
	Tacso	<i>Passiflora tripartita</i> (Juss.) Poir.	Passifloraceae		X		X
	Tomate de árbol	<i>Solanum betaceum</i> Cav.	Solanaceae		X		X

	Ciruelo	<i>Prunus domestica</i> L.	Rosaceae		X		X
	Limonero	<i>Citrus limon</i> (L.) Osbeck	Rutaceae		X		X
	Lulo	<i>Solanum quitoense</i> Lam.	Solanaceae		X	X	
	Vid	<i>Vitis vinifera</i> L.	Vitaceae		X		
	Chirimoya	<i>Annona cherimola</i> Mill.	Annonaceae		X		

	Durazno	<i>Prunus pérsica</i> (L.) Stokes	Rosaceae		X		X
	Cerezo	<i>Prunus cerasus</i> L.	Rosaceae				X
	Higo	<i>Ficus carica</i> L.	Moraceae				X
	Mora silvestre	<i>Rubus niveus</i> Thunb.	Rosaceae		X		
Arvense	Bledo	<i>Amaranthus blitum</i> L.	Amaranthaceae		X		X

	Verbena	<i>Verbena brasiliensis</i> Vell.	Verbenaceae				X
	Arrocillo	<i>Echinochloa colona</i> L. Link	Poaceae			X	
	Siempreviva	<i>Boerhavia difusa</i> L.	Nyctaginaceae		X		X
	Heno blanco	<i>Holcus lanatus</i> L.	Poaceae			X	X
	Oreja de ratón	<i>Persicaria virginiana</i> L.	Polygonaceae		X	X	X

La zarcilla de Cuba	<i>Bomarea edulis</i> (Tussac) Herb.	Alstroemeriac eae			X	X
Cerraja	<i>Sonchus arvensis</i> L.	Compositae			X	
Redondita de agua	<i>Hydrocotyle sibthorpioides</i> Lam.	Araliaceae		X		X
Cervellina	<i>Lepidium didymum</i> L.	Brassicaceae				X
Canastilla de Hoja Ancha	<i>Chasmanthium latifolium</i> (Michx.) H.O. Yates.	Poaceae			X	

	Desconocido	<i>Piptatherum paradoxum</i> (L.) P.Beauv.	Poaceae			X	X
	Guascas	<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	Compositae		X	X	X
	Yerbamora	<i>Solanum chenopodioides</i> Lam.	Solanaceae		X		X
	Acedera de hojas obtusas	<i>Rumex obtusifolius</i> L.	Amaranthaceae		X		X
	Diente de León	<i>Taraxacum officinale</i> (L.) Weber ex F.H.Wigg.	Asteraceae		X	X	

	Cenizo común	<i>Chenopodium album</i> L.	Amaranthaceae		X		
	Achicoria de cabra	<i>Erechtites hieraciifolius</i> L.	Compositae		X		
	Kikuyo	<i>Pennisetum clandestinum</i> Hoechst Ex Chiov	Poaceae		X	X	X
	Huinar	<i>Sida rhombifolia</i> L.	Malvaceae		X		
	Veronica	<i>Veronica de Persia</i>	Plantaginaceae		X	X	X

	Chía cimarrona	<i>Salvia tiliifolia</i> Vahl	Lamiaceae		X	X	X
	Amor de hombre	<i>Tradescantia fluminensis</i> Vell.	Commelinaceae		X		
	Bolsa de pastor	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	Brassicaceae		X	X	
	Ortiga	<i>Urtica urens</i> L.	Urticaceae		X		X
	Capulí cimarró	<i>Nicandra physalodes</i> (L.) Gaertn.	Solanaceae		X	X	

	Cerraja	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Compositae		X	X	X
	Tecillo Rojo	<i>Alternanthera brasiliana</i> (L.) Kuntze	Amaranthaceae		X		
	Malva De Bosque	<i>Pavonia sepium</i> A.St.-Hil.	Malvaceae		X		
	Rábano silvestre	<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	Brassicaceae		X	X	X
	Pata de gallina	<i>Digitaria sanguinalis</i> L. Scop.	Poaceae		X	X	X

	Llantén	<i>Plantago major</i> L.	Plantaginaceae		X		
	Llantén menor	<i>Plantago lanceolata</i> L.	Plantaginaceae			X	X
	Ballico italiano	<i>Lolium multiflorum</i> Lam.	Poaceae		X	X	
	Hierba de punta	<i>Poa annua</i> L.	Poaceae		X	X	X
	Lantana rastrera	<i>Lantana movidensis</i> Spreng	Verbenaceae		X	X	X

	Chulco	<i>Oxalis medicaginea</i> Kunth.	Oxalidaceae		X		X
	Malva	<i>Malva verticillata</i> L.	Malvaceae		X		
	Malva de Castilla	<i>Malva parviflora</i> L.	Malvaceae		X		X
	Lorosuso	<i>Oxalis dombeyi</i> A. St.-Hil.	Oxalidaceae		X		
	Hierba de los dientes	<i>Acmella caulirhiza</i> Delile	Compositae		X		

	Paico	<i>Dysphania ambrosioides</i> (L.) Mosyakin & Clemants	Amaranthaceae		X		X
	Rosa de mayo	<i>Salvia lasiocephala</i> Hook. & Arn.	Lamiaceae		X		
	Trébol blanco	<i>Trifolium repens</i> L.	Leguminosae		X	X	X
	Encendecandiles	<i>Sisymbrium officinale</i> (L.) Scop.	Brassicaceae		X		
	Asperilla	<i>Campanula erinus</i> L.	Campanulaceae			X	

	Esparcilla	<i>Spergula arvensis</i> L.	Caryophyllaceae			X	
	Equiseto	<i>Equisetum scirpoides</i> Michx.	Equisetaceae			X	X
	Amor seco	<i>Bidens pilosa</i> L.	Asteraceae		X	X	X
	Hierba cana	<i>Senecio vulgaris</i> L.	Compositae			X	
	Vicia	<i>Vicia disperma</i> DC.	Leguminosae			X	

Verbena amarilla	<i>Bidens ferulifolia</i> (Jacq.) DC.	Compositae			X	
Flor de noche	<i>Oenothera indecora</i> Cambess	Onagraceae			X	X
Mostaza clara	<i>Erucastrum nasturtiifolium</i> (Poir.) O.E.Schulz	Brassicaceae				X
Hierba del chancho	<i>Hypochaeris radicata</i> L.	Asteraceae			X	
Chícharo	<i>Lathyrus sativus</i> L.	Leguminosae			X	

	Achojcha	<i>Cyclanthera pedata</i>	Cucurbitaceae		X		
	Muraje chico	<i>Lysimachia foemina</i> (Mill.) U.Manns & Anderb.	Primulaceae			X	X
	Escleranto anual	<i>Scleranthus annuus</i> L.	Caryophyllaceae			X	
	Ballico perenne	<i>Lolium perenne</i> L.	Gramíneas		X	X	
	Acedera menor	<i>Rumex acetosella</i> L.	Polygonaceae			X	

Hortícola	Cebollino	<i>Allium schoenoprasum</i> L.	Amaryllidaceae		X	X	
	Col de Bruselas	<i>Brassica oleracea</i> L.	Brassicaceae		X	X	
	Cebolla	<i>Allium cepa</i> L.	Amaryllidaceae			X	
	Col	<i>Brassica montana</i> Pourr.	Brassicaceae			X	
	Col rizada	<i>Brassica aleracea</i> var. <i>Sabellica</i> L.	Brassicaceae			X	

	Brócoli	<i>Brassica oleracea</i> L.	Brassicaceae			X	
	Ajo	<i>Allium sativum</i> L.	Amaryllidaceae		X	X	
	Cilantro	<i>Coriandrum sativum</i> L.	Apiaceae			X	
	Sambo	<i>Cucurbita ficifolia</i> Bouché	Cucurbitaceae		X		X
	Calabacín	<i>Cucurbita pepo</i> L.	Cucurbitaceae			X	

	Cebolla puerro	<i>Allium porrum</i> L.	Amaryllidaceae			X	
	Acelga	<i>Beta vulgaris</i> L.	Amaranthaceae		X	X	
	Perejil	<i>Petroselinum crispum</i> (Mill.) Fuss	Apiaceae		X	X	
	Perejil crespo	<i>Petroselinum crispum</i> (Mill.) Fuss	Apiaceae		X	X	
	Espinaca	<i>Spinacia oleracea</i> L.	Amaranthaceae			X	

	Jiquimilla	<i>Smallanthus sonchifolius</i> (Poepp.) H.Rob.	Compositae		X		X
	Zanahoria blanca	<i>Arracacia xanthorrhiza</i> Bancr.	Apiaceae			X	
	Remolacha	<i>Beta vulgaris</i> L.	Amaranthaceae			X	
	Rúcula	<i>Eruca vesicaria</i> (L.) Cav.	Brassicaceae			X	
	Lechuga	<i>Lactuca sativa</i> L.	Compositae		X	X	

Medicinal	Manzanilla común	<i>Matricaria chamomilla</i> L.	Compositae			X	
	Eucalipto limón	<i>Corymbia citriodora</i> (Hook.) K.D.Hill & L.A.S.Johnson	Myrtaceae				X
	Menta piperita	<i>Mentha piperita</i> L.	Lamiaceae				X
	Cabuya	<i>Furcraea cabuya</i> Trel.	Asparagaceae			X	X
Helecho	Helecho	<i>Elaphoglossum lingua</i> (C. Presl) Brack.	Dryopteridaceae				X

	Helecho perejil	<i>Cystopteris fragilis</i> (L.) Bernh.	Dryopteridace ae		X	X	
Musgo	Musgo	<i>Bryophyta sensu stricto</i>	Orthotrichacea e		X	X	X
Total					78	69	67

Mediante los resultados obtenidos en los inventarios de los sitios de estudio pertenecientes a la chakra uno, dos y tres se pudo evidenciar claramente que las arvenses fue el grupo más representativo en todos los sitios de muestreo, donde el número de especies para este grupo en la chakra con diversidad alta fue de treinta y nueve especies, mientras que en la chakra con diversidad media fue de treinta y seis y en la chakra con diversidad baja fue de treinta. De esta manera podemos mencionar a Solano & Guzmán (2020) en su investigación diversidad de plantas arvenses presentes en la Granja la María encontraron en la zona uno 41 especies, zona dos 30 y en la zona tres 11 especies que representan a el grupo arvenses, resultados que son similares con los de esta investigación en cuanto al número de especies presentes en este grupo dentro de los sitios de muestreo, siendo importante mencionar a las especies *Veronica persica* Poir y *Rumex obtusifolius* L. identificadas tanto en la zona uno y en la chakra uno, por otro lado, tenemos a *Poa anual* L, *Hypochaeris radicata* L., *Raphanus raphanistrum* L., *Taraxacum officinale* y *Cerastium pumilum* Curtis identificadas en la zona dos y en la chakra dos, mientras que en la zona tres como en la chakra tres no presentaron especies en común.

