



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**

### **CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

#### **TEMA:**

**“EVALUACIÓN DE LA POBLACIÓN DE INSECTOS POLINIZADORES EN  
PLANTAS ARVENSES EN LA GRANJA EXPERIMENTAL “LA PRADERA”  
CHALTURA, IMBABURA”**

**Trabajo de grado previa a la obtención del Título de Ingeniera Agropecuaria**

#### **AUTORA:**

**AUPAS MORENO LENSY ESTEFANIA**

#### **DIRECTORA:**

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

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y  
AMBIENTALES

ESCUELA DE INGENIERÍA EN AGROPECUARIA

## “EVALUACIÓN DE LA POBLACIÓN DE INSECTOS POLINIZADORES EN PLANTAS ARVENSES EN LA GRANJA EXPERIMENTAL “LA PRADERA” CHALTURA, IMBABURA”

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

**INGENIERA AGROPECUARIA**

APROBADO:

Dra. Julia Karina Prado Beltrán, PhD.

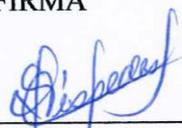
**DIRECTOR**



FIRMA

Lic. Ima Sumac Sánchez de Céspedes, Msc.

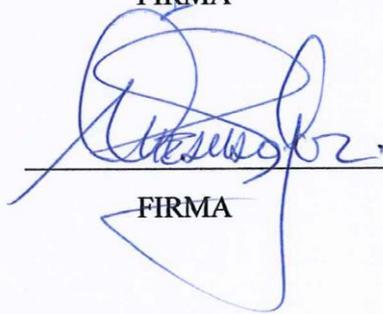
**MIEMBRO TRIBUNAL**



FIRMA

Ing. Miguel Alejandro Gómez Cabezas, Msc.

**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			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	045000495-7		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	Aupas Moreno Lensy Estefania		
<b>DIRECCIÓN:</b>	Ibarra-Ecuador		
<b>EMAIL:</b>	leaupasm@utn.edu.ec		
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	2292-218	<b>TELÉFONO MÓVIL:</b>	0988085712

DATOS DE LA OBRA	
<b>TÍTULO:</b>	“EVALUACIÓN DE LA POBLACIÓN DE INSECTOS POLINIZADORES EN PLANTAS ARVENSES EN LA GRANJA EXPERIMENTAL “LA PRADERA” CHALTURA, IMBABURA”
<b>AUTORA:</b>	Aupas Moreno Lensy Estefania
<b>FECHA:</b>	09 de marzo de 2020
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
<b>PROGRAMA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
<b>TITULO POR EL QUE OPTA:</b>	Ingeniería Agropecuaria
<b>DIRECTOR:</b>	Dra. Julia Karina Prado Beltrán, PhD.

## 2. CONSTANCIAS

La autora manifiesta 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 la titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 09 días del mes de marzo de 2020

**LA AUTORA:**



.....

Aupas Moreno Lensy Estefania

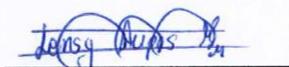
CI: 045000495-7

## ACEPTACIÓN

### DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Manifiesto que la presente obra es original y se la desarrolló sin violar derechos de autores terceros, por lo tanto, es original y que soy el titular de los derechos patrimoniales; por lo que asumo la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldré en defensa de la Universidad Técnica del Norte en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 09 días del mes de marzo de 2020

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Lensy Aupas", is written over a horizontal line.

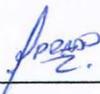
Firma

Aupas Moreno Lensy Estefania

## CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Aupas Moreno Lensy Estefania, bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 09 días del mes de marzo de 2020



---

Dra. Julia Karina Prado Beltrán, PhD.

DIRECTOR DE TESIS

## **CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

Yo, Aupas Moreno Lensy Estefania con cédula de identidad Nro. 045000495-7, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominado: **“EVALUACIÓN DE LA POBLACIÓN DE INSECTOS POLINIZADORES EN PLANTAS ARVENSES EN LA GRANJA EXPERIMENTAL “LA PRADERA” CHALTURA, IMBABURA”**, que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniera Agropecuaria en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 09 días del mes de marzo de 2020



Aupas Moreno Lensy Estefania

## REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

**Guía:** FICAYA-UTN

**Fecha:** Ibarra, a los 09 días del mes de marzo del 2020

**Aupas Moreno Lensy Estefania;** “EVALUACIÓN DE LA POBLACIÓN DE INSECTOS POLINIZADORES EN PLANTAS ARVENSES EN LA GRANJA EXPERIMENTAL “LA PRADERA” CHALTURA, IMBABURA” /Trabajo de titulación. Ingeniera Agropecuaria.

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, a los 09 días del mes de marzo del 2020 X... páginas.

**DIRECTORA:** Dra. Julia Karina Prado Beltrán, PhD.

El objetivo principal de la presente investigación fue: Evaluar la población de insectos polinizadores en plantas arvenses en la granja experimental “La Pradera”.

Entre los objetivos específicos se encuentran:

- Cuantificar la dinámica poblacional de insectos polinizadores presentes en plantas arvenses en la granja experimental “La Pradera”.
- Relacionar la diversidad de insectos polinizadores vs plantas arvenses presentes en la granja experimental “La Pradera”.
- Comparar la presencia de polinizadores en las diferentes épocas de muestreo y los cultivos presentes en la granja experimental “La Pradera”.



.....  
Dra. Julia Karina Prado Beltrán, PhD.

**Directora de Trabajo de Grado**



.....  
Aupas Moreno Lensy Estefania

## **AGRADECIMIENTO**

*A Dios por darme las fuerzas y la sensatez para transitar por este camino llamado vida y por llenarme de luz en momentos de oscuridad, en donde me daba por vencida para el todo mi amor y agradecimiento por su guía.*

*A mis padres Marcelo y Silvia quienes fueron fuente de mi inspiración para seguir luchando día a día por alcanzar mi título universitario, sin ustedes nada hubiese sido posible, agradecerles por su ayuda no solo económica sino también espiritual, como no agradecer por las palabras sabias brindadas en el momento adecuado, los amo.*

*A mi abuelita Rosario que está en el cielo pero que desde allá celebra mi victoria gracias a esta mujer soy lo que soy porque inculco en mí, responsabilidad, paciencia amor al estudio, forjando mi carácter desde pequeña, gracias por hacerme entender que puedo llegar muy lejos si me esfuerzo.*

*A mi tía Filo cómplice de aventuras, gracias por tus palabras de aliento y por escucharme sin juzgarme. Gracias por hacerme entender que el equivocarnos nos hace más fuertes, más sabios y que en esta vida estamos para ser felices y para complacernos así mismo, eres especial para mí.*

*A mis hermanos Marco y Marcelo por entenderme, escucharme y darme fuerza en momentos en donde quise abandonarlo todo, sus palabras fueron mi aliento.*

*A mis amigos porque con ellos compartí largas jornadas llenas de risas, llantos y de vivencias sin igual, los amigos son la familia que uno elige y me alegro de haberlos conocido, nos esperan nuevos retos sé que cada uno de ustedes saldrá victorioso. Éxitos mis queridos hermanos de corazón.*

*Infinita gratitud a la Universidad Técnica del Norte, y en particular a la carrera de Ingeniería Agropecuaria por abrirme las puertas y brindarme una educación de calidad, ética y con valores humanos; a todos los docentes que impartieron sus conocimientos y me brindaron su apoyo para formarme profesionalmente, en especial a la Dra. Julia Prado por su paciencia y ayuda científica en mi trabajo de titulación me voy agradecida por todo el trabajo realizado.*

***Lensy Estefania Aupas Moreno.***

## **DEDICATORIA**

*Al ser supremo Dios por su amor y sus bendiciones depositadas en mí, estoy convencida que nada en esta vida es posible sin su presencia.*

*A mis padres los seres más importantes en mi vida este logro es nuestro, su cariño, respeto, consideración y sobretodo amor hicieron que este transitar sea más llevadero. Se ha terminado una etapa, lo hemos logrado con Éxito espero se sientan orgullosos de mí y de ustedes mismo. ¡Lo hicimos!*

*A mis familiares en especial a mis hermanos, a mi tía Filo, a mis primos Diego, Karen mis alcahuetes y a todos que directa o indirectamente estuvieron apoyándome en mi preparación como Ingeniera Agropecuaria. ¡Gracias a Uds.!*

*A mis maestros por compartir sus conocimientos y motivarme a estudiar para lograr mi título profesional.*

***Lensy Estefania Aupas Moreno.***

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE FIGURAS .....	i
ÍNDICE DE TABLAS .....	iv
ÍNDICE DE ANEXOS .....	iv
RESUMEN .....	v
ABSTRACT .....	vi
CAPÍTULO I.....	7
INTRODUCCIÓN.....	7
1.1 Antecedentes .....	7
1.2 Problema de investigación .....	8
1.3 Justificación.....	8
1.4 Objetivos .....	10
1.4.1 Objetivo general .....	10
1.4.2 Objetivos específicos .....	10
1.5 Preguntas directrices .....	10
CAPÍTULO II .....	11
MARCO TEÓRICO .....	11
2. 1 Polinización.....	11
2.2 Agentes polinizadores.....	11
2.2.1 Polinización abiótica.....	11
2.2.1.1 Polinización anemofilia (viento) .....	11
2.2.1.2 Polinización hidrofilia (agua) .....	12
2.2.1.3 Polinización por gravedad.....	12
2.2.2 Polinización biótica.....	12
2.2.2.1 Polinización por animales.....	12
2.2.1.3 Clasificación de insectos polinizadores .....	13
2.3 Importancia de la polinización en la agricultura .....	15
2.4 Monocultivo y pérdida de plantas nativas arvenses .....	16
2.5 Plantas arvenses.....	16
2.6 Clasificación de plantas arvenses .....	17
2.6.1 Arvenses nobles.....	17

2.6.2 Malezas. ....	17
2.7 Interacción planta -insecto .....	19
2.8 Índices de biodiversidad .....	21
2.8.1 Índice de Shannon- Wiener. ....	21
CAPITULO III .....	23
MARCO METODOLÓGICO .....	23
3.1 Descripción del área de estudio .....	23
3.1.1 Ubicación política. ....	23
3.1.2 Ubicación geográfica. ....	24
3.1.3 Características climáticas. ....	24
3.2 Materiales .....	24
3.3 Factores en estudio .....	25
3.4 Características del sitio de muestreo .....	28
3.5 Análisis estadístico .....	33
3.6 Variables .....	34
3.6.1 Estado fenológico. ....	34
3.6.2 Número de insectos totales.....	36
3.6.3 Dinámica poblacional. ....	36
3.6.4 Relación de insecto polinizador -planta arvense. ....	36
3.6.5 Número de insectos con señales de polen en su cuerpo.....	37
3.6.6 Número de insectos por morfotipo. ....	37
3.7 Manejo del ensayo .....	37
3.7.1 Establecimiento del ensayo. ....	37
3.7.2 Muestreo utilizando cuadrantes.....	37
3.7.3 Colecta de insectos. ....	38
3.7.4 Transporte de frascos y bolsas entomológicas. ....	41
3.7.5 Montaje de insectos. ....	41
3.7.6 Identificación de los insectos polinizadores.....	43
3.7.7 Etiquetado de insectos.....	44
3.7.8 Montaje en cajas entomológicas.....	45
CAPÍTULO IV .....	46

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	46
4.1 Identificación de plantas arvenses según área de muestreo .....	46
4.2 Dinámica poblacional .....	47
4.2.1 Número de insectos por orden por metro cuadrado.....	47
4.2.2 Número de insectos totales por planta arvense. ....	49
4.2.3 Número de insectos por planta, familia y estado fenológico. ....	51
4.2.3.1 Familia Fabaceae. ....	51
4.2.3.1.1 <i>Dalea coruela</i> (L.f.) Schinz y Thell (Iso).....	51
4.2.3.1.2 <i>Desmodium</i> spp. (Desmodium). ....	52
4.2.3.1.3 <i>Lupinus pubescens</i> L. (Chocho). ....	52
4.2.3.1.4 <i>Mimosa albida</i> Willd. (Dormilona grande). ....	53
4.2.3.2 Familia Amaranthaceae.....	55
4.2.3.2.1 <i>Dysphania ambrosoides</i> L. (Paico).....	55
4.2.3.2.2 <i>Amaranthus quitensis</i> Kunth. (Yuyo colorado). ....	56
4.2.3.2.3 <i>Alternanthera porrigens</i> (Jacq.) Kunth (Moradilla). ....	57
4.2.3.3 Familia Asteraceae.....	59
4.2.3.3.1 <i>Parthenium hysterophorus</i> L. (Granillo).....	59
4.2.3.3.2 <i>Bidens andincola</i> Kunth. (Amor ciego). ....	59
4.2.3.3.3 <i>Ambrosia arborescens</i> Mill.(Marco).....	60
4.2.3.3.4 <i>Bidens pilosa</i> L. (Amor seco). ....	61
4.2.3.3.5 <i>Bacharis latifolia</i> (R & P) Pers. (Chilca). ....	62
4.2.3.3.6 <i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronq. (Rama negra).....	63
4.2.3.4 Familia Euphorbiaceae.....	65
4.2.3.4.1 <i>Croton elegans</i> Kunth. (Mosquera).....	65
4.2.3.5 Familia Solanaceae. ....	66
4.2.3.5.1 <i>Solanum nigrescens</i> M.Martens & Galeotti (Hierba mora). ....	66
4.2.3.5.2 <i>Capsicum rhomboideum</i> (Dunal) Kuntze (Tomatillo). ....	67
4.2.3.5.3 <i>Nicandra physalodes</i> (L.) Gaertn. (Tomate de monte). ....	68
4.2.3.6 Familia Verbenaceae.....	69
4.2.3.6.1 <i>Verbena litoralis</i> Kunth. (Verbena) .....	69
4.2.3.7 Familia Limiaceae.....	70

4.2.3.7.1 <i>Salvia sagittata</i> Ruiz & Pav. (Matico).....	70
4.2.3.8 Familia Convolvulaceae.....	72
4.2.3.8.1 <i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth. (Campanitas).....	72
4.2.3.9 Familia Malvaceae.....	73
4.2.3.9.1 <i>Fuertesimalva limensis</i> (L.) Fryxell. (Malva) .....	73
4.2.3.9.2 <i>Sida rhombifolia</i> L. (Escobilla). .....	74
4.3 Población de insectos por morfotipo .....	75
4.3.1 Población de insectos por morfotipos de orden Dipteros. ....	77
4.3.2 Población de insectos por morfotipo de orden Himenopteros. ....	82
4.3.3 Población de insectos por morfotipo de orden Hemipteros. ....	85
4.3.4 Población de insectos por morfotipo de orden Coleopteros.....	88
4.3.5 Población de insectos por morfotipo de órdenes Lepidoptera, Neuroptera, Orthoptera.....	91
4.4 Número de morfotipos de insectos según planta arvense .....	93
4.5 Índice de diversidad – Shannon Winner .....	95
4.5.1 Morfotipos.....	95
4.5.2 Plantas arvenses.....	97
4.6 Color de las flores de las plantas arvenses y su influencia con la población de insectos .....	100
CAPÍTULO V .....	104
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	104
5.1 Conclusiones .....	104
5.2 Recomendaciones .....	104
6. BIBLIOGRAFÍA CITADA .....	105
7. ANEXOS .....	118

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura de una abeja .....	13
Figura 2. Estructura especializada, espiritrompa .....	15
Figura 3. Mapa de ubicación .....	23
Figura 4. Plantas arvenses nativas en estudio.....	28
Figura 5. Ubicación de plantas arvense en la granja experimental "La Pradera" .....	33
Figura 6. Estado vegetativo en <i>Fuertesimalva limensis</i> (L.) Fryxell.....	34
Figura 7. Floración en <i>Lupinus pubescens</i> L.....	35
Figura 8. Fructificación en <i>Capsicum rhomboideum</i> (Dunal) Kuntze.....	35
Figura 9. Dispersión en <i>Lupinus pubescens</i> L.....	36
Figura 10. Delimitación del área .....	37
Figura 11. Cuadrante para muestreo de insectos .....	38
Figura 12. Red entomológica .....	38
Figura 13. Muestreo con red.....	39
Figura 14. Fundas y frascos entomológicos codificados .....	39
Figura 15. Frasco letal.....	40
Figura 16. Trampas amarillas .....	40
Figura 17. Muestras de insectos .....	41
Figura 18. Montaje en triángulos de cartón.....	41
Figura 19. Montaje directo en el espécimen .....	42
Figura 20. Métodos de colocar los alfileres a través de los especímenes .....	43
Figura 21. Insecto del orden Diptera .....	43
Figura 22. Morfotipo con polen en su cuerpo .....	44
Figura 23. Etiquetado de un insecto del orden Diptera.....	44
Figura 24. Caja entomológica.....	45
Figura 25. Insecto con polen en una de sus estructuras .....	47