#### **4.2 Índices de diversidad alfa y beta**

Los índices de diversidad alfa nos permitieron identificar la riqueza y biodiversidad de las especies vegetales, mientras que los índices beta nos ayudaron a identificar la similaridad existente de especies vegetales entre cada chakra y la probabilidad de que estas sean las mismas.

##### **4.2.1 Índices de diversidad alfa por Margalef y Shannon-Wiener**

El índice de diversidad por Margalef nos muestra que la chakra dos presentó mayor riqueza de especies vegetales con 3.53. Mientras que para el índice de Shannon-Wiener la chakra uno presentó mayor diversidad de especies con 2.36 (Tabla 4).

Margalef (1951), menciona que valores menores a 2 representan una riqueza de especies baja, valores superiores a 2 e inferiores a 5 representan a una riqueza de especies media, por el contrario, valores superiores a 5 reflejan una riqueza de especies alta.

**Tabla 4***Índices de diversidad de especies vegetales por Margalef y Shannon- Wiener*

<b>Índices de biodiversidad alfa</b>			
	<b>Chakra</b>		
	1	2	3
<b>Margalef</b>	3.31	3.53	3.39
<b>Shannon-Wiener</b>	2.36	2.31	1.58

Solano y Guzmán (2020) en su investigación de arvenses mencionan que obtuvieron resultados de 4.29, 4.47 y 1.74 en sus sitios de muestreo, evidenciando que poseen una riqueza alta en las dos primeras zonas esto debido a que poseen presencia de cercas vivas, vegetación variada y barbecho de cultivos temporales, mientras que la zona tres solo una pequeña parte presentaba cercas vivas y el resto de la zona se encontraba arada para el cultivo de papa. Comparado con los resultados de esta investigación se obtuvieron valores de 3.31, 3.53 y 3.39 que corresponden a una diversidad media en todos sus sitios de muestreo, donde los sitios de estudio presentaban cercas vivas y eran dedicadas al cultivo de diferentes hortalizas y frutales.

Shannon (1948) afirma que valores inferiores a 2 son considerados como bajos, mientras que valores superiores a 2 y 3.5 son medios en diversidad y valores de 3.5 a 5 son altos en diversidad biológica.

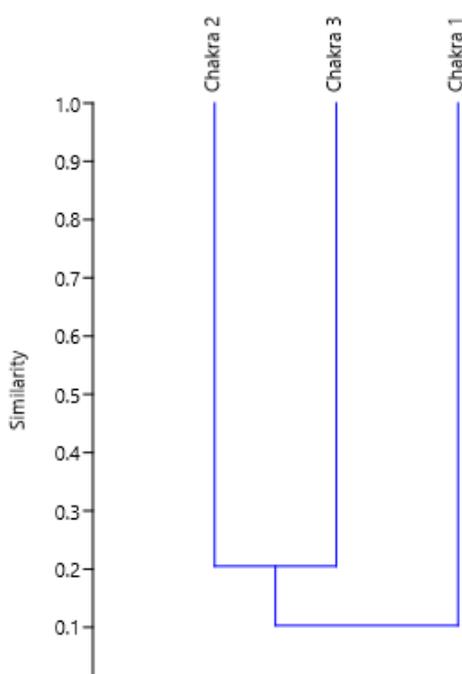
Solano y Guzmán (2020) registraron valores de 2.35, 2.37 y 0.31 demostrando que las dos primeras son medias en diversidad a excepción de la última que representa a una baja diversidad. Así como, los resultados obtenidos en esta investigación que fueron de 2.36, 2.31 (chakra uno y dos) con diversidad media y 1.58 (chakra tres) con diversidad baja. De esta manera se puede decir que las características de la zona uno y dos y chakra uno y dos son similares debido a que todos presentan cercas vivas y presentan una vegetación variada, mientras que para zona tres y chakra tres presentaron una diversidad baja debido a la baja composición de su estructura vegetal, el primero al ser una zona dedicada al cultivo de papa mientras que el segundo en su mayoría era destinado a la producción de mora.

#### 4.2.2 Índices de diversidad beta de similitud por Jaccard y Moricita

El índice de Jaccard nos muestra que la chakra dos y tres presentaron mayor similitud y el mismo coeficiente de similitud con 0.2, demostrándose que estas son mayormente similares comparado con la chakra uno (Figura 22).

#### Figura 22

*Dendograma de similitud, la altura a la que se unen las chakras indica el grado de afinidad entre estos, según el coeficiente de similitud de Jaccard*



En cuanto al índice de similitud de Jaccard Moreno (2001) menciona que los valores entre 0 significa que no hay especies compartidas y valores de 1 simboliza que comparten todas las especies.

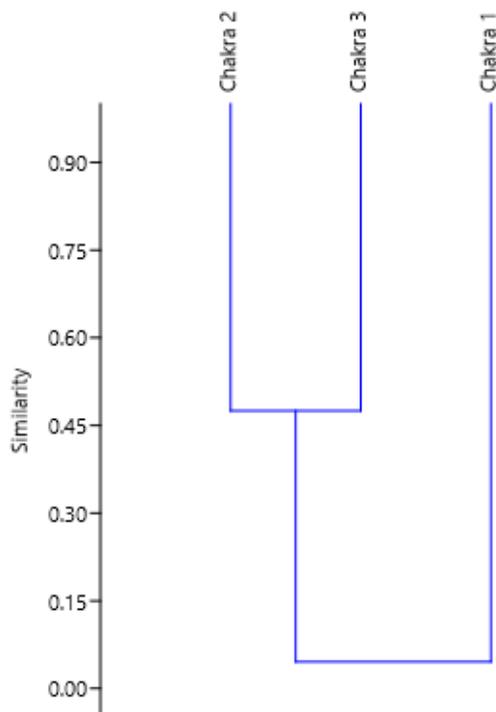
Un estudio realizado en diferentes fincas según Vargas et al. (2016) menciona que obtuvo valores de 0.25 en las fincas uno y dos, 0.29 para las fincas dos y tres, mientras que para finca uno y tres fue de 0.32 denotando que presentan valores de similitud bajos, debido a que en cada finca se cultivan diferentes cultivos, es decir la finca tres se cultiva camote, plátano, yuca, maíz y calabaza, mientras que la finca uno cultiva hortalizas y la finca dos cultiva solo mango. En relación con los resultados obtenidos en esta investigación que fueron de 0.1 para la chakra uno y dos, 0.1 para la chakra uno y tres y 0.2 para la chakra dos y tres se denota que también presentan un índice

de similitud bajo, esto debido a la siembra de diferentes cultivos en cada chakra, es decir la chakra uno cultiva diferentes frutales y hortalizas, en la chakra dos se cultiva hortalizas, chocho y mora, mientras que en la chakra tres se cultivan algunos frutales y en su mayoría mora.

En la figura 23, de acuerdo con el análisis de similitud de Morisita-Horn se demostró que las chakras dos y tres presentaron valores de 0.45, indicando que existe un índice de probabilidad alto comparado con la chakra uno, es decir la probabilidad de que las especies sean las mismas será más similar en las chakras dos y tres.

### Figura 23

*Dendograma de similitud, la altura a la que se unen las chakras indica el grado de afinidad entre estos, según el coeficiente de similitud de Moricita*



En cuanto al índice de Morisita-Horn Ramírez et al. (2013) afirma que valores de 0 son cuando no existe similitud, por lo contrario valores de 1 existe similitud en la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar sea de la misma especie.

De esta manera, Vargas et al. (2016) menciona que obtuvo valores de 0.43 en las fincas uno y dos, 0.91 para las fincas dos y tres, mientras que para la finca uno y tres fue de 0.53 demostrando que todas las fincas presentan similitud, pero las fincas dos y tres presentaron mayor similitud, es

decir si existe probabilidad de que las especies sean las mismas. De acuerdo con los resultados de esta investigación donde los valores de similaridad fueron de 0.05 para la chakra uno y dos, 0.05 para la chakra uno y tres y de 0.45 entre la chakra dos y tres, resultados que son similares para la finca uno y dos, por lo contrario, los resultados obtenidos entre la chakra uno comparado con la chakra dos y tres demuestran que existen valores mínimos de similaridad de especies.

### 4.3 Número de morfotipos y número de insectos totales por orden

En cuanto al número de morfotipos colectados en cada chakra se identificó a 52 morfotipos en la chakra uno, 50 en la chakra dos y 35 en la chakra tres (Tabla 5). Donde se identificó a diez órdenes, los cuales son: Diptera, Hemiptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Coleoptero, Odonata, Orthoptera, Thysanoptera, Neuroptera, Dermaptera y el grupo arácnido.

**Tabla 5**

*Número de morfotipos totales por orden en todas las chakras*

<b>Orden</b>	<b>Chakra 1</b>	<b>Chakra 2</b>	<b>Chakra 3</b>
<b>Diptera</b>	15	12	11
<b>Hemiptera</b>	11	11	5
<b>Hymenoptera</b>	7	7	5
<b>Lepidoptera</b>	9	10	7
<b>Coleoptera</b>	6	6	4
<b>Odonata</b>	2	1	1
<b>Orthoptera</b>	1	0	0
<b>Thysanoptera</b>	0	1	1
<b>Neuroptera</b>	0	1	0
<b>Dermaptera</b>	1	1	1
<b>Total</b>	<b>52</b>	<b>50</b>	<b>35</b>

#### 4.3.1 Diptera

El orden con mayor abundancia fue Diptero en todas las chakras en los distintos monitoreos, presentando 15 morfotipos en la chakra uno, 12 en la chakra dos y 11 en la chakra tres (Tablas 6).