Figura 26. Número de insectos por orden encontrados en las plantas arvenses por m <sup>2</sup> .	48
Figura 27. Número de insectos totales por planta arvense .....	50
Figura 28. Número de insectos por mes en <i>Dalea coruela</i> (L.f.) Schinz y Thell.....	51
Figura 29. Número de insectos por mes en <i>Desmodium</i> spp.....	52
Figura 30. Número de insectos por mes en <i>Lupinus pubescens</i> L.....	53
Figura 31. Número de insectos por mes en <i>Mimosa albida</i> Willd. ....	54
Figura 32. Número de insectos por mes en <i>Dysphania ambrosoides</i> L.....	56
Figura 33. Número de insectos por mes en <i>Amaranthus quitensis</i> Kunth. ....	56
Figura 34. Número de insectos por mes en <i>Alternanthera porrigens</i> (Jacq.) Kunth .	57
Figura 35. Número de insectos por mes en <i>Parthenium hysterophorus</i> L.....	59
Figura 36. Número de insectos por mes en <i>Bidens andincola</i> Kunth. ....	60
Figura 37. Número de insectos por mes en <i>Ambrosia arborescens</i> Mill. ....	61
Figura 38. Número de insectos por mes en <i>Bidens pilosa</i> L.....	61
Figura 39. Número de insectos por mes en <i>Bacharis latifolia</i> (R & P) Pers .....	62
Figura 40. Número de insectos por mes en <i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronq. ....	63
Figura 41. Número de insectos por mes en <i>Croton elegans</i> Kunth.....	65
Figura 42. Número de insectos por mes en <i>Solanum nigrescens</i> M.Martens & Galeotti .....	66
Figura 43. Número de insectos por mes en <i>Capsicum rhomboideum</i> (Dunal) Kuntze.	67
Figura 44. Número de insectos por mes en <i>Nicandra physalodes</i> (L.) Gaertn. ....	68
Figura 45. Número de insectos por mes en <i>Verbena litoralis</i> Kunth. ....	69
Figura 46. Número de insectos por mes en <i>Salvia sagittata</i> Ruiz & Pav. ....	71
Figura 47. Número de insectos por mes en <i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth. ....	72
Figura 48. Número de insectos por mes en <i>Fuertesimalva limensis</i> (L.) Fryxell. ....	73
Figura 49. Número de insectos por mes en <i>Sida rhombifolia</i> L.....	74
Figura 50. Número de morfotipos totales por planta arvense .....	76

Figura 51. Número de insectos por morfotipo correspondiente al orden Diptera .....	77
Figura 52. Insectos correspondientes a los morfotipos del orden Diptera. ....	81
Figura 53. Número de insectos por morfotipo correspondiente al orden Himenoptera .....	82
Figura 54. Insectos correspondientes a los morfotipos del orden Himenoptera .....	85
Figura 55. Número de insectos por morfotipo correspondiente al orden Hemiptera .	85
Figura 56. Insectos correspondientes a los morfotipos del orden Hemiptera .....	88
Figura 57. Número de insectos por morfotipo correspondiente al orden Coleoptera..	89
Figura 58. Insectos correspondientes a los morfotipos del orden Coleoptera.....	90
Figura 59. Número de insectos por morfotipo correspondiente a los órdenes Lepidoptera, Neuroptera y Orthoptera.....	91
Figura 60. Insectos correspondientes a los morfotipos de los órdenes Neuroptera y Orthoptera.....	92
Figura 61. Insectos correspondientes a los morfotipos del orden Lepidoptera .....	92
Figura 62. Cantidad de morfotipos de insectos encontrados en las diferentes plantas arvenses .....	94
Figura 63. Número de insectos por color de flor de la planta arvense.....	101

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de arvenses nobles por familia y especie.....	18
Tabla 2. Clasificación de plantas malezas por familia y especie.....	19
Tabla 3. Sitios de muestreo y ubicación en el mapa.....	29
Tabla 4. Familia y área de las plantas arvenses.....	46
Tabla 5. Índice de Shannon Winner, presente en morfotipos de los especímenes evaluados.....	96
Tabla 6. Índice de Shannon Winner, presente en arvenses nativas que se estudiaron.....	97

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Hoja de campo.....	118
-----------------------------	-----

# “EVALUACIÓN DE LA POBLACIÓN DE INSECTOS POLINIZADORES EN PLANTAS ARVENSES EN LA GRANJA EXPERIMENTAL “LA PRADERA” CHALTURA, IMBABURA”

Aupas Moreno Lensy Estefania

Universidad Técnica del Norte

[leapasm@utn.edu.ec](mailto:leapasm@utn.edu.ec)

## RESUMEN

Las plantas arvenses nativas cumplen con funciones diversas, por ejemplo, proveen de alimento, refugio y sitios de nidificación a insectos, sin embargo, en los actuales sistemas de producción, el uso de pesticidas e insecticidas impide el crecimiento de las mismas, ocasionando pérdida de biodiversidad insectil y vegetal. Con esta incertidumbre surge la necesidad de cuantificar e identificar insectos benéficos presentes en plantas arvenses nativas, con el fin de utilizarlas en el incremento de la biodiversidad en los sistemas agrícolas. La investigación se llevó a cabo en la granja Experimental “La Pradera”, evaluando 22 plantas arvenses en diferentes estados fenológicos en 30 sitios de muestreo, con un área de 400 m<sup>2</sup> aproximadamente; se realizaron 10 pases con la red entomológica para la captura de los insectos, con frecuencia mensual desde agosto-diciembre, los insectos fueron identificados y clasificados por orden y morfotipo. Los resultados indican que existen alrededor de 16 000 insectos, de los cuales el 15% presentó polen en sus estructuras, el orden Himenoptera mostró ser el predominante con el 45% del total de los insectos, también se determinaron 104 morfotipos. Las plantas arvenses *Dalea coerulea*, *Dysphania ambrosioides* L. y *Parthenium hysterophorus* presentaron el mayor número de insectos por metro cuadrado (200-500), además de poseer índices de biodiversidad altos que van desde 3.07 a 4.95 lo que indica diversidad alta. Cabe mencionar que *Fuertesimalva limensis* mostró ser la planta hospedera del mayor número de morfotipos con un total de 63, así mismo un número alto de insectos en relación al color de la flor. El uso de plantas arvenses presenta ventajas tales como adaptación local, permanencia en el hábitat y sobretodo conservación de la biodiversidad.

Palabras clave: polinizadores, plantas arvenses, biodiversidad.

**"EVALUATION OF THE POBLATION OF POLYNIZING INSECTS IN ARVENS  
PLANTS IN THE EXPERIMENTAL FARM "LA PRADERA" CHALTURA,  
IMBABURA"**

Aupas Moreno Lensy Estefania

Técnica del Norte University

[leapasm@utn.edu.ec](mailto:leapasm@utn.edu.ec)

**ABSTRACT**

Native arvenses plants perform various functions, for example, providing food, shelter and nesting sites to insects, however, in current production systems, the use of pesticides and insecticides prevents the growth of them, causing the loss of insectic and plant biodiversity. With this uncertainty arises the need to quantify and identify beneficial insects present in native arvens plants, in order to use them in increasing biodiversity in agricultural systems. The research was carried out at the Experimental farm "La Pradera", evaluating 22 arvens plants in different phenological states at 30 sampling sites, with an area of approximately 400 m<sup>2</sup>. Ten passes were made with the entomological network for the capture of insects, often monthly since August-December, the insects were identified and classified by order and morphotype. The results indicate that there are about 16 039 insects, of which 15% had pollen in their structures, the Hymeoptera order showed to be the predominant with 45% of the total insects, 104 morphotypes were also determined. The arvenses plants Dalea coerulea, Dysphania ambrosioides L. and Parthenium hysterophorus had the highest number of insects per meter frame (200-500), in addition to having high biodiversity rates ranging from 3.07 to 4.95 indicating high diversity, it is worth mentioning that Fuertesimalva limensis showed to be the host plant of the largest number of morphotypes with a total of 63, also a high number of insects in relation to the color of the flower. The use of arvense plants has advantages such as local adaptation, habitat permanence and above all biodiversity conservation.

Keywords: pollinators, plants, biodiversity.

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 Antecedentes

La biodiversidad es la base de la agricultura. Mantener un equilibrio entre ellas es esencial para la producción de alimentos y de otros productos agrícolas, proporcionando beneficios para la humanidad, incluyendo seguridad y soberanía alimentaria (Moreno, 2007). Alrededor del 78% de las especies de plantas con flor en climas templados y del 94% en climas tropicales se benefician del proceso de la polinización mediada por animales, lo que equivale a más del 87% de todas las especies de angiospermas conocidas (Spivak, Mader y Vaughan, 2011). A nivel global, el 87% de las especies cultivadas, que representan un 35% del suministro global de alimentos, se ven favorecidas por este proceso, traduciéndose estos datos en un valor económico que asciende a más de 128 billones de dólares o al 9.5% del total de la producción mundial (Moreno y López, 2005).

La polinización es uno de los servicios más valiosos proporcionados por los ecosistemas, ya que mantiene la diversidad y facilita la reproducción de muchas especies de plantas. Los principales polinizadores son himenopteros (abejas, avispas, hormigas), dipteros (moscas, mosquitos), lepidopteros (polillas y mariposas) y coleopteros (abejones, cucarrones) entre ellos, los pertenecientes al orden himenoptera, representado por las abejas, desempeñan un papel preponderante en la polinización. Más de un tercio de las cosechas en el mundo de especies como alfalfa, girasol, frutas y verduras dependen de la polinización mediada por las mismas (Parra, 2005).

Garibaldi, Ashworth, Chacoff y Aizen (2012), demostraron que las flores al ser polinizadas por abejas, tienden a aumentar la cantidad de frutos más o menos en un 9% y sin la presencia de las mismas podrían triplicar la incidencia de productos mal formados, disminuyendo el valor comercial que estos podrían tener. Así queda demostrado una vez mas la eficiencia de la polinización.

El 91% de los 1.5 billones de hectáreas de tierras cultivadas en el mundo están ocupadas por cultivos anuales, principalmente por monocultivos de trigo, arroz, maíz, algodón y soja. Muchos ven en este sistema de producción una estrategia para satisfacer la demanda de alimentos, debido al incremento de la población mundial, olvidando los impactos negativos que causa en los ecosistemas: deforestación, eliminación de la cobertura vegetal, pérdida de biodiversidad, pérdida de la fertilidad del suelo y erosión de grandes áreas naturales (Gomero, 2001).

Dentro de pérdida de biodiversidad se encuentran las plantas arvenses que son pioneras y colonizadoras en procesos cíclicos en áreas perturbadas, cumplen con funciones ecológicas importantes como, por ejemplo: con sus sistemas radiculares retienen el suelo evitando la erosión, sirven de alimento a fitófagos, proveen de néctar y polen a insectos cosechadores de miel, además fijan nitrógeno e incorporan materia orgánica contribuyendo a la formación del suelo, sin embargo su perdida cada día es más evidente (Sánchez y Guevara, 2013).

La pérdida de hábitat natural ha traído deficiencias nutricionales para insectos en general, rescatando de esta manera la importancia de la flora nativa en nuestro ecosistema. El polen y el néctar de cultivos de floración masiva proporciona nutrición suplementaria a polinizadores, esta alimentación saludable proviene de las muy mal conocidas plantas malezas (arvenses); así pues, se recalca la simbiosis existente entre plantas e insectos polinizadores y la interacción en los ecosistemas para la conservación de la biodiversidad (O'Brien y Arathi, 2018).

## **1.2 Problema de investigación**

Se estima que un tercio de los alimentos que se consume está disponible gracias a la polinización, manteniendo la productividad de los principales cultivos agrícolas en un 75%, lo que representa el 35% del volumen de la producción mundial. A pesar de la funcionalidad que tienen los polinizadores su pérdida cada día es más evidente debido a los actuales sistemas de producción agrícola; como por ejemplo en los monocultivos el agricultor hace uso excesivo de productos químicos que inhiben la aparición de plantas extrañas conocidas como arvenses (Balzan, Bocci y Moonen, 2014).

El uso constante de herbicidas y el poco interés que tiene el agricultor sobre el manejo de la biodiversidad han traído consigo la acumulación de residuos en el suelo y la eliminación de polinizadores provocando alteraciones en el ambiente y en los organismos que habitan en ese ecosistema (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO], 2008).

## **1.3 Justificación**

Altieri y Nicholls (2009) señalan que los agentes polinizadores son aquellos que transportan polen de una planta a otra, ayudando de forma involuntaria en la multiplicación y perpetuación de especies, contribuyendo con la biodiversidad. Aguilar (2010) menciona que la producción agrícola depende de cinco factores: cantidad, calidad, precocidad, seguridad y sostenibilidad. En todos ellos, los insectos polinizadores y en particular las abejas juegan un papel fundamental. Se sabe que la producción de muchos cultivos hortofrutícolas depende en gran medida de una correcta polinización. Pese a su importancia se estima que se ha perdido cerca del 40% de invertebrados polinizadores, particularmente abejas y mariposas, y el 9% de estas especies están en peligro de extinción (Altieri y Nicholls, 2009).

Los insectos polinizadores para su perpetuación y reproducción necesitan de plantas hospederas, dentro de ellas se tiene a las arvenses que son consideradas plagas por el agricultor, pese a que cumplen con un papel biológico beneficioso dentro del agroecosistema, ayudan en la protección de los suelos contra la erosión, regulan las aguas de escorrentía y el papel más importante, es que son influyentes en la conservación de biodiversidad genética (Sánchez y Guevara, 2013).

Las plantas arvenses como ya se mencionó tienen un valor biológico incalculable ya que sirven a los insectos polinizadores como sitios de conservación y reproducción, además se les emplea como medicamento y alimento para el hombre, permiten el desarrollo de insectos benéficos que regulan las poblaciones de aquellos que son plaga, brindan protección al suelo,

forraje para el ganado y son fuente de nuevos cultivares; a pesar de la importancia de los polinizadores no existe el conocimiento suficiente para la conservación de los mismos y de sus necesidades como por ejemplo de plantas hospederas como las arvenses (Blanco, 2016).

Está demostrado que la presencia de diferentes especies de arvenses en los cultivos mantiene la composición de la entomofauna y a su vez, los insectos benéficos tienen mayores posibilidades de encontrar presas alternativas, abrigo, sitios para reproducción y refugios para dormancia (Blanco y Leyva, 2007). Manejando las arvenses, se pueden determinar los principios ecológicos generales que regulan la dinámica de estas especies y las interacciones en los agroecosistemas (Larios, 1996).

La utilización de plantas arvenses está encaminada a la regulación de comunidades de insectos nocivos en diferentes cultivos para el manejo de agroecosistemas de manera amigable con el ambiente es decir agroecológicamente, sin tener que acudir a productos químicos (Altieri y Nicholls, 2009). Existen escasos estudios sobre manejo del hábitat y de las interacciones que en este se dan, como por ejemplo estudios que permiten determinar que plantas arvenses pueden satisfacer las necesidades de alimentación y refugio para polinizadores y como deberían estar distribuidas en el ecosistema, para que el agricultor pueda beneficiarse tanto de los servicios de polinización como del control de plagas (Albino, Cervantes, López, Ríos y Lira, 2011).

Con esta investigación se pretende conocer la diversidad de plantas arvenses en tiempo y espacio presentes en la granja experimental “La Pradera”, además de identificar los insectos que se alojan en las mismas, por ende, conocer la variedad insectil. Este conocimiento será fundamental para establecer posibles estrategias de conservación de plantas arvenses nativas y el manejo de artrópodos dentro de los ecosistemas.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo general**

- Evaluar la población de insectos polinizadores en plantas arvenses en la granja experimental “La Pradera”.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Cuantificar la dinámica poblacional de insectos polinizadores presentes en plantas arvenses en la granja experimental “La Pradera”.
- Relacionar la diversidad de insectos polinizadores vs plantas arvenses presentes en la granja experimental “La Pradera”.
- Comparar la presencia de polinizadores en las diferentes épocas de muestreo y los cultivos presentes en la granja experimental “La Pradera”.

## **1.5 Preguntas directrices**

- ¿Existe influencia de las plantas arvenses en la población de polinizadores en la granja experimental “La Pradera”?
- ¿Qué planta arvense atrae mayor cantidad de insectos polinizadores en la granja experimental “La Pradera”?
- ¿Qué factores influyen en la presencia de insectos polinizadores en la granja experimental “La Pradera”?

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

Se estima que el 70% de los cultivos incrementan en mayor o menor medida su producción cuando sus flores son visitadas por polinizadores, existen cultivos cuya producción sería prácticamente nula en ausencia de polinizadores, como por ejemplo cacao, nuez, vainilla y otras especies como las cucurbitáceas (zapallos, sandías, melones, etc.), también constituyen un ejemplo de alta dependencia de polinizadores, particularmente de abejas (Torres y Galetto, 2008). La polinización posee un valor alto para el mercado es así que se maneja activamente, sea preservando el hábitat natural de sus polinizadores, acercando colmenas de abeja melífera a las plantas durante la floración o polinizando manualmente las flores; la desaparición de polinizadores traería consigo la disminución del rendimiento de los cultivos en un 40%, he ahí la importancia de los polinizadores dentro de los ecosistemas (Vila, 2005).

#### **2. 1 Polinización**

La polinización es considerada uno de los servicios ecosistémicos más importantes dentro de la naturaleza, garantizando bienestar al ser humano y sobretodo permitiendo la subsistencia de un gran número de especies; una infinidad de cultivos, que forman parte de la alimentación humana necesitan ser polinizados, así pues, también especies silvestres dependen en gran medida de la polinización para la producción de frutos y semillas (Sosenski y Domínguez, 2018).

La cantidad y la calidad de una cosecha se encuentra limitada por múltiples factores, entre ellos la falta de agua o nutrientes, la incidencia de plagas o malezas pueden reducir el número y tamaño de los frutos (Rosado, 2002). Otro factor que condiciona el rendimiento de las cosechas es la polinización, como se mencionó anteriormente, este es de vital importancia dentro de los ecosistemas; se dice polinización al proceso en el cual se da la transferencia de polen desde los estambres (células masculinas) hacia el estigma (células femeninas) puede darse en la misma u otra flor, haciendo posible la fecundación, por ende, permite la producción de frutos y semillas, este proceso necesita de agentes polinizadores para ser llevado con eficiencia, a continuación se describen algunos de estos procesos (Pantoja, 2014).

#### **2.2 Agentes polinizadores**

El proceso de polinización requiere polinizadores como agentes que transportan o mueven el polen, así se distinguen dos tipos de polinización: biótica y abiótica.

##### **2.2.1 Polinización abiótica.**

Abiótica donde el polen es dispersado por un agente físico como: anemofilia (viento), hidrofília (agua) y polinización por gravedad.

##### **2.2.1.1 Polinización anemofilia (viento)**

La polinización anemofilia es el proceso en donde la planta debe liberar tanto polen como sea posible, para que se realice la transferencia a un estigma receptivo, es el tipo dominante

de polinización abiótica y es especialmente prevalente en varias familias de plantas, como gramíneas (Poaceae) y juncias (Cyperaceae), además las gimnospermas también son polinizadas por el viento (Jordano, 1988).

Con este fin, las plantas anemófilas tienen adaptaciones morfológicas que aumentan la dispersión y captura del polen, poseen flores con perianto y brácteas reducidas, encontrándolas usualmente por encima o fuera de las hojas lo que puede aumentar su acceso a las corrientes de viento. Algunas especies florecen antes de que salgan las hojas, lo que permite la máxima velocidad del viento alrededor de las flores, estas son generalmente unisexuales y a menudo están separadas temporal o espacialmente de las flores del sexo opuesto. Esta separación no solo previene la autofecundación si no que evita que los estigmas se obstruyan con el polen de sí mismo (Núñez y Robles, 2008).

#### ***2.2.1.2 Polinización hidrofilia (agua)***

Otra forma de polinización es mediante el agua, que puede ocurrir a través de una variedad de mecanismos; en algunas flores, el polen es lanzado al agua y flota en la superficie del agua. Las flores femeninas emergen a la superficie, reciben el polen y luego se retiran bajo el agua, este modo de polinización es poco efectivo ya que la cantidad de granos de polen por flor masculina es drásticamente reducida (Rocha, Alvarado, Hernández, León y Guzmán, 2013).

#### ***2.2.1.3 Polinización por gravedad.***

La polinización por gravedad, también llamada geofilia, se encuentra en las plantas de cultivo autopolinizadas. En este caso, el polen cae debido a la gravedad sobre el estigma receptivo de otras flores. Sin embargo, la gravedad es muy poco confiable y un agente polinizador raro e insignificante (Santos, Mendoza, Invernizzi, Cabrera y Zoppolo, 2015)

### **2.2.2 Polinización biótica.**

Montesinos (2016) señala que este tipo de polinización (biótica) el agente de dispersión del polen es un animal, puede ser un invertebrado o un vertebrado como, por ejemplo:

- Invertebrados: Himenópteros (avispa, abejas, hormigas), lepidópteros (mariposas, polillas), dípteros (moscas), coleópteros (escarabajos).
- Vertebrados: pájaros (colibrí), mamíferos (murciélagos) y roedores.

#### ***2.2.2.1 Polinización por animales.***

Los animales, sobre todo los insectos, juegan un papel vital en la reproducción de las plantas al facilitar la polinización de muchas especies vegetales; de estos polinizadores, los insectos son con diferencia el grupo más numeroso, aunque algunos reptiles, aves, e incluso mamíferos como murciélagos o lémures pueden también desempeñar esta importante labor (Galetto et al., 2007). Durante años ha existido mutualismo entre plantas y polinizadores beneficiándose simultáneamente entre ellos, normalmente los polinizadores obtienen de las plantas alimento (principalmente néctar y polen) además de las fragancias que

posteriormente utilizan en sus cortejos o simplemente como protección para su descendencia, facilitando a cambio la perpetuación de los vegetales (Montesinos, 2016).

En la vegetación actual, las angiospermas (plantas con flores y cuyas semillas se encuentran protegidas en el interior de un fruto) son sin lugar a duda el grupo dominante de plantas vasculares superiores; también son las especies vegetales que dependen en mayor grado de la polinización animal, y de hecho se considera que fueron en parte este tipo de interacciones entre plantas e insectos las que posibilitaron la gran diversificación de ambos grupos, hay cerca de 352000 especies de angiospermas descritas y de la mayoría de ellas se desconoce su tipo de polinización (Valiente, 2002).

### 2.2.1.3 Clasificación de insectos polinizadores

Los insectos son la categoría más antigua y también el grupo más grande de polinizadores, en este grupo sobresalen los órdenes: Himenoptera, Diptera, Lepidoptera y Coleoptera, a continuación, se describe el rol de cada uno de ellos en la polinización.

- Himenoptera

Abejas, abejorros, hormigas y avispas pertenecen, entre otros, a este orden. Con cerca de 200 mil especies descritas, los himenópteros se encuentran distribuidos por casi todo el planeta, exceptuando altitudes elevadas, aunque no hay una evaluación cuantitativa de la importancia relativa de los diferentes taxones polinizadores de la flora mundial, la mayoría de ecólogos especializados en esta área están de acuerdo en que las abejas (Apiformes) son predominantes en plantas y ecosistemas (Aquino, Gallardo y Margaría, 2008).

Ellos son a menudo los visitantes más frecuentes de las flores, por lo que, sí se considera la tasa de visita como un predictor fiable de la polinización, esto las convierte probablemente en los polinizadores más importantes; la predominancia de las abejas (Figura 1), como polinizadores puede atribuirse al hecho de que las aproximadamente 200 mil especies conocidas todas son florícolas obligadas, y tanto larvas como adultos se alimentan de productos florales (Fernández y Sharkey, 2006).

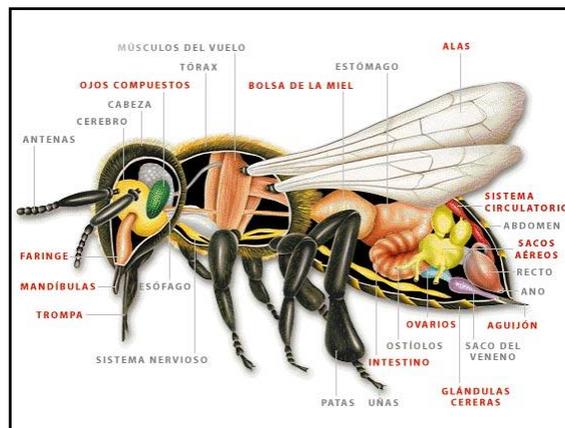


Figura 1. Estructura de una abeja

Fuente: Fernández y Sharkey (2006)

Los himenópteros, prefieren flores de colores amarillos, violetas o azules, con olores suaves, grandes cantidades de polen y/o néctar, nectarios escondidos en profundidad y presencia de señales ultravioleta indicándoles la localización de este líquido azucarado (González y Hernández, 2013).

- Diptera

Las moscas son los segundos visitantes más frecuentes de las flores, y a menudo superan en número a las abejas cuando las temperaturas son bajas, como ocurre en latitudes elevadas, aunque constituyen un grupo diverso con cerca de 150 mil especies, se concentran en tres familias: Syrphidae, Bombyliidae y Tachinidae; de estos tres grupos, los sírfidos son los más importantes con aproximadamente 6 mil especies, los adultos consumen néctar y, en algunos casos, polen, los dípteros son grandes oportunistas que ocupan algunos hábitats terrestres, gran parte de la población son parásitos, pudiendo encontrarse sus larvas en cualquier medio (Hernandez, 2017).

Habitualmente, los dípteros se ven atraídos por flores pequeñas, de color manchado púrpura y verdoso, con néctar libre, e inodoras o con un olor cadavérico y putrefacto, flores que han desarrollado olores para atraer moscas de la carroña y el estiércol, como ocurre en algunas especies de Aráceas, Asclepiadáceas y Orquidáceas; hay hasta 100 especies de plantas cultivadas que dependen de la polinización por dípteros; este parece ser, por ejemplo, el caso del cacao (*Theobroma cacao*) (Ávalos, Hernández y Trujano, 2009).

- Lepidoptera

Mariposas y polillas son otro grupo diverso con cerca de 300 mil especies, muchas nectarívoras, pero salvo unas pocas excepciones, no consumen polen; algunas no se alimentan en las flores, sino que consumen el jugo de algunos frutos, o simplemente no se alimentan cuando son adultos (Urrestavizkaya, Vasicek y Saine, 2010).

Los taxones nectarívoros y, por tanto, importantes desde el punto de vista de la polinización se concentran en las familias de polillas Sphingidae, Noctuidae y Geometridae, y en las familias de mariposas Hesperidae y Papilionidae. Las familias nectarívoras están representadas por todo el mundo, pero alcanzan su máxima diversidad en los trópicos (Penco e Iorio, 2014). Aunque faltan datos exhaustivos en este aspecto, se cree que, para la mayoría de las especies de plantas, las mariposas visitan las flores con menor frecuencia que las abejas y podrían también depositar menos polen en cada visita. Sin embargo, algunos estudios sugieren que mariposas y polillas transportan el polen más lejos que otros insectos, y este transporte de polen a largas distancias podría tener consecuencias genéticas importantes para las plantas (Barro et al., 2015).

Los lepidópteros muestran preferencia por las flores grandes, con formas tubulares alargadas, las mariposas diurnas son atraídas por flores erectas, de colores rojizos, rosados, malvas, que se abren durante el día y cuyos nectarios presentan marcas visuales; las polillas nocturnas, por su parte, además de encargarse de la polinización de aquellas flores que se abren desde el atardecer hasta por la mañana, prefieren flores horizontales, de colores blanquecinos y con marcas olorosas. A la hora de valorar la función polinizadora de los

lepidópteros, es importante tener en cuenta su característico aparato bucal de tipo chupador: sus largas trompas (denominadas espiritrompas) (Figura 2) , que se enrollan en espiral en estado de reposo, les permiten acceder al néctar ubicado en el fondo de alargados tubos o espolones, aprovechando así recursos a los que otros polinizadores no tienen fácil acceso (Calero, 2014).

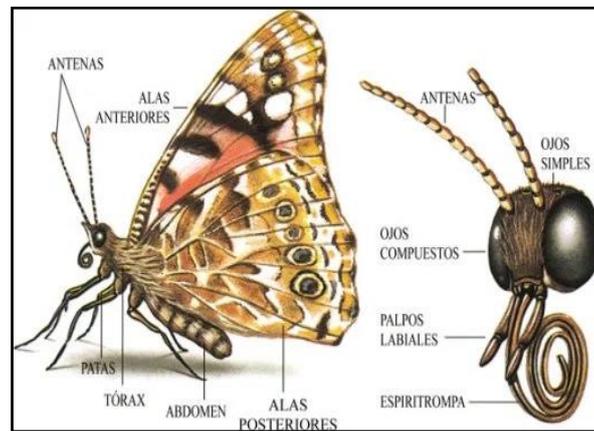


Figura 2. Estructura especializada, espiritrompa

Fuente: Calero (2014)

- Coleoptera

Los escarabajos están considerados como un grupo muy antiguo de visitantes florales, su registro fósil se remonta a unos 100 millones de años antes de la aparición de las primeras plantas florales (Aguilar, 2010). Con más de 360 mil especies descritas (aproximadamente una cuarta parte de las especies animales conocidas), podemos encontrar coleópteros en la mayoría de los hábitats del planeta terrestre (Altisent, 2011).

Su alimentación es muy variada: los hay fitófagos (al menos en una fase de su ciclo de vida), carnívoros, fungívoros, detritívoros, coprófagos, entre otros; los escarabajos como las moscas, son a menudo más bien generalistas en sus visitas a las flores y, al igual que las hormigas, tienden a polinizar por casualidad a las flores para alimentarse (algunos escarabajos son en ocasiones destructivos para las flores que frecuentan), en general, los coleópteros son atraídos por flores de color blanco o verde blanquecino, solitarias o en racimo, con formas cóncavas, anteras y estigmas expuestos, ovarios protegidos, grandes cantidades de polen y muy olorosas (Balzan et al., 2014).

### 2.3 Importancia de la polinización en la agricultura

La mayoría de los cultivos, plantas ornamentales y hortalizas necesitan de los insectos para la polinización. Se puede decir que, sin el trabajo valioso realizado por los insectos en la polinización de las flores, se tendrían rendimientos muy bajos de productos utilizados por la humanidad y de muchos otros seres que viven en el mundo (Altisent, 2011).

Otra relación de los insectos con la agricultura es aquella en que actúan como seres benéficos depredando o parasitando a insectos dañinos frecuentemente encontrados en las plantas, el

ser humano probablemente nunca sería capaz de lograr tanto en el combate de las plagas por otros medios sin que se rompiera el equilibrio ecológico (Lozano, 2006).

Es bien sabido que la producción de muchos cultivos hortofrutícolas depende en gran medida de una correcta polinización, en las especies no partenocarpas que son la mayor parte de las cultivadas, el cuajado y el desarrollo de los frutos depende de la polinización; tanto es así que, muchas veces, las malas cosechas son la causa de una deficiente polinización. Los fenómenos de incompatibilidad que presentan las especies cultivadas son mecanismos naturales que impiden la autofecundación y hacen que la polinización cruzada, ya sea por el aire (anemófila), por los insectos (entomófila) o aves (ornitofilia) incluso murciélagos (quiropterofilia), sea imprescindible para la correcta formación de las semillas y el desarrollo de los frutos (Altisent, 2011).

Es así que cuando insectos polinizadores visitan flores, el polen de las anteras de estas se adhiere a los cuerpos de aquellos, y luego pasa al estigma de la misma flor o de otra. Cuando la polinización es exitosa, el polen depositado en el estigma germina y forma tubos que transportan los gametos masculinos a través del estilo hasta alcanzar los óvulos en el ovario. Entonces, los óvulos que contienen los gametos femeninos resultan fertilizados (Garibaldi et al., 2012).

#### **2.4 Monocultivo y pérdida de plantas nativas arvenses**

La intensificación de los monocultivos ha sido una de las principales causas de pérdida de biodiversidad, esta expansión ha dado paso al cambio en el uso del suelo y en la productividad de los mismos; estas limitantes impiden el desarrollo normal de los ecosistemas y la producción de alimentos, ya que la agricultura reemplaza los ecosistemas más diversos y heterogéneos por ecosistemas homogéneos y simples (Silvetti y Cáceres, 2015).

Los monocultivos tienen por objetivo realizar pocos cultivos de alta productividad, homogéneos genéticamente, permitiendo maximizar: la producción y rentabilidad, simplificando el manejo y ahorro de tiempo; sin embargo, esta producción lleva consigo riesgo climático, económico y biológico, pérdida de material orgánico y sobre-extracción de nutrientes y agua; la expansión de la frontera agropecuaria vinculada al monocultivo afecta a grandes superficies impactando directa o indirectamente sobre áreas de vegetación nativa y espacios de conservación, estos se convierten en hábitat pobres e insalubres, perdiendo un sin número de plantas arvenses importantes dentro de los ecosistemas (Sánchez, Ulloa y Márquez, 2012).