**Tabla 6**

*Morfotipos del orden Diptero colectados en las chakras 1, 2 y 3*

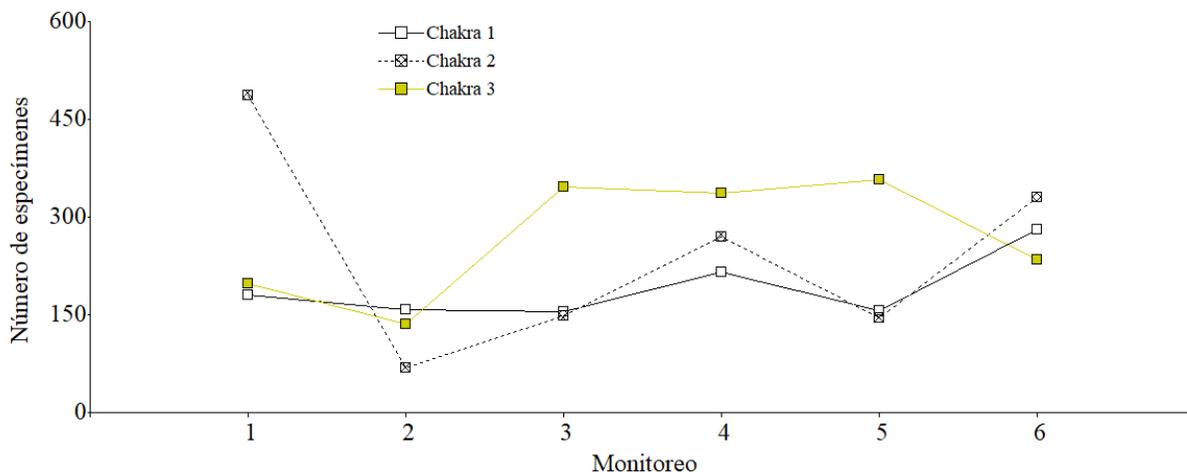
Orden Diptera											
Morfotipo	Chakra			Morfotipo	Chakra			Morfotipo	Chakra		
	1	2	3		1	2	3		1	2	3
	X				X	X	X		X	X	X
	X				X	X	X		X	X	X
	X	X			X	X	X		X	X	X
	X				X	X	X		X		
	X	X	X			X			X	X	X
			X		X	X	X				

En la figura 24 se puede observar el número de dípteros colectados mediante red entomológica, en el primer monitoreo este orden presentó poblaciones de más de 150 individuos en la chakra uno y tres, mientras que para la chakra dos fue de alrededor de 500 individuos. En el segundo monitoreo este número disminuyó con 25 y 60 individuos para la chakra uno y tres, por el contrario, en la chakra dos el número de individuos descendió drásticamente con 420, ya que no tenían sitios de refugio por la deshierba de arvenses realizada por el dueño de la chakra. Para el tercer monitoreo la población de Dípteros en la chakra no presentó mayor diferencia ya que solo disminuyó con 4 individuos, mientras que este comportamiento en la chakra dos y tres fue diferente ya que aumentaron con 80 y 210 individuos.

En el cuarto monitoreo la chakra uno y dos incrementaron con 60 y 120 individuos, mientras que, en la chakra tres este comportamiento fue diferente ya que disminuyeron con 10 especímenes. En el quinto monitoreo este comportamiento cambió ya que la chakra uno y dos disminuyó con 60 y 120 individuos, por el contrario, la chakra tres incrementó su número con 20 individuos. De esta manera, en el sexto monitoreo tanto la chakra uno y dos aumentaron con 125 y 185 especímenes, mientras que la chakra tres disminuyó su número con 120 individuos.

### Figura 24

*Número de insectos totales del orden Diptera colectados mediante red entomológica*



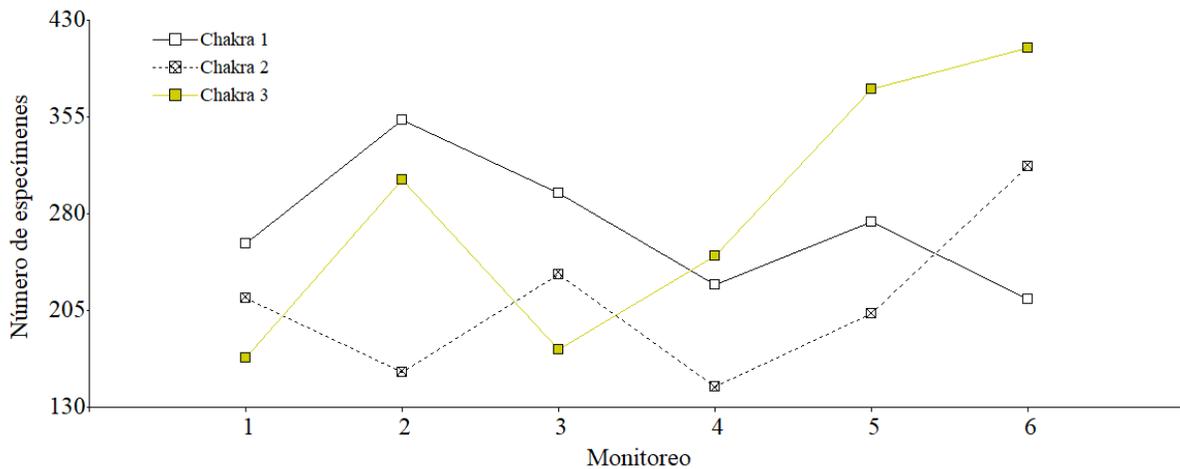
En la figura 25 se observa el número de Diptera colectados mediante trampas amarillas, en el monitoreo 1 el número de especímenes en la chakra uno y dos fue de 250, 210, mientras que

para la chakra tres fue de 165. En el segundo monitoreo este comportamiento cambio tanto para la chakra uno y tres aumentando su número con 100 y 130 individuos, comportamiento que fue diferente en la chakra dos ya que disminuyó con 55 individuos.

En el tercer y cuarto monitoreo los especímenes fueron disminuyendo en la chakra uno con 55 y 80, por el contrario, en la chakra dos incrementó y disminuyó con 70 y 80, mientras que en la chakra tres disminuyó con 170 y luego aumento su número con 80. En el quinto y sexto monitoreo este orden incrementó en la chakra tres con 150 y 40, comportamiento que fue similar en la chakra dos al incrementar con 60 y 110, mientras que en la chakra tres en los mismos monitoreos aumento con 70 y luego disminuyo con 65 individuos.

**Figura 25**

*Número de insectos totales del orden Diptera colectados mediante trampas amarillas*



#### 4.3.2 Otros ordenes

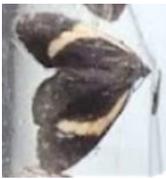
Los órdenes identificados en esta investigación también fueron: Lepidoptera, Coleoptera, Hymenoptera, Hemiptera, Odononata, Dermaptera, Neuroptera, Orthoptera y Thysanoptera.

En la tabla 7, se puede observar el número de morfotipos colectados mediante red entomológica y trampas amarillas en la chakra uno, dos y tres. Donde el número de Morfotipos para la chakra uno fue: Lepidoptera 9, Coleoptera 6, Hymenoptera 7, Hemiptera 11, Odonata 2, Dermaptera 1 y Orthoptera 1. Mientras que en la chakra dos fue: Lepidoptera 10, Coleoptera 6, Hymenoptera 7, Hemiptera 9, Odonata 1, Dermaptera 1, Neuroptera 1 y Thysanoptera 1. En la

chakra tres fue: Lepidoptera 5, Coleoptera 4, Hymenoptera 4, Hemiptera 4, Dermaptera 1 y Thysanoptera 1.

**Tabla 7**

*Morfotipos colectados de los órdenes: Lepidoptera, Coleoptera, Hymenoptera, Hemiptera, Odonata, Dermaptera, Orthoptera, Neuroptera y Thysanoptera en las chakras 1, 2 y 3*

Lepidoptera											
Morfotipo	Chakra			Morfotipo	Chakra			Morfotipo	Chakra		
	1	2	3		1	2	3		1	2	3
	X	X	X		X		X		X	X	X
	X	X	X		X	X			X	X	X
	X	X			X	X	X		X	X	X
	X	X	X		X	X				X	

Coleoptera											
Morfotipo	Chakra			Morfotipo	Chakra			Morfotipo	Chakra		
	1	2	3		1	2	3		1	2	3
	X				X	X	X		X	X	X
	X				X	X			X	X	x
		X				X	X				
Hymenoptera											
Morfotipo	Chakra			Morfotipo	Chakra			Morfotipo	Chakra		
	1	2	3		1	2	3		1	2	3
	X	X	X		X	X	X			X	X

		X			X	X	X		X	X	
	X				X				X	X	
Hemiptera											
Morfotipo	Chakra			Morfotipo	Chakra			Morfotipo	Chakra		
	1	2	3		1	2	3		1	2	3
	X	X	X		x				x		
	X	X			x	x	x				x
	X	X	X		x	x				x	

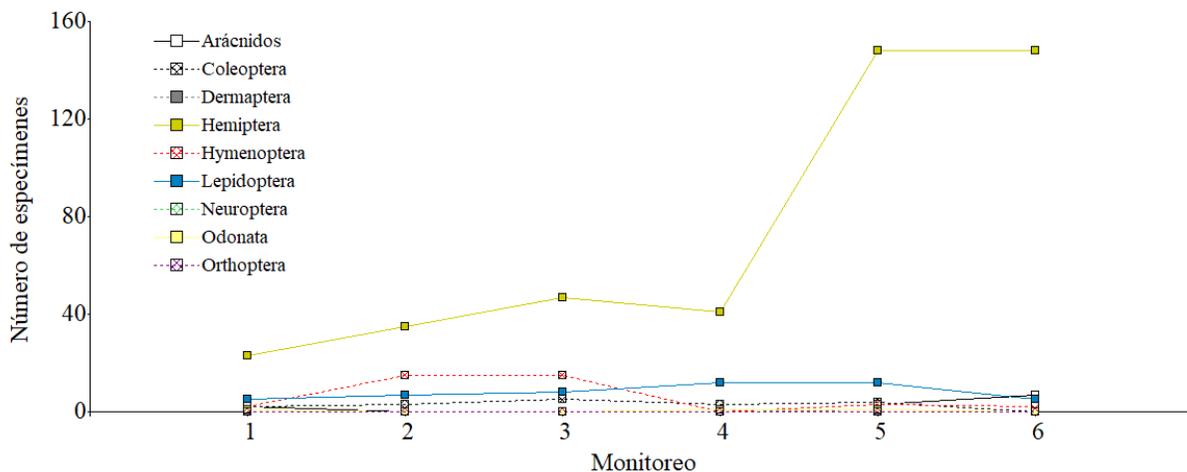
	X	X			x	x			x	x	
	X	X	X								
Odonata						Dermaptera					
Morfotipo	Chakra			Morfotipo	Chakra			Morfotipo	Chakra		
	1	2	3		1	2	3		1	2	3
	X				X	X			X	X	X
Orthoptera			Neuroptera			Thysanoptera					
Morfotipo	Chakra			Morfotipo	Chakra			Morfotipo	Chakra		
	1	2	3		1	2	3		1	2	3
	X					X				X	X