#### **2.5 Plantas arvenses**

Las plantas arvenses están presentes en los cultivos, generalmente no son cultivadas por el agricultor, se dice que limitan el crecimiento y la producción de los cultivos ya que compiten por luz, nutrimentos, agua y espacio, se conoce arvenses muy agresivas consideradas como malezas y otras que tienen poco desarrollo aéreo o de follaje y poco desarrollo de la raíz denominadas arvenses nobles (Salazar y Hincapié, 2004).

Sin embargo, constituyen un componente para la protección de los suelos contra la erosión y la conservación de los recursos hídricos, el manejo actual de las arvenses se considera como el mayor obstáculo en el desarrollo sostenible de la agricultura mundial ya que en los sistemas de producción se aplican herbicidas en forma indiscriminada, lo cual causa problemas asociados con la erosión de los suelos, la calidad del agua y la vida rural (Sánchez y Guevara, 2013).

De aproximadamente 250000 especies de plantas que existen en el mundo, menos de 250 son conocidas como competitivas para los cultivos, cerca del 71% de las arvenses de mayor interferencia están distribuidas en ocho familias de plantas y más del 50% pertenecen a especies de sólo dos familias: Compositae y Gramineae (Forcella y Lindstrom, 1988).

Para comprender cómo funcionan las arvenses, es necesario conocer algunos hechos esenciales sobre su estructura (distribución de los individuos por estados funcionales) y sobre su status dinámico (nacimiento, muerte, reproducción), la comunidad de arvenses presentes en un cultivo no son más que una parte de un sistema más alto: el agroecosistema, que está formado por componentes muy diversos (cultivos, arvenses, insectos, microorganismos, suelo, clima), que están relacionados íntimamente entre sí y que actúan como una unidad (Plaza y Pedraza, 2007).

## **2.6 Clasificación de plantas arvenses**

### **2.6.1 Arvenses nobles.**

Son de porte bajo o crecimiento rastrero, raíz pobre y superficial, cubren el suelo, evitando la erosión; con desyerbas selectivas, o sea, sin eliminarlas, se favorece su establecimiento, fáciles de controlar poco agresivas (Brenes y Agüero, 2007). A continuación, en la Tabla 1, se presenta las principales especies de arvenses nobles del Ecuador, que serán objeto de estudio dentro de esta investigación.

### **2.6.2 Malezas.**

Son altas, de raíces abundantes y crecen e invaden fácilmente los campos cultivados, son difíciles de controlar, agresivas, predominantes y causan fuertes pérdidas económicas al agricultor. A continuación, en la tabla 2, se presenta una lista de las principales especies de este grupo (Brenes y Agüero, 2007).

Tabla 1.  
*Clasificación de arvenses nobles por familia y especie*

Familia	Nombre de la arvense	
	Científico	Común
Amaranthaceae	<i>Alternanthera porrigens</i> (Jacq.) Kuntze.	Moradilla
	<i>Amaranthus quitensis</i> Kunth.	Yuyo colorado
	<i>Dysphania ambrosioides</i> L.	Paico
	<i>Ambrosia arborescens</i> Mill.	Marco
Asteraceae	<i>Baccharis latifolia</i> (R&P.) Pers.	Chilca
	<i>Bidens andincola</i> Kunth.	Amor ciego
	<i>Bidens pilosa</i> L.	Amor seco
	<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronq.	Rama negra
	<i>Parthenium hysterophorus</i> L.	Altamisa de campo
Solanaceae	<i>Capsicum rhomboideum</i> (Dunal) Kuntze	Tomatillo
	<i>Nicandra physalodes</i> (L.) Gaertn.	Tomate de monte
Euphorbiaceae	<i>Solanum nigrescens</i> M.Martens & Galeotti	Hierba mora
	<i>Croton elegans</i> Kunth.	Mosquera
Fabaceae	<i>Dalea coerulea</i> (L.f.) Schinz y Thell	Iso
	<i>Lupinus pubescens</i> L.	Chocho
	<i>Mimosa albida</i> Willd.	Dormilona grande
Malvaceae	<i>Desmodium</i> (Sw.) DC.	Desmodium
	<i>Sida rhombifolia</i> L.	Escobilla
Convolvulaceae	<i>Fuertesimalva limensis</i> (L.) Fryxell.	Malva
Lamiaceae	<i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth.	Campanitas
Verbenaceae	<i>Salvia sagittata</i> Ruiz & Pav.	Matico
	<i>Verbena litoralis</i> Kunth.	Verbena

**Fuente:** Arvenses en estudio dentro de esta investigación.

Tabla 2.

*Clasificación de plantas malezas por familia y especie*

Familia	Nombre de la maleza	
	Científico	Vulgar
Amaranthaceae	<i>Amaranthus</i> spp.	Bledo, Amaranto
	<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	Bledo, Amaranto
Compositae	<i>Galinsoga ciliata</i> Blake.	Hierba de cuy
Convulvulacea	<i>Cuscuta</i> spp.	Cabellos de ángel
Cruciferaea	<i>Brassica napus</i> L.	Nabo silvestre
	<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	Rábano
Plantaginaceae	<i>Plantago major</i> L.	Llantén
	<i>Plantago lanceolate</i> L.	Llantén común
	<i>Rumex acetocella</i> L.	Pactilla
	<i>Rumex crispus</i> L.	Lengua de vaca
Polygonaceae	<i>Rumex obtusifolius</i> L.	Pacta
	<i>Polygonum segetum</i> H.B.K.	Duraznillo
	<i>Polygonum nepalense</i> Meisn.	Corazón herido
Solanaceae	<i>Datura stramonium</i> L.	Chamiro
	<i>Avena fatua</i> L.	Avena silvestre
Gramineae	<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst ex Chiov	Kikuyo
	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Pasto bermuda
Cyperaceae	<i>Cyperus rotundus</i> L.	Coquito
	<i>Cyperus esculentus</i> L.	Coquito

**Fuente:** Cárdenas (2009).

## 2.7 Interacción planta -insecto

Durante años las plantas han ido evolucionando a través de una serie de adaptaciones al medio en el cual se encuentren, son conocidas como organismos dominantes de las que depende la mayoría de las especies; las plantas terrestres son la fuente de alimento, refugio

y reproducción para una cantidad de más de un millón de especies de insectos de diferentes grupos taxonómicos, usando diferentes estrategias para conseguir nutrientes de cada una de las partes de la planta (Gutiérrez, 2009.)

Las complejas interacciones que se establecen entre plantas y animales que visitan sus flores son de interés para la ecología de la polinización, esta a su vez desempeña el papel de selección natural como motor evolutivo, así pues, existen complejas adaptaciones y relaciones altamente evolucionadas entre insectos y plantas; una de las más conocidas es la interacción planta e insecto, considerada el principal modelo de evolución dentro de la naturaleza (Arroyo, Armesto y Primack, 1983).

La mayoría de los estudios sobre ecología evolutiva de las interacciones entre plantas y polinizadores se han gestado al amparo del denominado “principio del polinizador más eficiente” que postula que la selección natural favorecerá aquellos rasgos morfológicos, fisiológicos o ecológicos de las plantas que sirvan para atraer a aquellos visitantes florales más eficientes, según este principio la mayoría de las plantas deberían estar polinizadas por un grupo reducido de especies eficaces, denominado especialización adaptativa (Horn, Rodrigues y Anzótegui, 2011).

La mayoría de los sistemas de polinización deberían tender hacia la especialización, algunas ideas que estructuran el estudio de las relaciones entre plantas y polinizadores son la coevolución que requiere especialización, los sistemas de polinización evolucionan rápidamente en respuesta a presiones selectivas producidas por los polinizadores, o que existe una tendencia histórica de especialización de tal forma que las plantas más “avanzadas” están más especializadas que las plantas “primitivas” (Gómez, 2002).

Los polinizadores relacionados filogenéticamente supuestamente ejercerán presiones selectivas similares, ya que exhibirán comportamiento y patrones de preferencias semejantes, se esperaría que flores polinizadas por insectos similares también compartan rasgos semejantes, permitió el surgimiento del concepto de síndrome de polinización, definido como el conjunto de rasgos florales que representan adaptaciones a tipos particulares de polinizadores, y que se extendió rápidamente entre los biólogos de la polinización por su aparente capacidad predictiva; mediante el estudio de los rasgos florales se puede descubrir cuáles son los principales polinizadores de una determinada especie vegetal, y viceversa (Torres y Galetto, 2008).

La esencia del síndrome de polinización es, la asociación de los caracteres florales entre sí, y de ellos con los polinizadores principales. Sin embargo, existe mayor cantidad de sistemas de polinización generalista son más frecuentes de lo que los presupuestos teóricos dictaminan, ya que las flores de muchas especies vegetales son visitadas por un grupo numeroso y taxonómicamente diverso de insectos, y en muchos casos, no existe una correlación positiva entre abundancia y eficiencia de los polinizadores de una determinada especie vegetal; en parte, esta realidad ha pasado desapercibida debido a que tradicionalmente los ecólogos de la polinización han prestado atención sobre todo a aquellas especies de visitantes florales que son más adecuadas a priori para actuar como polinizador de la especie vegetal de estudio (Uribe y Hoyos, 2007).

## 2.8 Índices de biodiversidad

La biodiversidad o también conocida como diversidad biológica, representa el número de especies en un determinado lugar, esta es dinámica en tiempo y espacio basada en la extinción de las especies y variación genética dentro de los ecosistemas (Torrez, Jorgensen y Macía, 2010). Actualmente la biodiversidad no es representada solamente por el número de especies, incluye todos los niveles de organización biológica iniciando por la genética hasta el paisaje (Cava, Corronca y Echeverría, 2013).

Para medir la biodiversidad existen varios índices que se utilizan para poder comparar la biodiversidad entre diferentes ecosistemas o zonas, es importante tener en cuenta que la utilización de estos índices aporta una visión parcial, pues da información acerca de la distribución espacial de las especies (Carmona, 2013).

La diversidad considera dos componentes importantes:

- a) Riqueza de especies= número de especies presentes en una comunidad
- b) Equitatividad = medida de la abundancia relativa de las especies presentes.

### 2.8.1 Índice de Shannon- Wiener.

Uno de los índices más utilizados para cuantificar la biodiversidad específica es el de Shannon, también conocido como Shannon- Wiener, el cual refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa; conceptualmente es una medida del grado de incertidumbre asociada a la selección aleatoria de un individuo en la comunidad (Pla, 2006). Esto es, si una comunidad de S especies es muy homogénea, existe una especie claramente dominante y las restantes S-1 especies apenas presentes, el grado de incertidumbre será más bajo que si todas las S especies fueran igualmente abundantes, ósea, al tomar al azar un individuo, en el primer caso tendremos un grado de certeza mayor (menos incertidumbre, producto de una menor entropía) que en el segundo; porque mientras en el primer caso la probabilidad de que pertenezca a la especie dominante será cercana a 1, mayor que para cualquier otra especie, en el segundo la probabilidad será la misma para cualquier especie (Moreno, 2001).

Su expresión es:

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

Donde:

H = Diversidad de especies.

Pi = es la proporción del número de individuos de la especie i con respecto a N

Obteniendo pi de la división del número de individuos de una especie con la sumatoria del número total de individuos de todas las especies.

Ln (pi) = logaritmo natural. De pi.

Este índice se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 1 y 5; puede haber ecosistemas con valores mayores (bosques tropicales, arrecifes de coral) o menores (algunas zonas desérticas), interpretando que valores menores a 2 son ecosistemas con una diversidad de especies relativamente baja, mientras que los mayores a 3 son altos (Carmona y Carmona, 2013).

## **2.9 Marco legal**

La Constitución vigente en el país, no aborda el tema de conservación y protección de polinizadores, pero si toma en cuenta 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.

En el Capítulo séptimo, sobre derechos de la naturaleza, en los Artículos 71, 72, 73 y 74 establece que la Pacha Mama o naturaleza tiene derecho a que se respete su existencia, mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos; en donde toda persona, comunidad, pueblo o nacionalidad podrá exigir al gobierno de turno los derechos de la naturaleza, este a su vez deberá incentivar a todas las personas a que contribuyan con la protección de la misma, beneficiándose del ambiente y de las riquezas naturales que les permita un buen vivir, estos beneficios están regulados por el Estado, ente encargado de aplicar medidas de precaución y restricción para actividades que con lleven a la extinción de especies, destrucción de ecosistemas o alteración permanente de los ciclos naturales.

Biodiversidad y recursos naturales en marcados en el capítulo segundo, sección segunda en donde aborda el tema de Biodiversidad, en los artículos 400, 401, 402, 403, declarando de interés público la conservación y el manejo sustentable de la biodiversidad y todos sus componentes, en particular la diversidad agrícola y silvestre, impidiendo el uso de semillas transgénicas en los cultivos ecuatorianos asegurando la soberanía alimentaria y el patrimonio genético del país. Finalmente, el Estado se compromete a precautelar la Biodiversidad y a defenderla de todos aquellos que hagan mal uso de los recursos naturales (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

# CAPITULO III

## MARCO METODOLÓGICO

### 3.1 Descripción del área de estudio

La granja experimental “La Pradera” cuenta con diferentes áreas de producción entre frutales, hortalizas, ornamentales, además con pequeños espacios de bosque, dentro de los cuales existe una diversidad de plantas arvenses tanto nativas como introducidas.

#### 3.1.1 Ubicación política.

Provincia: Imbabura

Cantón: Antonio Ante

Parroquia Rural: San José de Chaltura

A continuación, se muestra la ubicación del ensayo (Figura 3).

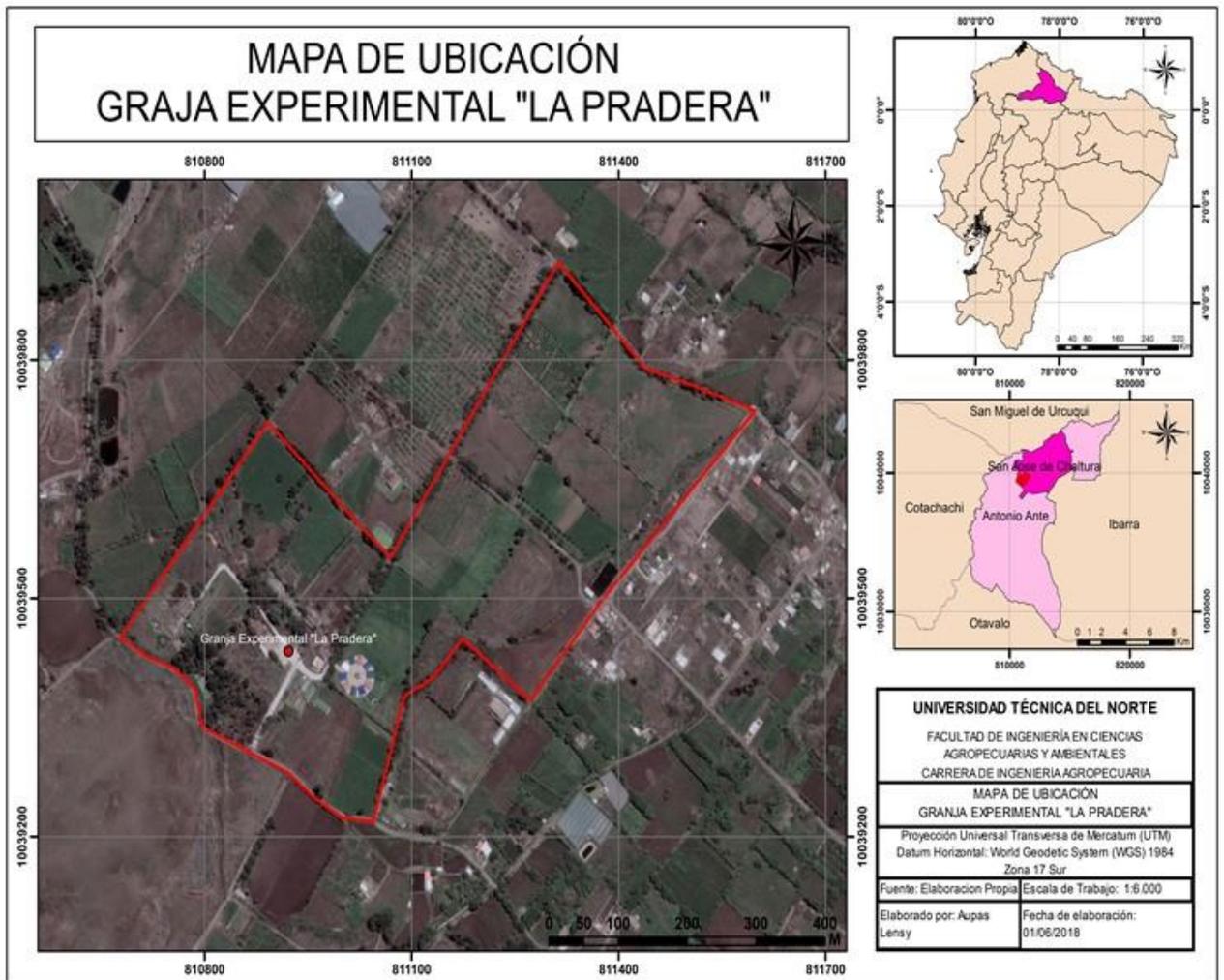


Figura 3. Mapa de ubicación

### 3.1.2 Ubicación geográfica.

Geográficamente el área de investigación tiene las siguientes coordenadas:

Longitud: 78°12' 2.397"OESTE

Latitud: 0°21' 4,12"NORTE

Altitud: 2376 m.s.n.m.