En la Figura 26 se observa el número de especímenes colectados en la chakra uno mediante red entomológica. En el primer monitoreo se puede observar la presencia de los órdenes Hemiptera, Lepidoptera, Hymenoptera y Odonata con 21, 5, 1 y 1 individuos. En el segundo monitoreo este comportamiento tiende a incrementar en el orden Hemiptera, Hymenoptera, Lepidoptera con 20, 17 y 1, mientras que el orden Coleoptera se hace presente con 1 individuo. En el tercer monitoreo los especímenes del orden Hemiptera, Lepidoptera y Coleoptera incrementaron con 10, 1, 3, mientras que el orden Hymenoptera disminuye con 1 individuo.

En el cuarto monitoreo la presencia de los órdenes Hemiptera, Coleoptera e Hymenoptera tienden a disminuir con 3, 2, 20, mientras que los órdenes Lepidoptera y Odonata incrementaron con 4 y 1. En el quinto monitoreo hubo un crecimiento abrupto del orden Hemiptera con 120 individuos, por otro lado, el orden Lepidoptera se mantuvo constante, mientras que los órdenes Coleoptera e Hymenoptera incrementaron con 1 individuo. Finalmente, en el sexto monitoreo el orden Hemiptera se mantuvo constante, mientras que el orden Lepidoptera disminuyó con 3 y el orden Coleoptera aumentó con 2 individuos.

**Figura 26**

*Número de insectos totales en la chakra 1 colectados mediante red entomológica, clasificados por orden*



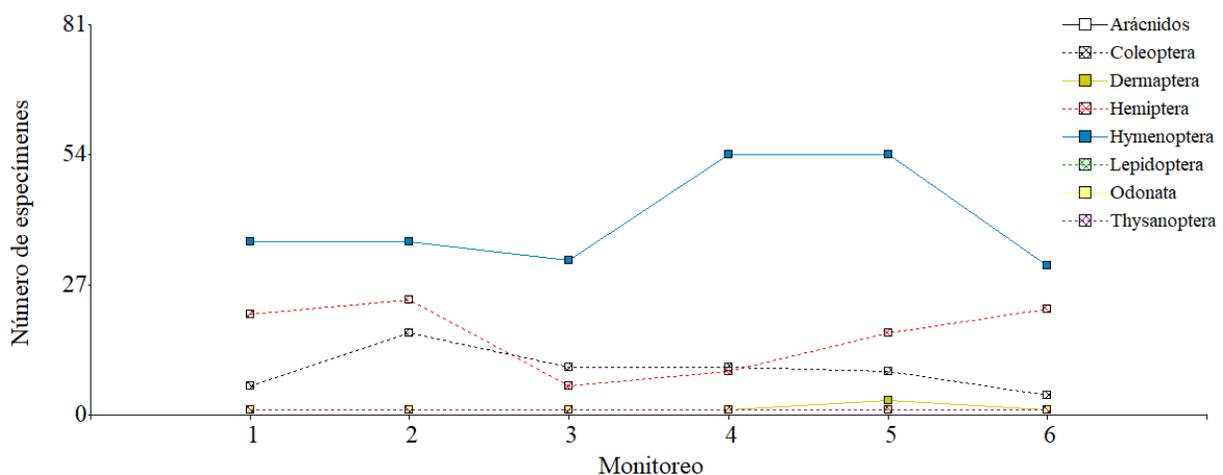
En la figura 27 se puede observar el número de especímenes colectados en la chakra uno mediante trampas amarillas. En el primer monitoreo se observa la presencia de los órdenes

Hymenoptera, Hemiptera, Coleoptera y Lepidoptera con 39, 21 y 6 individuos. En el segundo monitoreo el orden Hymenoptera se mantuvo constante, mientras que los órdenes Hemiptera y Coleoptera aumentaron con 2 y 6 especímenes. En el tercer monitoreo los tres órdenes descendieron con 3, 16 y 5 individuos.

Por otro lado, en el cuarto monitoreo los órdenes Hymenoptera y Hemiptera aumentaron con 20 y 2, mientras que el orden Coleoptera mantuvo el número de especímenes. En el quinto monitoreo el orden Hymenoptera se mantuvo constante, el orden Hemiptera aumento con 5, el orden Coleoptera disminuyo con 3 y se observó la presencia del orden Odonata con 1 individuo. En el sexto monitoreo los órdenes Hymenoptera y Coleoptera disminuyeron con 20 y 4, mientras que el orden Hemiptera aumento su presencia con 5 individuos.

**Figura 27**

*Número de insectos totales en la chakra 1 colectados mediante trampa amarilla, clasificados por orden*



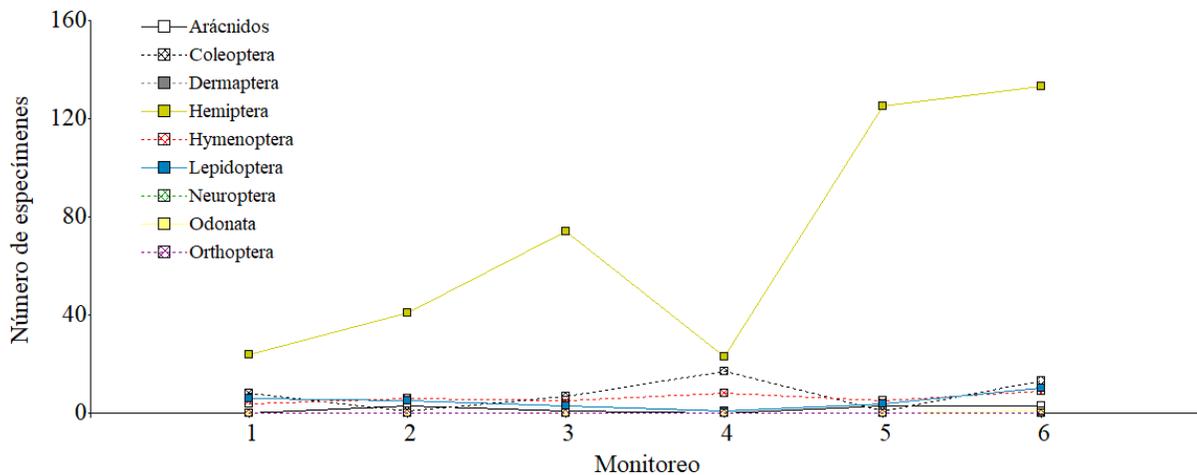
En la figura 28 se puede observar el número de especímenes colectados en los diferentes monitoreos en la chakra 2, mediante red entomológica. En el primer monitoreo se colecto a los órdenes Hemiptera, Coleoptera, Lepidoptera e Hymenoptera con 24, 8, 6 y 4 individuos. En el segundo monitoreo el orden Hemiptera e Hymenoptera ascendió con 17 y 2, mientras que los órdenes Lepidoptera y Coleoptera disminuyeron con 2 y 8 individuos. En el tercer monitoreo el

orden Hemiptera y Coleoptera aumento con 40 y 8, el orden Hymenoptera se mantuvo constante y el orden Lepidoptera disminuyo con 1 individuo.

En el cuarto monitoreo se presentó una disminución abrupta del orden Hemiptera con 60, mientras que los órdenes Coleoptera, Hymenoptera presentaron un aumento con 5 y 2 individuos. En el quinto monitoreo el orden Hemiptera presentó un incremento de 110 especímenes, por otro lado, los órdenes Coleoptera e Hymenoptera disminuyeron con 6 y 1, mientras que el orden Lepidoptera aumento con 1. Finalmente, en el último monitoreo los órdenes Hemiptera, Coleoptera, Lepidoptera e Hymenoptera aumentaron con 10, 5, 4 y 3 especímenes.

**Figura 28**

*Número de insectos totales en la chakra 2 colectados mediante red entomológica, clasificados por orden*

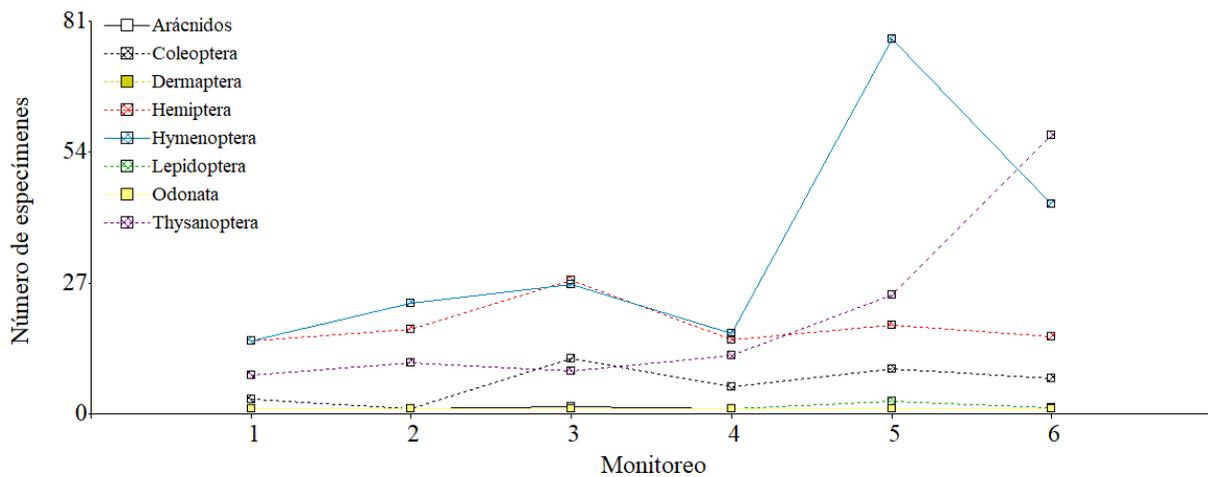


En la Figura 29 se observa el número de especímenes colectados en la chakra dos mediante trampa amarilla, En el primer monitoreo se registró a los órdenes Hymenoptera, Hemipteras, Thysanoptera y Coleoptera con 20, 20, 10 y 3 individuos. En el segundo monitoreo el orden Hymenoptera, Hemiptera y Thysanoptera ascendieron con 8, 4 y 5, mientras que el orden Coleoptera descendió con 3 individuos. En el tercer monitoreo los órdenes Hymenoptera, Hemiptera y Coleoptera ascendieron con 5, 10 y 11, mientras que el orden Thysanoptera descendió con 2, asimismo estuvo presente el grupo arácnido con 1 individuo.

En el cuarto monitoreo se observó un descenso de los órdenes Hymenoptera, Hemiptera, y Coleoptera con 11, 12 y 6, mientras que el orden Thysanoptera aumento con 13 individuos. En el quinto monitoreo los órdenes Hymenoptera, Thysanoptera, Hemiptera, Coleoptera presentaron un crecimiento con 61, 13, 2 y 4, además el orden Lepidoptera estuvo presente con 3 especímenes. En el sexto monitoreo los órdenes Hymenoptera, Hemiptera, Coleoptera y Lepidoptera presentaron un descenso de 34, 2, 2 y 3, mientras que el orden Thysanoptera ascendió con 28 especímenes.

### Figura 29

*Número de insectos totales en la chakra 2 colectados mediante trampa amarilla, clasificados por orden*



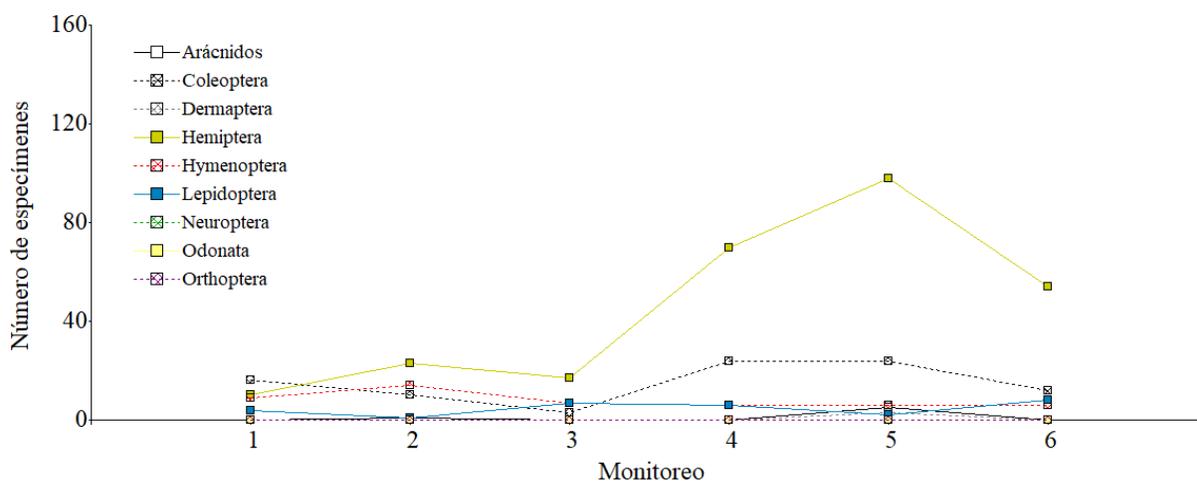
En la figura 30 se observa el número de especímenes colectados en la chakra tres mediante red entomológica. En el primer monitoreo se colecto a los órdenes Coleoptera, Hemiptera, Hymenoptera y Lepidoptera con 16, 10, 9 y 4 individuos. En el segundo monitoreo los órdenes Hemiptera e Hymenoptera ascendieron con 12 y 2, asimismo, el grupo arácnido estuvo presente con 1, por el contrario, los órdenes Coleoptera y Lepidoptera disminuyeron con 6 y 4 especímenes. En el tercer monitoreo los órdenes Hemiptera, Hymenoptera y Coleoptera disminuyeron con 8, 8 y 10, mientras que el orden Lepidoptera estuvo presente con 7 individuos.

En el cuarto monitoreo los órdenes Hemiptera y Coleoptera ascendieron con 58 y 20, mientras que los órdenes Lepidoptera e Hymenoptera disminuyeron con 4 especímenes. En el penúltimo monitoreo el orden Hemiptera y el grupo arácnido ascendieron con 28 y 2, los órdenes

Coleoptera e Hymenoptera se mantuvieron constantes, mientras que el orden Lepidoptera disminuyo con 2 individuos. Finalmente, en el sexto monitoreo los órdenes Hemiptera y Coleoptera descendieron con 44 y 10, el orden Hymenoptera se mantuvo constante y el orden Lepidoptera aumento con 3 especímenes.

### Figura 30

*Número de insectos totales en la chakra 3 colectados mediante red entomológica, clasificados por orden, en cada uno de los monitoreos realizados.*



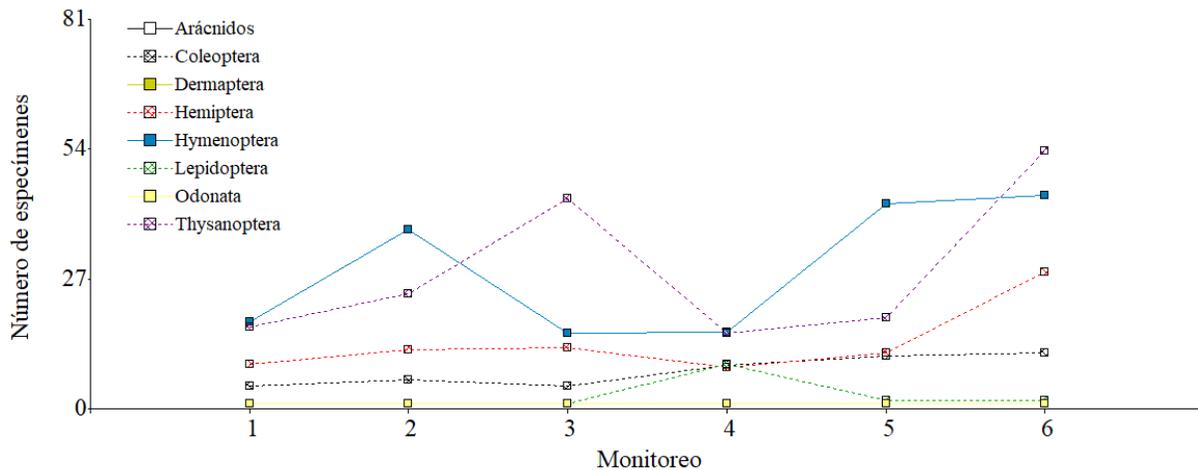
En la figura 31 se observa el número de especímenes colectados en la chakra tres mediante trampas amarillas. En el primer monitoreo se identificó a los siguientes ordenes: Hymenoptera, Thysanoptera, Hemiptera y Coleoptera con 20, 19, 10 y 5 especímenes. En el segundo monitoreo los especímenes aumentaron para cada orden con 18, 11, 3 y 3. En el tercer monitoreo el orden Thysanoptera y Hemiptera ascendieron con 22 y 1, mientras que los órdenes Hymenoptera y Coleoptera descendieron con 22 y 3 especímenes.

En el cuarto monitoreo los órdenes Hymenoptera, Coleoptera y Lepidoptera ascendieron con 2, 6 y 8, por otro lado, los órdenes Thysanoptera y Hemiptera descendieron con 25 y 3 individuos. En el quinto monitoreo los órdenes Hymenoptera, Thysanoptera, Hemiptera y Coleoptera ascendieron con 25, 3, 3 y 3, mientras que el orden Lepidoptera disminuyo con 6 individuos. Finalmente, en el último monitoreo los órdenes Thysanoptera, Hymenoptera,

Hemiptera, Coleoptera aumentaron con 33, 2, 25 y 1, mientras que el orden Lepidoptera se mantuvo constante.

**Figura 31**

*Número de insectos totales en la chakra 3 colectados mediante trampa amarilla, clasificados por orden*



De esta manera es importante mencionar que Agurto (2016) en su trabajo identificó los órdenes Diptera, Coleoptera, Hymenoptera, Tysanoptera, Odonata, Orthoptera, Neuroptera, Dermaptera, Lepidoptera y Hemiptera, mismos que se encontraron en mayor proporción en especies arvenses y frutales presentes. Por otro lado, León et al. (2019) en su investigación de insectos benéficos asociados a plantas arvenses encontró a diferentes órdenes entre ellos al orden Hymenoptera, Diptera, Coleoptera y Neuroptera presentes en cultivos frutales asociados a arvenses, resultados que son similares con los de esta investigación donde se identificaron los diez órdenes antes mencionados, mismos que se encontraban asociados en su mayoría a plantas arvenses y frutales que se encontraban presentes en los sitios de estudio.

En cuanto al orden Diptera es meritorio mencionar la información colectada por Agurto (2016) en sus sitios de muestreo, donde la vegetación específica de pastizales, áreas verdes, frutales como cítricos y arvenses presentaron mayor dominancia de este orden. Resultados que coinciden con los obtenidos por la presencia y dominancia de este orden en todos los sitios de muestreo por

la existencia de pastizales como kikuyo, frutales cítricos como naranja, limón y mandarina y la presencia de diferentes arvenses.

Rosales et al. (2013) indican que la presencia del orden Hemiptera se encuentra directamente relacionada con la presencia de arvenses especialmente en las familias asteraceae, poaceae, apiaceae, polygonaceae y solanaceae, debido a que se caracterizan por ser hospederos preferentes de este orden. Comparado con los resultados obtenidos donde este orden fue el segundo más dominante en todas las chakras por la presencia de especies arbóreas, arbustos, frutales y arvenses que pertenecen a las familias descritas por el autor.