### 3.1.3 Características climáticas.

Humedad relativa: 68.9 %

Temperatura: 16.4°C promedio

Precipitación: 750 mm al año

### 3.2 Materiales

#### *Materiales de campo*

- Libro de campo
- Redes entomológicas
- Bolsas entomológicas
- Cooler
- Botas
- Cámara fotográfica
- Frascos de vidrio

#### *Materiales oficina*

- Computadora
- Esferográficos
- Resmas de papel
- Tinta de impresora
- Lápiz

- Borrador
- Impresora

#### *Materiales de laboratorio*

- Mandil
- Frascos de vidrio
- Equipo de disección
- Alfileres entomológicos (0, 1, 3)
- Gradilla para ajustes de altura
- Alcohol
- Naftalina
- Etiquetas
- Cajas entomológicas
- Estereoscopio

### 3.3 Factores en estudio

En la presente investigación los factores en estudio fueron 22 plantas arvenses, distribuidas entre las familias Amaranthaceae, Asteraceae, Solanaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Malvaceae, Convolvulaceae, Lamiaceae, Verbenaceae. En estas plantas fueron colectados los insectos (Figura 4).



*Alternanthera porrigens* (Jacq.)  
Kunth



*Ambrosia arborescens* Mill.



*Amaranthus quitensis* Kunth.



*Baccharis latifolia* (R & P) Pers.



*Bidens andincola* Kunth.



*Capsicum rhomboideum* (Dunal)  
Kuntze



*Bidens pilosa* L.



*Conyza bonariensis* (L.) Cronq.



*Dalea Coerulea* (L.f.) Schinz y Thell



*Dysphania ambrosioides* L.



*Croton elegans* Kunth.



*Desmodium* sp.



*Mimosa albida* Willd.



*Ipomoea purpurea* (L.) Roth.



*Fuertesimalva limensis* (L.) Fryxell.



*Lupinus pubescens* L.



*Sida rhombifolia* L.



*Salvia sagittata* Ruiz & Pav.



*Nicandra physalodes* (L.) Gaertn.



*Parthenium hysterophorus* L.



*Solanum nigrescens* M.Martens & Galeotti



*Verbena litoralis* Kunth.

Figura 4. Plantas arvenses nativas en estudio.

### 3.4 Características del sitio de muestreo

El sitio de muestreo comprendió un metro cuadrado que rodeaba la planta arvense. En general las plantas se encontraron en un sitio de muestreo; sin embargo, las arvenses *Sida rhombifolia*, *Dalea coerulea*, *Fuertesimalva limensis*, *Solanum nigrescens*, *Bidens pilosa*, *Alternanthera porrigens*, *Parthenium hysterophorus*, *Bacharis latifolia* estuvieron presentes en dos sitios. En cada sitio se determinó las plantas presentes alrededor de la planta arvense (Tabla 3) (Figura 5).

Tabla 3.  
Sitios de muestreo y ubicación en el mapa

Número de arvense en el mapa	Arvense		Plantas aledañas	Coordenadas			
	N. Común	N. Científico		X	Y	Altitud (m.s.n.m)	
1	Malva	<i>Fuertesimalva limensis</i> Fryxell.	(L.)	Limón ( <i>Citrus limón</i> ), Fréjol ( <i>Phaseolus vulgaris</i> ), Poroton ( <i>Erythrina edulis</i> ), Aguacate ( <i>Persea americana</i> ), Cebada ( <i>Hordeum vulgare</i> ), Molle ( <i>Schinus molle</i> ), Hortalizas, Malezas.	0.35729	78.20613	2349.2
2	Escobilla	<i>Sida rhombifolia</i> L.		Poroton ( <i>Erythrina edulis</i> ), Aguacate ( <i>Persea americana</i> ), Molle ( <i>Schinus molle</i> ), Alfalfa ( <i>Medicago sativa</i> ), Hortalizas, Malezas.	0.35702	78.20670	2347.3
3	Escobilla	<i>Sida rhombifolia</i> L.		Arveja ( <i>Pisum sativum</i> ), Alfalfa ( <i>Medicago sativa</i> ), Molle ( <i>Schinus molle</i> ), Malezas.	0.35745	78.20692	2348.4
4	Hierba mora	<i>Solanum nigrescens</i> M.Martens & Galeotti		Poroton ( <i>Erythrina edulis</i> ), Molle ( <i>Schinus molle</i> ), Alfalfa ( <i>Medicago sativa</i> ), Malezas.	0.35747	78.20697	2347.8
5	Chocho	<i>Lupinus pubescens</i> L.		Arveja ( <i>Pisum sativum</i> ), Molle ( <i>Schinus molle</i> ), Eucalipto ( <i>Eucalyptus globulus</i> ) Malezas.	0.35745	78.20727	2346.2
6	Chilca	<i>Bacharis latifolia</i> (R&P) Pers.		Arveja ( <i>Pisum sativum</i> ), Malezas.	0.35771	78.20725	2346.2

Número de arvense en el mapa	Arvense		Plantas aledañas	Coordenadas		
	N. Común	N. Científico		X	Y	Altitud (m.s.n.m)
7	Amor seco	<i>Bidens pilosa</i> L.	Pino ( <i>Pinus sylvestris</i> ), Arveja ( <i>Pisum sativum</i> ), Molle ( <i>Schinus molle</i> ), Malezas.	0.35768	78.20722	2345.8
8	Moradilla	<i>Alternanthera porrigens</i> (Jacq.) Kunth	Molle ( <i>Schinus molle</i> ), Eucalipto ( <i>Eucalyptus globulus</i> ), Poroton ( <i>Erythrina edulis</i> ), Malezas.	0.35721	78.20717	2348.4
9	Iso	<i>Dalea coerulea</i> (L.f.) Schinz y Thell	Pino ( <i>Pinus sylvestris</i> ), Molle ( <i>Schinus molle</i> ), Poroton ( <i>Erythrina edulis</i> ), Eucalipto ( <i>Eucalyptus globulus</i> ), Malezas.	0.35706	78.20722	2350.0
10	Iso	<i>Dalea coerulea</i> (L.f.) Schinz y Thell	Pino ( <i>Pinus sylvestris</i> ), Molle ( <i>Schinus molle</i> ), Eucalipto ( <i>Eucalyptus globulus</i> ), Malezas.	0.35762	78.20746	2352.4
11	Matico	<i>Salvia sagittata</i> Ruiz & Pav.	Pino ( <i>Pinus sylvestris</i> ), Malezas.	0.35786	78.20749	2349.8
12	Malva	<i>Fuertesimalva limensis</i> (L.) Fryxell.	Fréjol ( <i>Phaseolus vulgaris</i> ), Poroton ( <i>Erythrina edulis</i> ), Molle ( <i>Schinus molle</i> ), Malezas.	0.35769	78.20814	2358.4
13	Paico	<i>Dysphania ambrosioides</i> L.	Poroton ( <i>Erythrina edulis</i> ), Molle ( <i>Schinus molle</i> ), Malezas.	0.35737	78.20839	2356.1

Número de arvense en el mapa	Arvense		Plantas aledañas	Coordenadas		
	N. Común	N. Científico		X	Y	Altitud (m.s.n.m)
14	Hierba mora	<i>Solanum nigrescens</i> M.Martens & Galeotti	Molle ( <i>Schinus molle</i> ), Malezas.  Poroton ( <i>Erythrina edulis</i> ), Cebada ( <i>Hordeum vulgare</i> ),	0.35666	78.20866	2355.0
15	Granillo	<i>Parthenium hysterophorus</i> L.	Alfalfa ( <i>Medicago sativa</i> ), Avena ( <i>Avena sativa</i> ), Malezas.	0.35666	78.20894	2356.8
16	Amor seco	<i>Bidens pilosa</i> L.	Avena ( <i>Avena sativa</i> ), Malezas.	0.35641	78.20844	2357.4
17	Moradilla	<i>Alternanthera porrigens</i> (Jacq.) Kunth	Molle ( <i>Schinus molle</i> ), Eucalipto ( <i>Eucalyptus globulus</i> ), Poroton ( <i>Erythrina edulis</i> ), Pino ( <i>Pinus sylvestris</i> ), Malezas.	0.35585	78.20735	2353.0
18	Granillo	<i>Parthenium hysterophorus</i> L.	Poroton ( <i>Erythrina edulis</i> ), Molle ( <i>Schinus molle</i> ), Pino ( <i>Pinus sylvestris</i> ), Alfalfa ( <i>Medicago sativa</i> ), Malezas.	0.35574	78.20610	2351.2
19	Mosquera	<i>Croton elegans</i> Kunth.	Molle ( <i>Schinus molle</i> ), Malezas.	0.35588	78.20536	2345.2
20	Chilca	<i>Bacharis latifolia</i> (R&P) Pers.	Molle ( <i>Schinus molle</i> ), Malezas.	0.35588	78.20536	2345.2
21	Amor ciego	<i>Bidens andicola</i> Kunth.	Molle ( <i>Schinus molle</i> ), Eucalipto ( <i>Eucalyptus globulus</i> ), Poroton ( <i>Erythrina edulis</i> ), Malezas.	0.35636	78.20511	2343.9

Número de arvense en el mapa	Arvense		Plantas aledañas	Coordenadas		
	N. Común	N. Científico		X	Y	Altitud (m.s.n.m)
22	Tomatillo	<i>Capsicum rhomboideum</i> (Dunal) Kuntze	Molle ( <i>Schinus molle</i> ), Eucalipto ( <i>Eucalyptus globulus</i> ), Pino ( <i>Pinus sylvestris</i> ), Malezas.	0.35719	78.20702	2348.2
23	Desmodium	<i>Desmodium</i> spp.	Molle ( <i>Schinus molle</i> ), Pino ( <i>Pinus sylvestris</i> ), Malezas.	0.35713	78.20699	2347.5
24	Rama negra	<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronq.	Molle ( <i>Schinus molle</i> ), Malezas.	0.35728	78.20694	2348.3
25	Marco	<i>Ambrosia arborescens</i> Mill.	Malezas.	0.35591	78.20709	2355.0
26	Dormilona grande	<i>Mimosa albida</i> Willd.	Molle ( <i>Schinus molle</i> ), Malezas.	0.35774	78.20745	2351.7
27	Campanitas	<i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth.	Molle ( <i>Schinus molle</i> ), Poroton ( <i>Erythrina edulis</i> ), Malezas.	0.35624	78.20784	2356.0
28	Verbena	<i>Verbena litoralis</i> Kunth.	Molle ( <i>Schinus molle</i> ), Limón ( <i>Citrus limón</i> ), Malezas.	0.35718	78.20832	2356.5
29	Tomatillo de monte	<i>Nicandra physalodes</i> (L.) Gaertn.	Molle ( <i>Schinus molle</i> ), Pino ( <i>Pinus sylvestris</i> ), Malezas.	0.35727	78.20628	2349.7
30	Yuyo colorado	<i>Amaranthus quitensis</i> Kunth.	Molle ( <i>Schinus molle</i> ), Pino ( <i>Pinus sylvestris</i> ), Poroton ( <i>Erythrina edulis</i> ), Malezas	0.35727	78.20636	2347.8

**Nota:** Malezas (Bledo - *Amaranthus retroflexus* L.; Nabo silvestre - *Brassica napus* L.; Pacta - *Rumex obtusifolius* L.; Corazón herido - *Polygonum nepalense* Meisn.; Avena silvestre - *Avena fatua* L.; Kikuyo -

*Pennisetum clandestinum* Hochst ex Chiov.; Pasto bermuda - *Cynodon dactylon* (L.) Pers.; Coquito - *Cyperus rotundus* L.) **Hortalizas** (Acelga – *Beta vulgaris*.; Apio – *Apium graveolens*.; Brócoli – *Brassica oleracea* var. *Itálica*.; Cebolla – *Allium cepa*.; Ají – *Capsicum annum*.; Coliflor – *Brassica oleracea* var. *Botrytis*.; Col de brúcelas - *Brassica oleracea* var. *Gemmifera*.; Culantro – *Coriandrum sativum*.; Lechuga – *Lactuca sativa*.; Rábano – *Raphanus sativus*.; Remolacha – *Beta vulgaris*.; Zanahoria – *Daucus carota*).

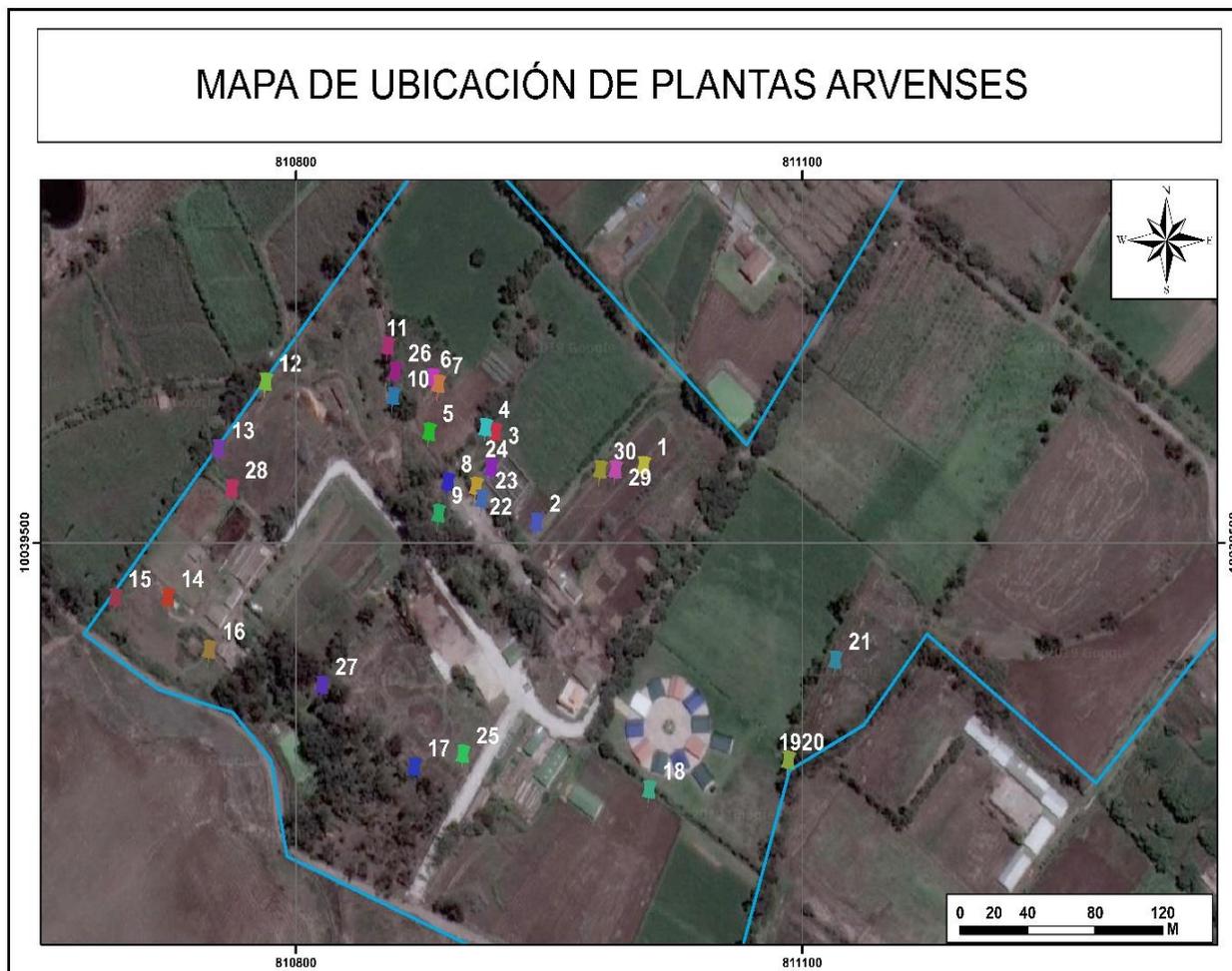


Figura 5. Ubicación de plantas arvense en la granja experimental "La Pradera"

### 3.5 Análisis estadístico

Se utilizó el índice de Shannon- Wiener que determinó equitatividad. Para el análisis de los datos se usó el programa informático Infostat. Estos análisis se basaron en la diversidad de especies que posee dos componentes: riqueza de especies y equitatividad (Orellana, 2009). Este índice fue seleccionado porque cumplen con los requisitos de ser cuantificable, comparable y georreferencial.