De la misma manera, Bordunale et al. (2020) mencionan que encontró al orden Hymenoptera (en su mayoría parasitoides) donde explica que su presencia se vio influenciada con la abundancia de flores de especies de crecimiento espontáneo (arvenses). No obstante, en los sitios de muestreo de las chakras se encontró al orden Hymenoptera mayormente presente en todos los monitoreos, donde las especies más representativas en cada chakra fue el grupo arvenses.

En cuanto al orden Thysanoptera Patiño et al. (2019) en su investigación caracterización del subsistema de plagas en mora sin espina menciona que los trips son los insectos más prevalentes durante todas las etapas fenológicas del cultivo. De la misma manera, los resultados de esta investigación muestran que esta plaga estuvo presente en todos los muestreos pertenecientes a la chakra dos y tres donde los agricultores contaban con grandes espacios destinados al cultivo de mora, por el contrario, en la chakra uno se encontraron 9 plantas de esta especie.

Lazzeri et al. (2011) en su trabajo diversidad del orden Lepidoptera explica que la presencia del orden Lepidoptera se debe a la estructura compleja de la vegetación y la presencia de numerosas plantas. Comparado con los resultados de esta investigación, se encontró que las chakras con mayor diversidad de especies vegetales (chakras uno y dos) existió un aumento de los morfotipos del orden Lepidoptera.

Por otro lado, García et al. (2022) menciona que identificó a los ordenes Coleoptera, Dermaptera y Neuroptera en sistemas de policultivos, así mismo, afirma que los sistemas de policultivos favorecen las poblaciones de depredadores y parasitoides ya que estos sistemas presentan una mayor diversificación de flores que ofrecen recursos de alimentos y refugio. Estos

datos son similares a los de esta investigación por la presencia de los órdenes mencionados y la existencia de policultivos en todos los sitios de muestreo.

En cuanto al orden Odonata Sánchez et al. (2021) menciona que parte de su desarrollo se cumple parcialmente en el agua necesitando estar cerca de humedales, es así que la presencia de este orden en las chakras se debe a que en los sitios de estudio se encontraba alimento y fuentes de agua como sequias y ríos. Almada y Sarquis (2017) en su trabajo diversidad de arañas del suelo y su relación con ambientes heterogéneos encontró que en el pajonal (arvenses) registró la existencia de este grupo al igual que en esta investigación, debido a la presencia y dominancia del grupo arvenses.

#### **4.4 Estrategias de manejo para el control de plagas**

En lo que refiere a las estrategias de manejo para el control de plagas se realizó una encuesta a los dueños de las chakras mediante una serie de preguntas abiertas y cerradas.

De esta manera en cuanto al tema de plagas se identificó que los agricultores tenían conocimiento de que una plaga es considerada como un insecto que causa daño a sus cultivos, además de reconocer a cada una de estas. Para la pregunta 3, 4 y 5 se registró que los agricultores si reconocían cuales eran las plagas que afectaban al crecimiento del cultivo, yemas y frutos, siendo para la pregunta 3 mariposa blanca, pregunta 4 gusano del duraznero perforador y pregunta 5 gusano cogollero, mariposa blanca y pulgones en la chakra 1, mientras que en la chakra 2 y 3 fue paratrioza y trips en la pregunta 3, gusanos y pulgones en la pregunta 4 y trips y pulgones en la pregunta 5.

En relación al tema de insectos benéficos, los agricultores si tenían conocimiento acerca de lo que es insecto benéfico, además de reconocer que estos ayudan en la polinización y control de plagas, pero no han realizado ninguna práctica acerca del uso e implementación de estos especímenes para el control de plagas.

Por último, en el tema de las prácticas culturales todos mencionaron que realizan rotación de cultivos, aplican abonos verdes como biofertilizante, diseñan los espacios de producción en la chakra para que exista beneficios entre el asocio de plantas, cultivan plantas nativas como oca, papa chaucha y chigualcan. Además, indicaron que la procedencia de la semilla es nativa, pero

ninguno realiza control de plagas por medio de trampas amarillas. Cabe mencionar que en cuanto al uso de agroquímicos en la chakra uno el agricultor no realiza la aplicación de estos, por el contrario, en la chakra dos y tres mencionaron que si utilizan químicos para el control de plagas. Por otro lado, respecto al uso de bandas florales para incrementar la presencia de insectos benéficos el agricultor de la chakra uno mencionó que no eran necesarias, mientras que en las chakras dos y tres si tenían la necesidad de implementarlas.

Con respecto al uso de herramientas como la encuesta Chirinos et al., (2019), menciona que ayudan a recolectar información acerca de plagas importantes y el tipo de manejo en diferentes cultivos. Por otro lado, en esta investigación se logró determinar cuáles plagas afectan a los cultivos de los productores y los conocimientos de los agricultores acerca de plagas y controladores biológicos. Además, Guillén et al. (2008) afirma que gracias a esta herramienta identificó que la mayoría de los agricultores entrevistados perciben el MIP como una solución al uso indiscriminado de agroquímicos. Comparado con los resultados de esta investigación donde se determinó que los agricultores no contaban con los conocimientos necesarios en el uso de estas técnicas, sin embargo, el agricultor de la chakra dos y tres mencionó que, si realizaban trampas caseras a base de melaza para el control del gusano cogollero, pero también hacia uso de agroquímicos para controlar trips y paratrioza.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 CONCLUSIONES

Se identificó que la chakra con diversidad alta perteneciente al barrio San José presentó mayor diversidad con 78 especies. Siendo importante mencionar que las arvenses fue el grupo más representativo, seguido de los frutales, hortícolas, arbustos, arbóreas, helechos y musgos.

Los índices de biodiversidad alfa para Margalef demostraron que la chakra con diversidad media presentó mayor riqueza en especies, mientras que en el índice de Shannon- Wiener indicaron que la chakra con diversidad alta presentó un índice de biodiversidad media, siendo este el más alto entre las demás chakras.

En los índices de diversidad beta para Jaccard y Moricita se evidenció que los sitios en estudio para el índice de similaridad de Jaccard presentaron valores de similaridad de 0.1 y 0.2 indicando que todas las chakras son diferentes. Sin embargo, en el índice de similaridad de Moricita las chakras con diversidad media y baja presentaron valores de 0.45 demostrando que existe mayor probabilidad que las especies de estas dos chakras sean las mismas.

Se logró identificar diez órdenes de insectos, los cuales son: Diptera, Lepidoptera, Coleoptera, Hymenoptera, Hemiptera, Odononata, Dermaptera, Neuroptera, Orthoptera, Thysanoptera y el grupo arácnido, donde el orden Diptero presentó mayor dominancia en todas las chakras y encontrándose 63 morfotipos de insectos en todas las chakras.

Se logró determinar que dentro de las estrategias para controlar plagas los agricultores realizan rotación y asocio de cultivos, además de aplicar abonos verdes como biofertilizante para no causar daño a controladores biológicos que se encuentran presentes en las chakras.

## **5.2 RECOMENDACIONES**

Para la caracterización de los hábitats y análisis de la influencia de la agrobiodiversidad se recomienda realizar más muestreos por lo menos durante un año tomando en cuenta las condiciones ambientales como: Temperatura, pluviosidad y humedad relativa ya que estas influyen en la presencia de especies vegetales e insectos.

Se debería establecer monitoreos de daños de plagas en los cultivos y capacitar a los agricultores sobre el fomento de estrategias de producción agroecológicas, diversidad, manejo del suelo y uso de abonos orgánicos.

## VI. REFERENCIAS

- Aguirre, Z. (2013). *Guía de métodos para medir la biodiversidad*. [Universidad Nacional de Loja]. Archivo digital. <https://zhofreaguirre.files.wordpress.com/2012/03/guia-para-medicic3b3n-de-la-biodiversidad-octubre-7-2011.pdf>
- Agurto, L. (2016). *Biodiversidad de insectos a nivel de órdenes presentes en la vegetación de la granja Santa Inés durante el periodo seco*. Unidad Técnica de Machala. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/7635>
- Almada, M., & Sarquis, J. (2017). Diversity of spiders of soil and their relationship with heterogeneous environments from the Parque General San Martín, Entre Ríos, Argentina. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 88(3), 654-663. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rmb.2017.06.011>
- Aupas, L. (2020). *Evaluación de la población de insectos polinizadores en plantas arvenses en la granja experimental "La Pradera", Chaltura, Imbabura*. [Tesis de grado, Universidad Técnica del Norte]. Repositorio Digital Universidad Técnica del Norte. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/10339>
- Balvanera, P., & Cotler, H. (2007). Acercamiento al estudio de los servicios ecosistémicos. *Gaceta Ecológica*, (84-85), 8-15.
- Balzan, M., Bocci, G., & Moonen, A. (2016). Utilisation of plant functional diversity in wild flower strips for the delivery of multiple agroecosystem services. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 1-16. <https://doi.org/DOI: 10.1111/eea.12403>
- Bordunale, A., Grosso, G., Salvo, A., & Videla, M. (2020). *Insectos benéficos en la vegetación espontánea de huertas agroecológicas: Un análisis a escala local*. [1er Congreso Argentino de Agroecología]. Archivo digital. [https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos\\_digitales/14315/libroresumen-congresoargent](https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/14315/libroresumen-congresoargent)
- Brechelt, A. (2004). *El manejo ecológico de plagas y enfermedades*. [Red de acción en plaguicidas y sus alternativas para América Latina.
- Carmona, V., & Carmona, T. (2013). La diversidad de los análisis de diversidad. *Bioma*(14), 20-28.

- Carson, R. (2010). *Primavera silenciosa* (Primera ed.). Editorial Crítica, S. L. [https://www.google.com.ec/books/edition/Primavera\\_silenciosa/kBEkmrhqXAsC?hl=es-419&gbpv=1&dq=primavera+silenciosa.+\(rachel+carson+1962\)&printsec=frontcover](https://www.google.com.ec/books/edition/Primavera_silenciosa/kBEkmrhqXAsC?hl=es-419&gbpv=1&dq=primavera+silenciosa.+(rachel+carson+1962)&printsec=frontcover)
- Chirinos, D., Castro, R., Cun, J., Castro, J., Peñarrieta, S., Solis, L., & Pouey, F. (2019). Los insecticidas y el control de plagas agrícolas: la magnitud de su uso en cultivos de algunas provincias de Ecuador. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 21(1), 1-16.
- Claire, K., Neal, M., Williams, & Robbin, W. (2002). Crop pollination from native bees at risk from agricultural intensification. *PNAS*, 99(26), 812-816.
- Costanza, R., Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R., Paruelo, J., Raskin, R., Sutton, P., & van den Belt, M. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387, 253-260.
- Díaz, G., Hernández, T., & Cabello, R. (2004). La rotación de cultivos, un camino a la sostenibilidad de la producción arrocerá. *Cultivos Tropicales*, 25(3), 19-44.
- Donley, N. (2019). Revisión de pesticidas en Estados Unidos. *Environ Health*, 18(44). <https://doi.org/https://doi.org/10.1186/s12940-019-0488-0>
- European Learning Network on Functional AgroBiodiversity. (2012). *Functional agrobiodiversity*. [Glynis van Uden (ECNC)]. Archivo digital. [https://doi.org/https://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/platform/documents/functional\\_agrobiodiversity\\_eln-fab\\_publication\\_en.pdf](https://doi.org/https://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/platform/documents/functional_agrobiodiversity_eln-fab_publication_en.pdf)
- FAO. (2009). *Los Polinizadores: Subdiversidad pocopreciada, pero importante para la alimentación y la agricultura*. 10. <https://www.fao.org/3/be104s/be104s.pdf>
- FAO. (2014). *Principios y avances sobre polinización como servicio ambiental para la agricultura sostenible en países de Latinoamérica y el Caribe*. Santiago: [Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura]. Archivo digital. <https://www.fao.org/3/i3547s/i3547s.pdf>
- Fernández, S., & Pujade, J. (2015). Orden Hymenoptera. *IDE@*, 1-36.
- García, E., Romo, H., Sarto, V., Munguira, J., Vives, A., & Yela, J. (2015). Orden Lepidoptera. *IDE@-SEA*, 1-21.
- García, M., Ríos, L., & Álvarez, J. (2016). La polinización en los sistemas de producción agrícola: revisión sistemática de la literatura. *IDESIA*, 34(3), 53-68.

- García, M., Rodríguez, L., Fernández, Y., Rodríguez, M., & Gil, Z. (2022). Biodiversidad de insectos en sistemas de policultivos de maíz ( *Zea mays* L.). *Ecosistemas*, 31(3), 1-6. <https://doi.org/https://doi.org/10.7818/ECOS.2400>
- Garita, J., Villalobos, W., Godoy, C., & Rivera, C. (2008). Diversidad de cicadélidos y clastoptéridos (Hemiptera) en tres zonas productoras de café afectadas por *Xylella fastidiosa* Wells et al. en Costa Rica. *Neotropical Entomologi*, 37(4), 436-448.
- Gerits, F., Messely, L., Reubens, B., & Verheyen, K. (2020). A social-ecological framework and toolbox to help strengthening functional agrobiodiversity-supported ecosystem services at the landscape scale. *Ambio* 50, 360-374.
- Gil, Z., Bustillo, Á., Gómez, N., García, P., & Zuluaga, Y. (2007). Las libélulas y su rol en el ecosistema de la zona cafetera. *Canicafé*, 0120-0178.
- González, L., Ferro, J., Rodríguez, D., & Berazaín, R. (2017). Métodos de inventario de plantas. La Habana, Cuba: [AMA]. Documento digital.
- Guédez, C., Castillo, C., Cañizales, L., & Olivar, R. (2008). Control Biológico: Una herramienta para el desarrollo sustentable y sostenible. *Academia*, 7(13), 50-74.
- Guillén, L., Alcalá, D., Fernández, S., Piere, A., & Alvarez, C. (2008). Percepción de los agricultores sobre el manejo integrado de plagas en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 25(2), 222-242.
- Iermanó, M., & Sarandón, S. (2016). Rol de la agrobiodiversidad en sistemas mixtos familiares de agricultura y ganadería pastoril en la region pampeana argentina: su importancia para la sustentabilidad de los agroecosistemas. *Revista Brasileira de Agroecologia*, 11(2), 94-103.
- Iermanó, M., Sarandón, S., Tamagno, L., & Maggo, A. (2015). Evaluación de la agrobiodiversidad funcional como indicador del “potencial de regulación biótica” en agroecosistemas del sudeste bonaerense. *Revista Facultad de Agronomía La Plata*, 114(Esp. 1), 1-14.
- Innovatione AgroFood Desing. (2020). *Métodos de control de plagas*. <https://innovatione.eu/2020/01/13/metodos-control-plagas/>
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. (2015). *Control Biológico de plagas*. Uruguay: [INIA]. Documento digital.
- Izquierdo, J. (2015). *Ensamblajes de dípteros (brachicera) asociados a arvences en dos fincas agroecológicas de Tengo, Cundinamarca*. [ Tesis de grado, Pontifica Universidad

- Javeriana]. Documento digital.  
<https://doi.org/https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/11882/IzquierdoAgudeloJuanManuel2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Izurieta, X., Tapia, X., Ordóñez, L., Ávila, M., Garzón, A., & Friant, M. (2018). *Programa de Desarrollo de Capacidades sobre Adaptación basada en Ecosistemas en Colombia y Ecuador*. Quito, Ecuador: [MAE, UICN y GIZ]. Documento Digital.  
<https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/57851.pdf>
- Jarvis, D., Padoch, C., & Cooper, H. (2007). *Manejo de la biodiversidad en los Ecosistemas Agrícolas*. Roma: [Biodiversity International]. Documento digital.  
<https://cgspace.cgiar.org/rest/bitstreams/175967/retrieve>
- Jiménez, E. (2009). *Métodos de control de plagas*. Managua-Nicaragua: [Universidad Nacional Agraria]. Documento digital. <https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENH10J61me.pdf>
- Johnson, R., Ellis, M., Mullin, C., & Frazier, M. (2010). Pesticides and honey bee toxicity. *Apidologie*, 41, 312-331. <https://doi.org/https://doi.org/10.1051/apido/2010018>
- Kovacs, A., Espindola, A., Vanbergen, A., Settele, J., Kremen, C., & Dicks, L. (2017). Ecological intensification to mitigate impacts of conventional intensive land use on pollinators and pollination. *Ecol Lett*, 20(5), 673-689.
- Lacasta, C. (2007). *Agricultura ecológica en cereales de secano*. Andalucía: [Junta de Andalucía]. Documento Digital.  
<https://digital.csic.es/bitstream/10261/16607/1/2007%20Folleto%20CEREAL%20ecologico.pdf>
- Lavarello, A., Pérez, A., Pérez, M., Maldonado, V., Franco, D., & Fioroni, C. (2019). Functional Biodiversity Analysis in Pampean Cattle Breeding Ranch. *Agronomía y Ambiente*, 39(2), 93-104.
- Lazzeri, M., Bar, M., & Pieri, M. (2011). Diversidad del orden Lepidoptera (Hesperioidea y Papilionoidea) de la ciudad corrientes, Argentina. *Revista de Biología Tropical*, 59(1), 299-308.
- LEISA. (2019). Agrobiodiversidad y semillas en la agricultura familiar campesina. *Revista de agroecología*, 35(2), 1-44.

- León, A., Murillo, J., Bautista, D., & Quinto, J. (2019). *Insectos benéficos asociados a plantas arvences atrayentes en agroecosistemas del Piedemonte de la Orinoquia Colombiana*. [Universidad de Alicante]. Repositorio Institucional de la Universidad de Alicante. <http://hdl.handle.net/10045/94267>
- Lobo, M. (2008). Importancia de los recursos genéticos de la agrobiodiversidad en el desarrollo de sistemas de producción sostenibles. *Corpoica*, 9(2), 19-30.
- Lobo, M., & Medina, C. (2009). Conservación de recursos genéticos de la agrobiodiversidad como apoyo al desarrollo de. *Revista Corpoica*, 10(1), 33-42.
- Maglianesi, M. (2016). Efectos del cambio climático sobre la polinización y la producción agrícola en América tropical. *Ingeniería*, 26(1), 25-38.
- Manobanda, A. (2017). *Asociación del cultivo de girasol ( Helianthus annuus L.) con cultivos atrayentes y su efecto en la entomofauna asociada en el sector Querochaca, Cantón Cevalloa, Provincia de Tungurahua*. [Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio Universidad Técnica de Ambato. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/25414>
- Margalef, R. (1951). Diversidad de especies en las comunidades naturales. Instituto Biología Aplicada. <https://digital.csic.es/handle/10261/165981>
- Martella, M., Trumper, E., Bellis, L., Renison, D., Giordano, P., Bazzano, G., & Gleiser, R. (2012). Manual de Ecología Evolución de la Biodiversidad. *Reduca*, 5(1), 71-115.
- Martínez, N. (2010). Manejo integrado de plagas: Una solución a la contaminación ambiental. *Comunidad y Salud*, 8(1), 73-82.
- Martínez, R., Viguera, B., Donatti, C., Harvey, C., & Alpízar, F. (2017). *La importancia de los servicios ecosistémicos para la agricultura*. Turrialba: [Conservación Internacional - CATIE]. Documento Digital. [https://namacafe.org/sites/default/files/content/proyecto\\_cascada\\_modulo\\_3\\_servicios\\_ecosistemicos\\_en\\_la\\_agricultura.pdf](https://namacafe.org/sites/default/files/content/proyecto_cascada_modulo_3_servicios_ecosistemicos_en_la_agricultura.pdf)
- McGavin, G. (2000). *Manual de Identificación de insectos*. Barcelona: [Universidad de Cambridge]. Documento digital. <https://mariomairal.com/wp-content/uploads/2020/06/Manual-de-identificaci%C3%B2n-de-Insectos-Ara%C3%B1as-y-otros-Artr%C3%B2podos-Terrestres-George-C.-McGavin-Omega-2000.pdf>