- **Índice de Shannon- Wiener.**

El índice de Shannon- Wiener ( $H'$ ) tiene en cuenta la riqueza de especies y su abundancia. Relaciona el número de especies con la proporción de individuos pertenecientes a cada una de ellas presente en la muestra. Además, mide la uniformidad de la distribución de los individuos entre las especies (Moreno, 2001).

Su expresión es:

$$H' = - \sum pi * \ln(pi)$$

Donde:

H = Diversidad de especies.

Pi = es la proporción del número de individuos de la especie i con respecto a N (número total de especies).

Obteniendo pi de la división del número de individuos de una especie con la sumatoria del número total de individuos de todas las especies; realizando la misma operación para cada una de las especies.

Ln (pi) = logaritmo natural de pi.

### 3.6 Variables

#### 3.6.1 Estado fenológico.

El lugar donde se realizó la investigación presentó diversidad de sectores de cultivos los cuales fueron consideradas como estratos dentro de la investigación.

En base a la determinación de la presencia de plantas arvenses, se procedió a dividir por sitios la granja experimental “La Pradera”, lo que lleva a un muestreo por estratificación. Cada mes desde agosto hasta diciembre se evaluó el estado fenológico de las plantas arvenses:

Vegetativo. – estado juvenil de crecimiento y desarrollo, en el cual las plantas destinan su energía para la formación del sistema radicular y follaje (Figura 6).



Figura 6. Estado vegetativo en *Fuertesimalva limensis* (L.) Fryxell.

Floración. – proceso mediante el cual las plantas florecen y mantienen abiertas sus flores, para que se lleve a cabo la polinización, necesario para la producción de semillas y por ende perpetuar la especie (Figura 7).



*Figura 7. Floración en Lupinus pubescens L.*

Fructificación. – inmediatamente después de concluir la floración y posterior a la polinización, se da paso a la iniciación de las flores con la formación y madurez de los frutos y producción de semilla (Figura 8).



*Figura 8. Fructificación en Capsicum rhomboideum (Dunal) Kuntze*

Dispersión. – acción llevada a cabo por los propágulos, frutos y semillas, con las que las plantas aseguran su descendencia (Figura 9).



Figura 9. Dispersión en *Lupinus pubescens* L.

### 3.6.2 Número de insectos totales.

Este procedimiento se lo realizó durante cinco meses, con frecuencias mensuales desde el mes de agosto hasta diciembre. Se contó con un frasco letal para colocar los insectos muestreados, mismos que fueron llevados a laboratorio para su posterior identificación, usando el estereoscopio. Los insectos fueron muestreados mediante el uso de redes y trampas amarillas.

- Insectos colectados con red. – en cada sitio de muestreo en donde se encontraron las plantas arvenses se realizaron 10 pases con la red entomológica para la captura de los insectos.
- Insectos colectados mediante trampas. –fueron colocadas en medio de cada una de las plantas arvenses, desde el mes de octubre hasta diciembre, con intervalos de 15 días, esto permitió la fácil manipulación de la trampa y por ende el conteo de los especímenes. Estas fueron colocadas desde octubre ya que la población en los meses anteriores de insectos del orden Himenoptera fue baja.

### 3.6.3 Dinámica poblacional.

Se realizaron figuras que determinaron la variación en tiempo de la población de insectos capturados por orden. Para definir el número de insectos por muestreo se realizaron conteos de los insectos capturados con red y trampa.

### 3.6.4 Relación de insecto polinizador -planta arvense.

Usando el índice de biodiversidad de Shannon- Wiener se determinó la variación de insectos según el estado vegetativo de la planta. Además, se cuantificó, los insectos predominantes

según el tipo de arvense en cada etapa. Para el cálculo de los valores de diversidad se utilizó el programa Infostat y la fórmula del índice.

### **3.6.5 Número de insectos con señales de polen en su cuerpo.**

En laboratorio fueron analizados cada uno de los insectos capturados. A través del uso del estereoscopio se determinó que insectos poseían polen en su estructura corporal.

### **3.6.6 Número de insectos por morfotipo.**

Mediante el uso del estereoscopio se pudo determinar a que morfotipo pertenece el espécimen, tomando en cuenta características morfológicas del insecto.

## **3.7 Manejo del ensayo**

### **3.7.1 Establecimiento del ensayo.**

Se realizó un recorrido entre las áreas de la granja y se seleccionaron 30 sitios de muestreos, en donde se estudiaron 22 plantas nativas arvenses. Se colocaron letreros que permitieron conocer el nombre científico y común de la planta (Figura 10).



*Figura 10.* Delimitación del área

### **3.7.2 Muestreo utilizando cuadrantes.**

Se localizó el primer sitio de muestreo en donde se tomó en cuenta un metro cuadrado desde el centro de la planta arvense. Para mayor precisión se utilizó un cuadrado de 100 x 100 cm de madera (Figura 11). Al mismo tiempo se procedió a la identificación de las plantas que estén dentro de los cuadrantes (Mostacedo y Fredericksen, 2000). Se realizaron muestreos mensuales desde el mes de agosto hasta diciembre así mismo se determinó el estado fenológico (floración, fructificación, dispersión y vegetativo) de cada planta arvense a ser muestreada.

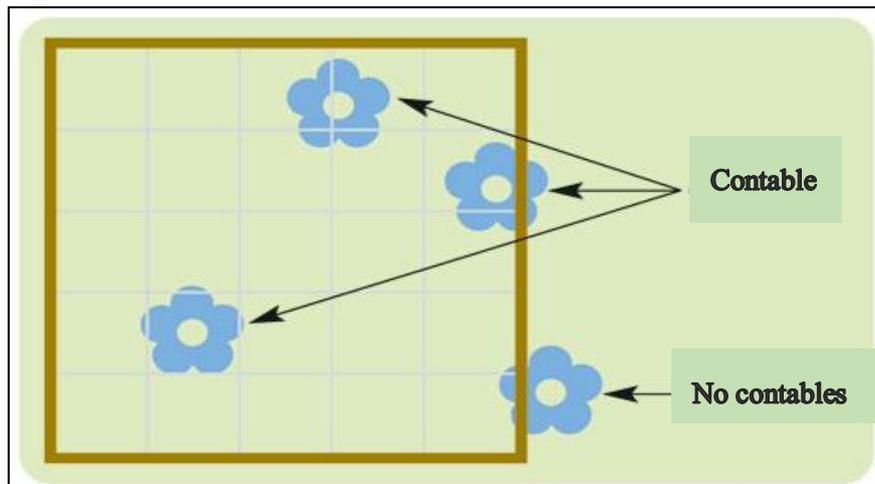


Figura 11. Cuadrante para muestreo de insectos

### 3.7.3 Colecta de insectos.

Para realizar la colecta de insectos se utilizaron redes entomológicas. Se realizaron 10 pases con la red entomológica a cada una de las arvenses, para de esta manera proceder a la captura de los insectos.

Las redes entomológicas son bolsas de tul sostenidas por un aro de alambre, de 30 cm de diámetro, unida a un mango de madera de 70 cm (Figura 12).



Figura 12. Red entomológica

Para colectar los insectos con la red, se movió de manera que siempre este abierta con movimientos rápidos o barrido impidiendo que los insectos se salgan, haciendo figuras en forma de “8” (Figura 13) (Medina, 1977). Este procedimiento se lo realizó para cada una de las plantas arvenses.



*Figura 13.* Muestreo con red

Se utilizaron frascos letales y fundas entomológicas (Figura 14). Para colocar los insectos capturados y posteriormente ser llevados a laboratorio y clasificados por orden y morfotipo. Los frascos y fundas entomológicas estuvieron con su respectivo código, el mismo que se usó en la hoja de campo (Anexo 1).



*Figura 14.* Fundas y frascos entomológicos codificados

Para construir un frasco letal:

- 1.- En la base del frasco se colocó una capa de aserrín.
- 2.- Luego se mezclaron ocho cucharadas de yeso con cinco cucharadas de agua hasta obtener una pasta bastante espesa y suave.
- 3.- La mezcla fue vertida en los frascos hasta 2.5 cm desde la base.
- 4.- Se golpeó suavemente el frasco sobre una mesa hasta que la superficie del yeso se note suave y nivelada (Figura 15).

5.- Se lo dejó destapado por tres días hasta que esté completamente seco.

6.- Finalmente se colocó acetona en el frasco para dormir a los insectos, teniendo cuidado de vaciar cualquier exceso del líquido (Márquez, 2005).



*Figura 15.* Frasco letal

Además, desde el tercer mes de captura (octubre) se procedió a colocar trampas amarillas (Figura 16), en cada uno de los sitios de muestreo, debido a que la población de himenopteros fueron bajas en las primeras colectas. El cambio de trampa se realizó cada 15 días, ya que pasado este tiempo los insectos se secan impidiendo el conteo de los mismos.



*Figura 16.* Trampas amarillas

### 3.7.4 Transporte de frascos y bolsas entomológicas.

Todo el material recolectado en campo fue transportado en coolers al laboratorio de entomología (Figura 17) de la Universidad Técnica del Norte ubicado en la granja experimental “La Pradera”, para su posterior identificación y clasificación con el apoyo de claves taxonómicas y un estereoscopio.



Figura 17. Muestras de insectos

### 3.7.5 Montaje de insectos.

Para realizar el montaje de los insectos polinizadores se utilizaron dos técnicas propuestas por Figueroa (2007) y Andrade, Henao y Triviño (2013).

Montaje en alfileres y triángulos de cartón. - Para los insectos pequeños se usaron alfileres finos de tamaños 00, 0 hasta 1 (Figura 18), a su vez atravesaron un triángulo diminuto de cartón. Al mismo se le colocó pegamento para montar a los insectos (Figueroa, 2007).



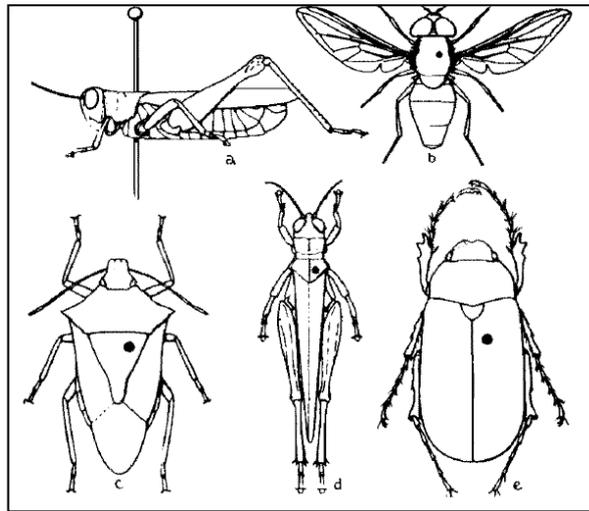
Figura 18. Montaje en triángulos de cartón

Montura directa en alfileres. - Si el tórax era lo suficientemente grande, pudo atravesarse con un alfiler número tres si no causaba daño al medio, al dorso o a la pleura derecha. Al atravesar el insecto se evitó dañar la línea media y las características morfológicas de un lado, para asegurar que todos los caracteres bilaterales puedan observarse. La pleura derecha debía estar intacta para que el insecto pueda permanecer en el alfiler (Figura 19). Para montar, se colocó el espécimen entre los dedos índice y pulgar y con la otra mano se pasó el alfiler por el sitio preciso (Andrade et al., 2013).



*Figura 19.* Montaje directo en el espécimen

El alfiler atravesó el insecto perpendicularmente al eje longitudinal y transversal del insecto, de modo que ambos lados del insecto quedaron nivelados, lo mismo la parte delantera que la trasera (Figura 20). El insecto quedó a media pulgada (13 mm) de la cabeza del alfiler, de manera que hubo suficiente espacio para agarrar el alfiler con la punta de los dedos y mover el espécimen en la forma deseada sin romperlo. Esta distancia varió por el tamaño del insecto (Medina, 1977).



*Figura 20.* Métodos de colocar los alfileres a través de los especímenes; a. Vista lateral de un saltamontes demostrando el método correcto de atravesar el alfiler. Los puntos negros en las otras figuras indican el sitio por donde se debe clavar el alfiler en el caso de: b. moscas; c. chinches de pasto; d. saltamontes y e. escarabajos

Fuente: Márquez (2005)

### 3.7.6 Identificación de los insectos polinizadores.

Para realizar la identificación de los insectos polinizadores se utilizaron claves taxonómicas, que permitieron determinar el orden al cual pertenecen, encontrando insectos de los órdenes Diptera, Hemiptera, Himenoptera, Coleoptera, Lepidoptera, Neuroptera y Ortoptera (Figura 21).



*Figura 21.* Insecto del orden Diptera

También se realizó la identificación de polen en el cuerpo de los insectos con la ayuda del estereoscopio. Este permite tener una visión más amplia del espécimen. De igual forma se

clasificaron por morfotipo tomando en cuenta características morfológicas del insecto (Figura 22).

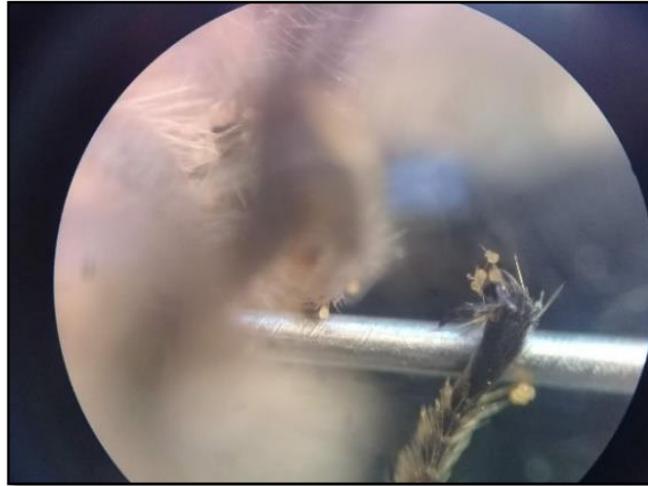


Figura 22. Morfotipo con polen en su cuerpo

### 3.7.7 Etiquetado de insectos.

Se utilizaron dos etiquetas por debajo del ejemplar. Una etiqueta indico la localidad con la mayor precisión, el lugar de colecta, incluyendo país, localidad, puntos GPS, por debajo se escribió la fecha exacta de recolección y el nombre del colector. En la parte inferior se anotó la planta arvense a la cual pertenece el insecto (Figura 23). En la segunda etiqueta, que fue de identificación se incluyó el orden del insecto. En el alfiler se colocó primero la etiqueta de la localidad y debajo la de identificación (Márquez, 2005).

Ecuador, Imbabura  
San Jose de Chaltura  
N00°21.471'W 078°12.452'  
07/08/2018, Lensy Aupas  
Hierba Mora (*Solanum nigrescens*)  
M.Martens & Galeotti

DIPTERA



Figura 23. Etiquetado de un insecto del orden Diptera

### 3.7.8 Montaje en cajas entomológicas.

Finalmente se procedió a colocar los insectos en cajas entomológicas (Figura 24). La caja en donde se depositaron los insectos tubo una medida estándar (48.3 x 42 x 7.7 cm) elaborada en madera con tapa de vidrio para visualizar el interior. Se colocó una lámina de corcho en el fondo de la caja con un espesor de un cm y además naftalina con la cual se logró preservar los insectos (Andrade et al., 2013).

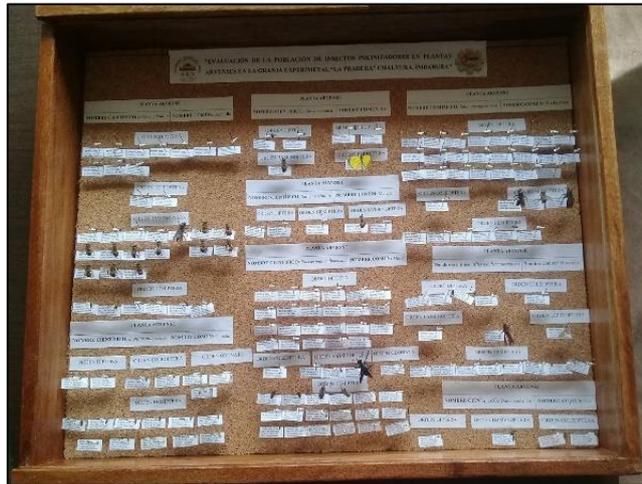


Figura 24. Caja entomológica

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Identificación de plantas arvenses según área de muestreo

Las 22 plantas arvenses nativas seleccionadas para el muestreo estuvieron distribuidas en 30 sitios con áreas diferentes (Tabla 4). Existen arvenses que se localizaron en más de un sitio de muestreo.

Tabla 4.

*Familia y área de las plantas arvenses*

Familia	Nombre común	Nombre científico	Sitio de
Amaranthaceae	Moradilla	<i>Alternanthera porrigens</i> (Jacq.) Kunth	2
Amaranthaceae	Yuyo colorado	<i>Amaranthus quitensis</i> Kunth.	1
Asteraceae	Marco	<i>Ambrosia arborescens</i> Mill.	1
Asteraceae	Chilca	<i>Bacharis latifolia</i> (R&P) Pers.	2
Asteraceae	Amor ciego	<i>Bidens andicola</i> Kunth.	1
Asteraceae	Amor seco	<i>Bidens pilosa</i> L.	2
Solanaceae	Tomatillo	<i>Capsicum rhomboideum</i> (Dunal) Kuntze	1
Asteraceae	Rama negra	<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronq.	1
Euphorbiaceae	Mosquera	<i>Croton elegans</i> Kunth.	1
Fabaceae	Iso	<i>Dalea coerulea</i> (L.f.) Schinz y Thell	2
Fabaceae	Desmodium	<i>Desmodium</i> spp	1
Amaranthaceae	Paico	<i>Dysphania ambrosioides</i> L.	1
Malvaceae	Malva	<i>Fuertesimalva limensis</i> (L.) Fryxell.	2
Convolvulaceae	Campanitas	<i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth.	1
Fabaceae	Chocho	<i>Lupinus pubescens</i> L.	1
Fabaceae	Dormilona grande	<i>Mimosa albida</i> Willd.	1
Solanaceae	Tomatillo de monte	<i>Nicandra physalodes</i> (L.) Gaertn.	1
Asteraceae	Granillo	<i>Parthenium hysterophorus</i> L.	2

Lamiaceae	Matico	<i>Salvia sagittata</i> Ruiz & Pav.	1
Malvaceae	Escobilla	<i>Sida rhombifolia</i> L.	2
Solanaceae	Hierba mora	<i>Solanum nigrescens</i> M. Martens & Galeotti	2
Verbenaceae	Verbena	<i>Verbena litoralis</i> Kunth.	1

Las plantas arvenses estuvieron distribuidas en nueve familias Amaranthaceae, Asteraceae, Solanaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Malvaceae, Convolvulaceae, Lamiaceae y Verbenaceae, así pues Torre, Navarrete, Macía y Balslev (2008) mencionan que a nivel mundial las principales familias nectaríferas y poliníferas son: Fabaceae, Lamiaceae, Brassicaceae, Poaceae y Asteraceae ya que tienen una plena aceptación por parte de insectos polinizadores beneficiándose de su notable cantidad de néctar y concentración de azúcares que se estima que esta sobre el 50% de esta manera se corrobora los datos obtenidos en esta investigación ya que las familias más sobresalientes fueron Fabaceae y Asteraceae.

#### 4.2 Dinámica poblacional

Dentro de las plantas arvenses muestreadas, se encontraron aproximadamente 16 039 insectos, de los cuales 302 presentaron polen en sus estructuras (Figura 25).



Figura 25. Insecto con polen en una de sus estructuras

##### 4.2.1 Número de insectos totales por orden.

En lo que se refiere a número de insectos por orden, se determinaron siete ordenes de insectos Coleopteros, Dipteros, Hemipteros Himenopteros, Lepidopteros, Neuropteros y Ortopteros, siendo el orden Himenoptero el más abundante en todos los muestreos llevados a cabo, encontrando 8 999 especímenes en total (Figura 26).

Los Dipteros presentaron poblaciones de alrededor de 3 588 por otra parte los Hemipteros también presentan una población alta con 2 518. El orden Coleoptera representó una población de 858 artrópodos en comparación a los ordenes antes citados se ve una clara

disminución de la población. Los órdenes Lepidoptera, Neuroptera y Ortoptera presentaron poblaciones muy bajas en todos los muestreos llevados a cabo.

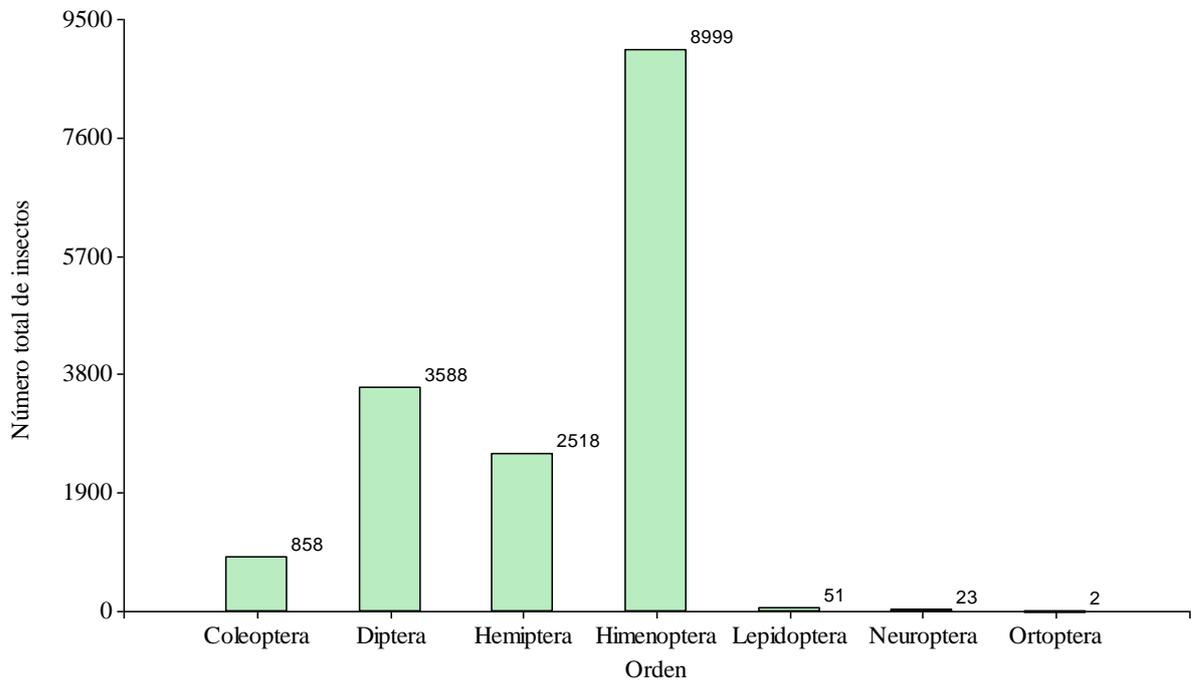


Figura 26. Número de insectos totales por orden encontrados en las plantas arvenses

Con los datos encontrados en esta investigación, Godoy y Busso (2004) hacen mención a que la polinización realizada por insectos de los órdenes coleopteros, lepidopteros, dipteros y hemipteros cumplen con un papel fundamental dentro de la producción global, la misma que se asemeja a la realizada por los himenopteros (abejas). González y Hernández (2014) aluden que la diferencia entre polinizadores del orden Himenoptera y de los órdenes coleopteros, lepidopteros, dipteros y hemipteros radica en las visitas florales. Generalmente los especímenes diferentes a los himenopteros realizan visitas entre un 25% y 50% del 100% de la planta lo que quiere decir que la planta no es polinizada en su totalidad convirtiéndolos en polinizadores menos eficientes sin embargo realizan un número más alto de visitas florales. Por otro lado, Gaona et al. (2006) recalcan que el grupo de polinizadores antes mencionados es menos afectado por el cambio climático o por los actuales sistemas de producción agrícola, de echo reaccionan de mejor manera frente a cambios dentro de la vegetación natural o a cambios en el uso del suelo (Stefanescu et al., 2018).

A pesar de la importancia de los órdenes ajenos al orden Himenoptera según Fernández y Pujada (2015) señalan que el orden Himenoptera es el que quizá desempeña el papel más importante en la polinización. Desde un punto de vista antropocéntrico, ecológico y biodiverso, este grupo ha alcanzado un elevado grado de evolución en cuanto a morfología, relaciones tróficas, comportamiento al buscar alimento, vivir solos o en comunidades y comportamiento social; en consecuencia, es el grupo más beneficioso tanto en agricultura como en los ecosistemas en general. Dependen en su totalidad de las flores para cumplir sus ciclos de vida, pues son visitantes florales obligados y polinizadores de un sin número de

especies vegetales. Para terminar, coleopteros, lepidopteros, dipteros, hemipteros e himenopteros son la clave para llevar a término una polinización eficiente y para una producción óptima (Chacoff y Monmany, 2009).

#### **4.2.2 Número de insectos totales por planta arvense.**

En la Figura 27 se puede observar cada una de las 22 plantas arvenses nativas que fueron objeto de estudio, estas además están representadas por un color que indica a la familia a la cual pertenecen. El número total de insectos colectados fue evaluado durante los meses de octubre, noviembre y diciembre, debido a que no todas las plantas fueron localizadas desde el inicio de la investigación.

Las plantas arvenses *D. coerulea* (iso), *D. ambrosioides* (paico), *P. hysterophorus* (granillo) presentaron mayor número de insectos por metro cuadrado durante las capturas realizadas en los meses de octubre, noviembre y diciembre en comparación a *S. rhombifolia* (escobilla), *M. albida* (dormilona grande), *C. bonariensis* (rama negra) y *A. porrigens* (moradilla) que presentan poblaciones muy bajas de insectos. Estas plantas cuentan con características especiales que las hace diferentes de las demás, por ejemplo, tipo de flor, presencia o ausencia de polen o néctar, color y olor de las flores, etc.

La figura también describe el número de especies en cada familia. Siendo Asteraceae la que abarco la mayor población de plantas arvenses con un total de seis plantas. Por el contrario, las especies con menor número de especies dentro de su familia fueron Convolvulaceae y Verbenaceae con una especie por familia.

A continuación, se describe a cada una de las arvenses nativas, en donde se observó los cambios de poblaciones según el mes de captura.

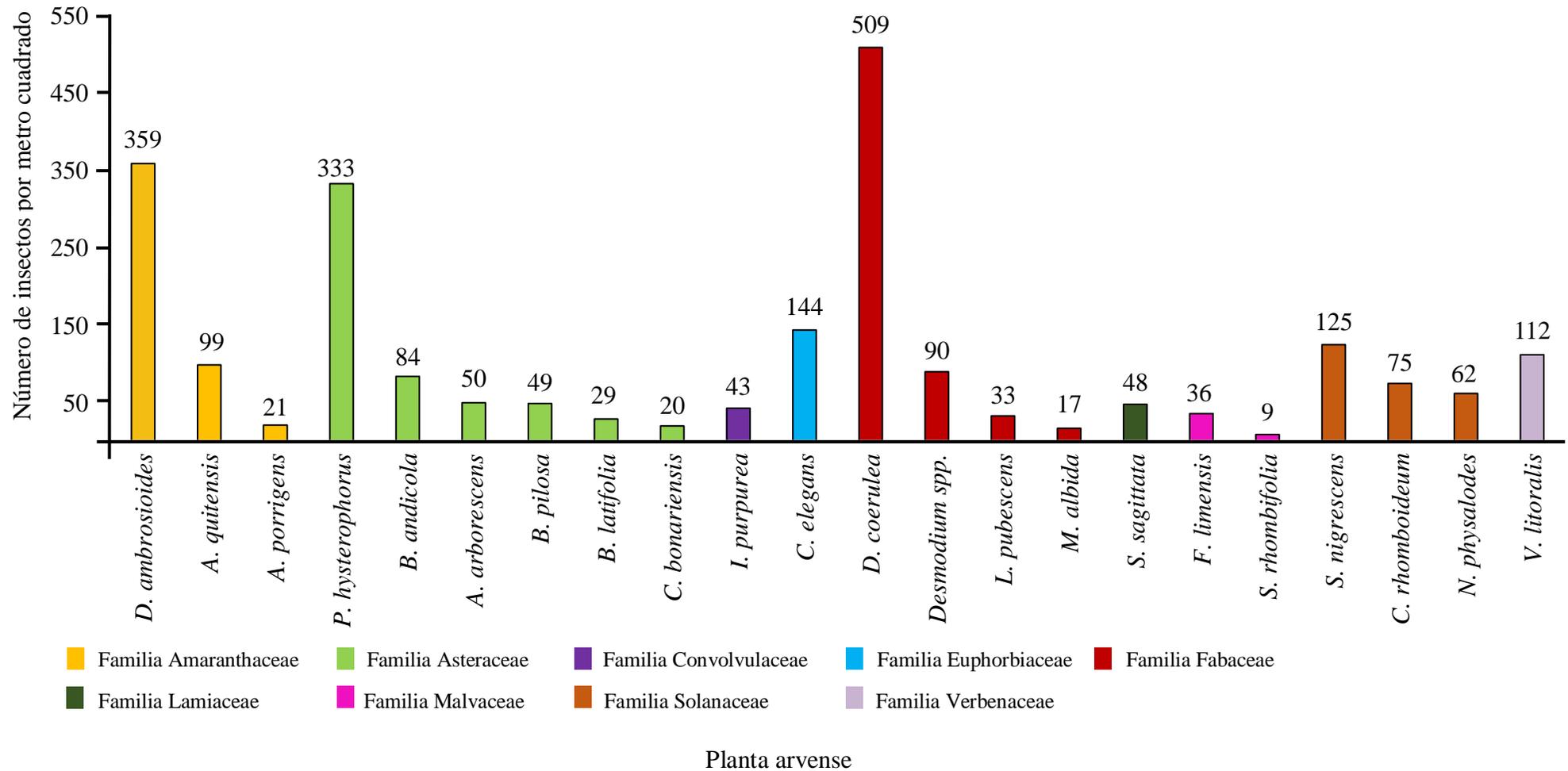


Figura 27. Número de insectos totales por planta arvense

### 4.2.3 Número de insectos por planta, familia y estado fenológico.

Para una mejor comprensión de los datos se agruparon las especies de arvenses por familia, citando a las plantas desde la de mayor importancia. A continuación, se detalla cada una de ellas.

#### 4.2.3.1 Familia Fabaceae.

En primer lugar, está la familia Fabaceae con cuatro especies de arvenses *D. coruela*, *Desmodium* spp, *L. pubescens*, *M. albida*; recalando que de este grupo *D. coruela* fue la arvense con el mayor número de insectos colectados con un total de 509.

##### 4.2.3.1.1 *Dalea coruela* (L.f.) Schinz y Thell (*Iso*).

La planta arvense *Dalea coruela* presentó cinco ordenes de insectos: Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Himenoptera y Lepidoptera, siendo el orden Himenoptera el que predomina en todas las etapas fenológicas.

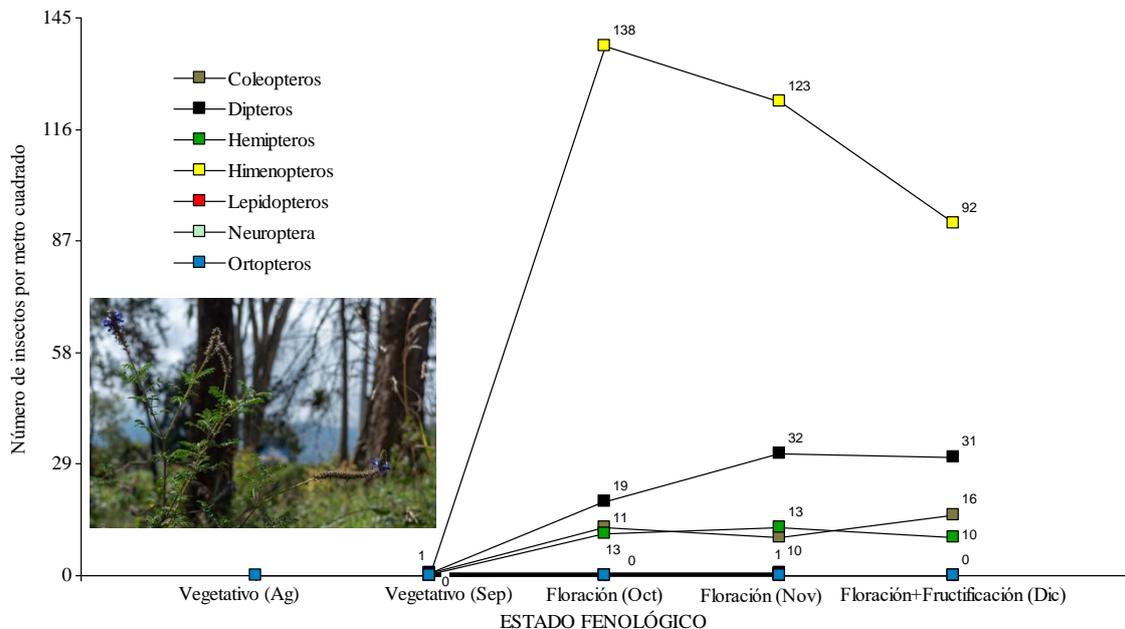


Figura 28. Número de insectos por mes en *Dalea coruela* (L.f.) Schinz y Thell

En el estado de floración (octubre), el orden Himenoptera alcanzó un máximo de 138 insectos; sin embargo su tendencia esta dada a la disminución de insectos. En el mes de noviembre pese a que está en la misma etapa fenológica que en octubre su población disminuye con 15 insectos. Finalmente, en diciembre estapa fenológica de floración+fructificación su población disminuyó aun más con 46 especímenes respecto a la población más abundante en octubre (Figura 28).