- Miñarro , M., García, D., & Martínez, R. (2018). Los insectos polinizadores en la agricultura: importancia y gestión de su biodiversidad. *Ecosistemas*, 27(2), 81-90.
- Mkenda , P., Ndakidemi, P., Stevenson, P., Arnold, S., Belmain, S., Chidege, M., & Gurr, G. (2019). Field Margin Vegetation in Tropical African Bean Systems Harbours Diverse Natural Enemies for Biological Pest Control in Adjacent Crops. *Sustentabilidad*, 11(22), 2-19.
- Montiel, K., & Ibrahim, M. (2015). *Manejo integrado de suelos para una agricultura resiliente al cambio climático*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). <http://repiica.iica.int/docs/B3982E/B3982E.PDF>
- Moreno, C. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad* (Vol. 1). Zaragoza: [M&T-mANUALES Y tesis SEA]. Documento Digital. <http://entomologia.rediris.es/sea/manytes/metodos.pdf>
- Mostacedo, B., & Fredericksen, T. (2000). *Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal*. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia: [BOLFOR]. Documento digital. <http://www.bio-nica.info/biblioteca/mostacedo2000ecologiavegetal.pdf>
- Nicholls, C. (2008). *Control biológico de insectos: Un enfoque agroecológico*. Colombia: [Universidad de Antioquia]. Documento digital. <https://archive.foodfirst.org/wp-content/uploads/2016/01/Control-biologico-de-insectos-un-enfoque-agroecologico.pdf>
- Orús, A. (29 de Junio de 2023). *Statista*. <https://es.statista.com/temas/11082/la-agricultura-en-estados-unidos/#editorsPicks>
- Paleologos, M., Iermanó, M., Blandi, M., & Sarandón, S. (2017). *Las relaciones ecológicas: un aspecto central en el rediseño de agroecosistemas sustentables, a partir de la agroecología*. Argentina: [Universidad de Santa Cruz]. Documento digital. <https://online.unisc.br/seer/index.php/redes/article/view/9346>
- Patiño , A., Palacios, S., & Kogson, J. (2019). Caracterización del sistema de plagas en mora sin espina (*Rubus Glaucus Benth.*) en el departamento de Risaralda. *Luna Azul*(49), 162-171.
- PDOT. (2015-2035). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Cantón Cotacachi*. Cotacachi: [Gobierno Autónomo Descentralizado de Cotacachi]. Documento digital. <https://www.imbabura.gob.ec/phocadownloadpap/K-Planes-programas/PDOT/Cantonal/PDOT%20COTACACHI.pdf>

- Pla, L. (2006). Biodiversidad: inferencia basada en el índice de shannon y la riqueza. *Asociación Interciencia*, 31(8), 583-590.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2012). *Estudios de Caso de la Iniciativa Ecuatorial Soluciones locales de desarrollo sostenible para las personas, la naturaleza y las comunidades resilientes*. New York: [Equator Initiative]. Documento Digital. [https://www.equatorinitiative.org/wp-content/uploads/2017/05/case\\_1\\_1363900152.pdf](https://www.equatorinitiative.org/wp-content/uploads/2017/05/case_1_1363900152.pdf)
- Ramírez, A., García, E., Obrador, J., Ruiz, O., & Camacho, W. (2013). Diversidad florística en plantaciones agroforestales de cacao en Cárdenas, Tabasco, México. *Universidad y Ciencia*, 29(3), 215-230. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0186-29792013000300001](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-29792013000300001)
- Ribera, I., & Melic, A. (2015). Orden Neuroptera. *IDE@- SEA*, 1-12.
- Rivera, M., Estrada, J., Quiñonez, R., & Moreno, R. (2020). Diversificación integral de cultivos para el desarrollo agrícola y económico. *Mikarimin*, 241-258.
- Rodríguez, R. (2017). *La rotación de cultivos como una técnica para el control limpio y eficiente de malezas*. Machala: [Universidad Técnica de Machala]. Repositorio Digital de la UTMACH. [http://186.3.32.121/bitstream/48000/10522/1/DE00003\\_EXAMENCOMPLEXIVO.pdf](http://186.3.32.121/bitstream/48000/10522/1/DE00003_EXAMENCOMPLEXIVO.pdf)
- Rosales, A., Flores, M., Aguirre, L., González, R., Villegas, N., & Vega, H. (2013). Diversidad de áfidos (Hemiptera: Aphididae) en el sureste de Coahuila. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 4(7), 987-997. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-09342013000700002](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342013000700002)
- Ruiz, A., & Camacho, V. (2012). Marco conceptual y clasificación de los servicios ecosistémicos. *Biociencias*, 1(4), 3-15.
- Salgado, T., & Baca, P. (2006). *Control de plagas y enfermedades de los cultivos*. [PROMIPAC, INATEC, SICA-ZAMORANO-TAIWÁN]. Documento digital. <https://bdigital.zamorano.edu/items/6f2d3934-fbf3-4eb4-ba06-b55557c781e4>
- Sánchez, V., García, L., Martínez, S., & Viera, C. (2021). Diversidad de libélulas en sistemas arroceros de Uruguay con y sin uso de insecticidas. *INIA*, 45-49.

<http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/15762/1/Revista-INIA-65-Junio-2021-11.pdf>

- Sans, F. (2007). La diversidad de los agroecosistemas. *Ecosistemas*, 16(1), 44-49.
- Servicio Nacional de Sanidad Agraria. (2016). *Importancia del Control Biológico de plagas en la agricultura peruana*. Perú: SENASA.
- Shannon, C. (1948). A mathematical theory of communication. *The Bell System Technical Journal*, 379-423, 29-125.  
<https://people.math.harvard.edu/~ctm/home/text/others/shannon/entropy/entropy.pdf>
- Solano, Á., & Guzmán, C. (2020). *Diversidad de plantas arvenses presentes en la granja la María de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia y sus beneficios ecológicos Tunja-Boyacá*. [Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia]. Repositorio uptc.  
<https://repositorio.uptc.edu.co/handle/001/3154>
- Tolra, M. (2015). Orden Diptera. *IDEA@-SEA*, 1-22.
- Torralba, A. (2015). Orden Odonata. *IDEA@-SEA*, 1-22.
- Urbaneja, A., Ripollés, J., Abad, R., Calvo, J., Vanaclocha, P., Tortosa, D., Jacas, J., & Castañeda, P. (2005). Importancia de los artrópodos depredadores de insectos y ácaros en España. *Boletín de sanidad vegetal*, 31, 209-224.
- Valdivieso, L. (2011). *Control al natural*. El Peruano.
- Vargas, B., Cando, L., Pupo, Y., Ramírez, M., Escobar, Y., Rizo, M., Molina, L., Bell, T., & Vuelta, D. (2016). Diversidad de especies vegetales en fincas de la agricultura suburbana en Santiago de Cuba. *Agrisost*, 22(2), 1-23.
- Villareal, H., Álvarez, S., Córdoba, F., Escobar, G., Fagua, F., Gast, H., Mendoza, M., Ospina, M., & Umaña, A. (2004). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad Alexander von Humboldt*. [Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt]. Repositorio Humboldt.  
<http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/31419/63.pdf?sequen>
- Zarazaga, M. (2015). Orden Coleoptera. *IDE@-SEA*, 1-18.
- Zhang, W., Ricketts, T., Kremen, C., Carney, K., & Swinton, S. (2007). Ecosystem services and dis-services to agriculture. *Elsevier*, 253-260.

Zumbado, M., & Azofeifa, D. (2018). *Insectos de Importancia Agrícola*. Heredia, Costa Rica: [Programa Nacional de Agricultura Órgánica (PNAO-MAG)]. Documento digital. [https://docs.wixstatic.com/ugd/902d24\\_1392733c32e048b3bb889b8bd05fc6e0.pdf](https://docs.wixstatic.com/ugd/902d24_1392733c32e048b3bb889b8bd05fc6e0.pdf)

## ANEXOS

## Anexo 1. Encuesta realizada a los agricultores



**Universidad Técnica del Norte**  
**Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales**  
**Ingeniería Agropecuaria**

Preguntas tipo encuesta, relacionadas con las estrategias de manejo para el control de plagas, que se realiza en las chacras de las comunidades pertenecientes a la UNORCAC, para determinar si influyen en la presencia de insectos polinizadores y controladores biológicos.

**Cuestionario:**

## PLAGAS

1. ¿Considera que una plaga es un insecto que causa daño al cultivo?

SI \_\_\_ NO \_\_\_

2. ¿Conoce las plagas de su cultivo?

SI \_\_\_ NO \_\_\_

Maíz.....

Frijol.....

Hortalizas.....

3. ¿Qué insecto perjudica el crecimiento del cultivo?

.....

4. ¿Qué insecto se come el fruto del cultivo?

.....

5. ¿Qué insecto se come las yemas del cultivo?

.....

## INSECTO BENEFICOS (CONTROLADORES BIOLÓGICOS)

6. ¿Conoce usted lo que es un insecto benéfico?  
SI \_\_\_ NO \_\_\_
7. ¿Considera que un insecto benéfico es aquel que ayuda a controlar plagas del cultivo y es un polinizador?  
SI \_\_\_ NO \_\_\_
8. ¿Ha utilizado insectos benéficos en su chacra para controlar plagas en el cultivo?  
SI \_\_\_ ¿Cual plaga? ..... NO \_\_\_

## PRÁCTICAS CULTURALES

9. ¿Realiza rotación de cultivos (gramíneas-leguminosas)?  
SI \_\_\_ NO \_\_\_
10. ¿Aplica abonos verdes como biofertilizante?  
SI \_\_\_ NO \_\_\_
11. ¿Implementa para el control de las plagas trampas adhesivas?  
SI \_\_\_ NO \_\_\_
12. ¿Aplica agroquímicos para el control de plagas?  
SI \_\_\_ NO \_\_\_
13. ¿Aplica controladores biológicos para el control de plagas?  
SI \_\_\_ NO \_\_\_
14. ¿Cultiva plantas nativas en la chacra?  
SI \_\_\_ ¿Cuáles? ..... NO \_\_\_
15. ¿Diseña los espacios de producción en la chacra para que exista beneficios entre el asocio de plantas  
SI \_\_\_ NO \_\_\_
16. ¿Considera necesario el cultivo de flores en la chacra para incrementar la presencia de insectos benéficos?  
SI \_\_\_ NO \_\_\_
17. ¿La procedencia de la semilla es nativa?  
SI \_\_\_ NO \_\_\_