Por otro lado, se puede observar que el orden Diptera tiende a incrementar el número de insectos en cada uno de los muestreos realizados, alcanzando un máximo de 32 insectos en estado de Floración (Nov). Para los meses de noviembre y diciembre la población de insectos se mantuvo constante con variación de un insecto. Los órdenes Coleoptera y Hemiptera

tuvieron similar comportamiento en los meses de octubre y noviembre en estado de floración, sin embargo, en el último mes con etapa fenológica de floración+fructificación los coleopteros aumentaron su población con seis insectos, por el contrario, los hemípteros disminuyeron con tres insectos. La presencia de insectos de los otros órdenes fueron muy bajas.

#### 4.2.3.1.2 *Desmodium* spp. (*Desmodium*).

La Figura 29 presenta los órdenes Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Himenoptera y Lepidoptera. En esta planta arvense están ausentes los órdenes Neuroptera y Ortoptera. El orden Himenoptera es el que presentó mayor población de insectos encontrando en etapa de floración (Oct) 33 insectos decreciendo hasta llegar a cuatro insectos en estado vegetativo (Dic). El orden Diptera en floración (Oct) alcanzó su mayor población con 19 insectos; sin embargo, la población decrece en 16 insectos en etapa de fructificación (Nov) y para el último mes solo se observó un espécimen

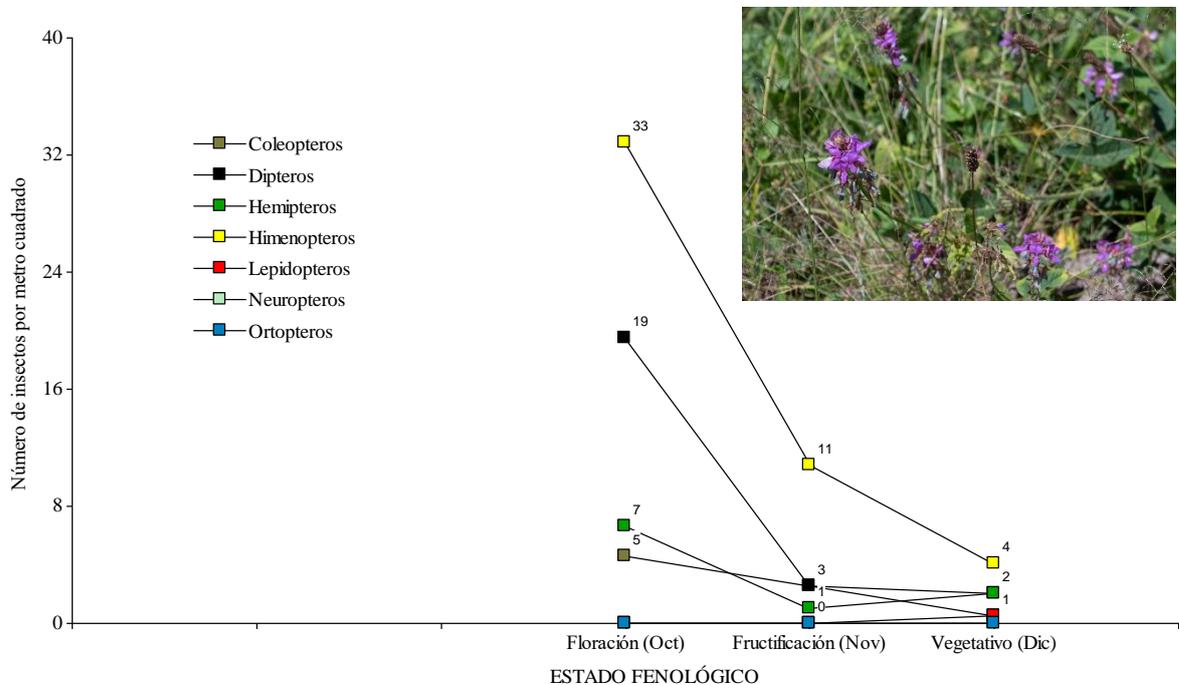


Figura 29. Número de insectos por mes en *Desmodium* spp.

Los Hemipteros, presentaron una máxima población de insectos en etapa de floración (Oct) con siete especímenes decreciendo en fructificación (Nov) con seis insectos para en el mes de diciembre estado fenológico vegetativo aumentó la población a dos insectos. El orden Coleoptera presentó una tendencia lineal en estado de fructificación (Nov) y vegetativo (Dic) y un máximo en estado de floración (Oct) con cinco insectos. Finalmente, el orden Lepidoptera solo se encontró presente en estado vegetativo (Dic) con 0.15 insectos.

#### 4.2.3.1.3 *Lupinus pubescens* L. (*Chocho*).

En esta planta arvense se observó la presencia de los órdenes Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Himenoptera y Neuroptera (Figura 30).

Los Himenopteros, a lo largo de la investigación, ocuparon los primeros lugares en lo que respecta a número de insectos por metro cuadrado. *Lupinus pubescens* no fue la excepción, alcanzó los seis insectos por metros cuadrado, representando la cantidad máxima de insectos capturados y marco una tendencia en los meses de agosto, septiembre y octubre al incremento de los especímenes, en los meses de noviembre y diciembre la población disminuyó, el orden Diptera mostró un incremento de insectos en los tres primeros muestreos llevados a cabo en los meses de agosto, septiembre y octubre, para el último mes antes nombrado es el que presentó la máxima población de insectos llegando a uno por metro cuadrado. Para los meses de noviembre y diciembre las poblaciones de insectos se mantuvieron. Similar comportamiento se observó en el orden Hemiptera.

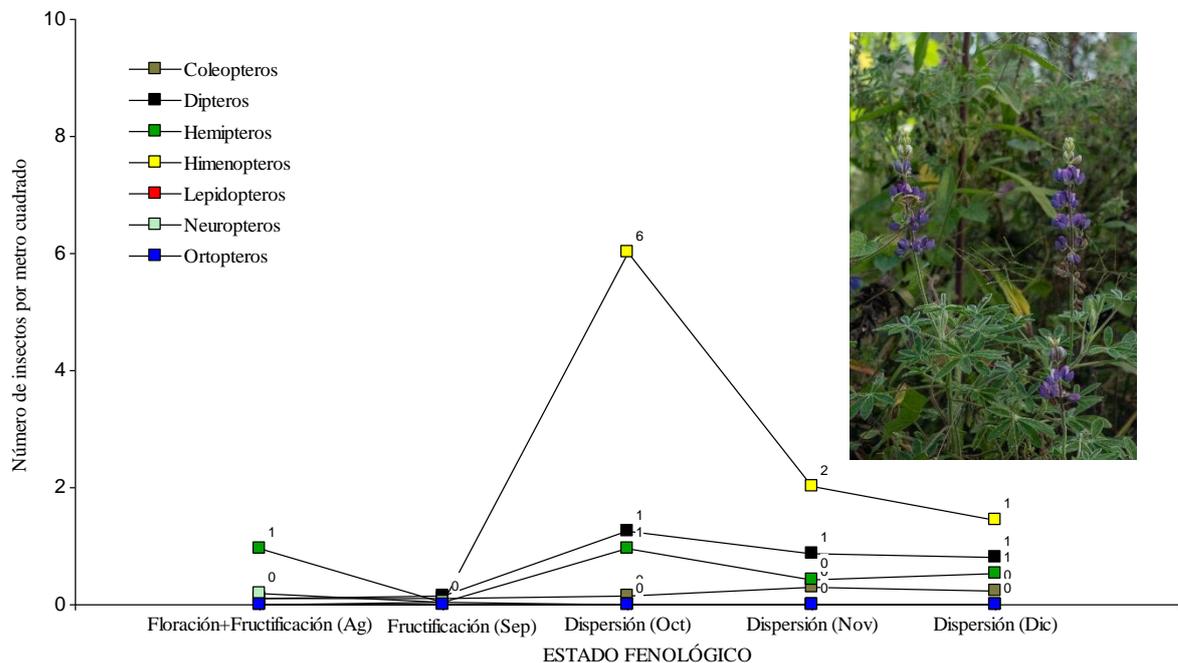


Figura 30. Número de insectos por mes en *Lupinus pubescens* L.

El orden Coleoptera mostró un caso particular a todos los considerados anteriormente ya que sigue una tendencia creciente alcanzando su punto máximo en dispersión (Dic) con 0.28 insectos. Finalmente, los Ortopteros se encontraron presentes en floración+fructificación (Ag) y fructificación (Sep) con 0.19 y 0.048 insectos respectivamente.

#### 4.2.3.1.4 *Mimosa albida* Willd. (*Dormilona grande*).

La Figura 31 presentó los órdenes Coleoptera, Diptera, Hemiptera e Himenoptera. En esta planta arvense estuvieron ausentes los órdenes Lepidoptera, Neuroptera y Ortoptera.

Los Himenopteros presentaron la mayor población de insectos en estado fenológico de floración (Oct) con 10 especímenes, para los dos meses restantes decreció en siete insectos en el mes de noviembre estado fenológico de floración, sin embargo, en los meses de noviembre y diciembre la población se mantuvo constante con tres insectos en floración y floración+dispersión respectivamente. Los Coleopteros tendieron a disminuir su población, después de la primera captura llevada a cabo en octubre con etapa fenológica de floración,

encontrando cinco especímenes, pero en los meses de noviembre y diciembre la población se estabilizó con tres insectos.

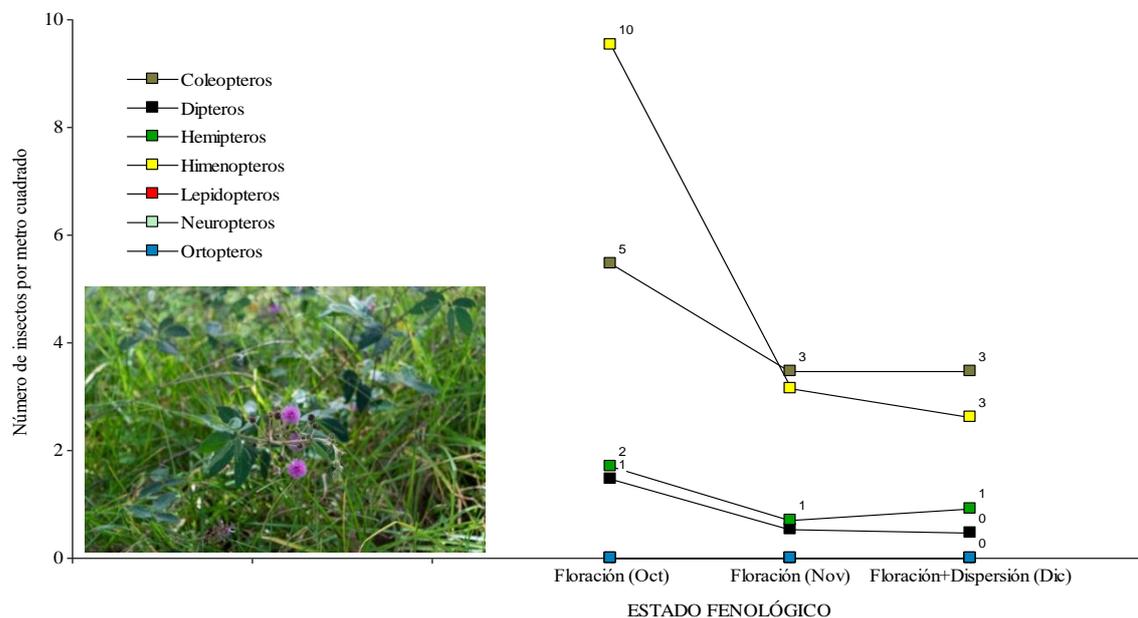


Figura 31. Número de insectos por mes en *Mimosa albida* Willd.

En los órdenes Hemiptera y Diptera se observó la misma tendencia con leves cambios, así pues, alcanzó su máxima población en octubre etapa fenológica de floración con dos insectos para cada orden, los mismos disminuyeron su población en noviembre con un insecto pese a que se encontraba en el mismo estado fenológico que en diciembre (floración). Para el último mes de diciembre se apreció que el orden Hemiptera tendió a aumentar en uno su población, en cambio los Dipteros mantuvieron lineal su población.

Analizadas cada una de las gráficas pertenecientes a la familia Fabaceae se pudo observar una tendencia a la disminución de insectos en los meses de noviembre y diciembre, especialmente los del orden Himenoptera, una de las causas podría ser el estado fenológico ya que al no estar en floración los insectos ya no podrían alimentarse de polen o néctar, la presencia de lluvias en estos meses, las altas temperaturas registradas entre 30° C a 35° C, la hora de captura es otro patrón importante que interfiere en la población de especímenes. Sin embargo, los órdenes restantes no se ven afectados por la presencia de lluvias; por ejemplo, los coleopteros aumentan su población o en su defecto se mantiene constante.

Por otro lado, en campo se observaron características como el color de flor *D. coruela* y *L. pubescens* poseen colores azul violáceo, *Desmodium* spp. lila y púrpura para *M. albida* con flores expuestas, presencia de polen, estas plantas también emitían un olor agradable; *L. pubescens* posee un gran número de semillas lo que le facilita la reproducción y es de fácil regeneración; *M. albida* por su parte posee espinas como característica de defensa; *D. coruela* durante los meses de colecta permaneció en estado de floración y en *Desmodium* spp. se observó una floración escasa.

La información antes expuesta se ve respaldada por autores como Peralta y Royuela (2015) quienes mencionan que la familia Fabaceae poseen flores completas (cáliz, corola, estambres

y carpelos) con colores azules, lilas, etc., de fácil adaptación para insectos polinizadores, colores que también se observaron en las flores de esta familia.

Según Fohouo, Pando y Tamesse (2014) hacen mención a que las flores de esta familia poseen grandes cantidades de polen y néctar. Silva, Alves y Santos (2017) sugieren que la causa podría ser que estas plantas poseen floración masiva durante casi todo el año y que la función de atracción en la flor está dada por los sobresalientes y coloridos filamentos de los estambres, mientras que la corola está muy reducida y es poco llamativa; segregan aceites aromáticos, estas características se apreciaron de manera similar en las arvenses en estudio y claramente permanecen en floración durante todo el año (Piñeros y González, 2019).

Cabe mencionar que *Dalea* es considerada la planta arvense más importante dentro de esta familia y de la investigación en general gracias a las características que esta posee así pues Arango y González (1994), señalan que requiere de vectores para su polinización especialmente los del orden himenoptera, esta sería la principal causa del porque se encontró una alta cantidad de insectos de este orden; pero también han registrado visitas de otros polinizadores como picaflores o insectos del orden lepidoptera; esta planta es muy atractiva para los insectos ya que florece y permanece verde gran parte del año, en los meses de septiembre a noviembre cumple con sus picos de floración ofreciendo gran cantidad de néctar y polen a sus visitantes, estas características fueron observadas en campo para esta arvense (Fernández y Hernández, 2007).

Para concluir la familia Fabaceae aporta valor ecológico a los biomas, mantiene la artropofauna local y permite la restauración y preservación de la capa vegetal de los ecosistemas, no se comportan como maleza o como invasoras; al contrario, son consideradas como especies melíferas (Piñeros y González, 2019).

#### **4.2.3.2 Familia Amaranthaceae.**

Dentro de la familia Amaranthaceae se encontró a las especies *A. porrigens*, *A. quitensis*, *D. ambrosioides*; siendo la última una de las arvenses que mayor cantidad de insectos atrajo con un total de 359 especímenes por metro cuadrado.

##### **4.2.3.2.1 *Dysphania ambrosioides* L. (Paico).**

Estuvieron presentes los órdenes Coleopteros, Dípteros, Hemipteros, Himenopteros y Lepidopteros. Claramente se observó que la población de los insectos del orden Himenoptera fue superior encontrando en su punto máximo 115 insectos en la etapa de fructificación (Oct), no obstante, en noviembre etapa de floración+fructificación mostró un descenso en la población con 48 insectos, para el último muestreo efectuado en diciembre la población aumentó en etapa de floración con 32 insectos (Figura 32).

Los órdenes Diptera y Hemiptera mostraron una tendencia manteniendo su población en diciembre; por otro lado, los Coleopteros tendieron a incrementar su población. Es importante recalcar que se encontró en etapa de floración en diciembre.

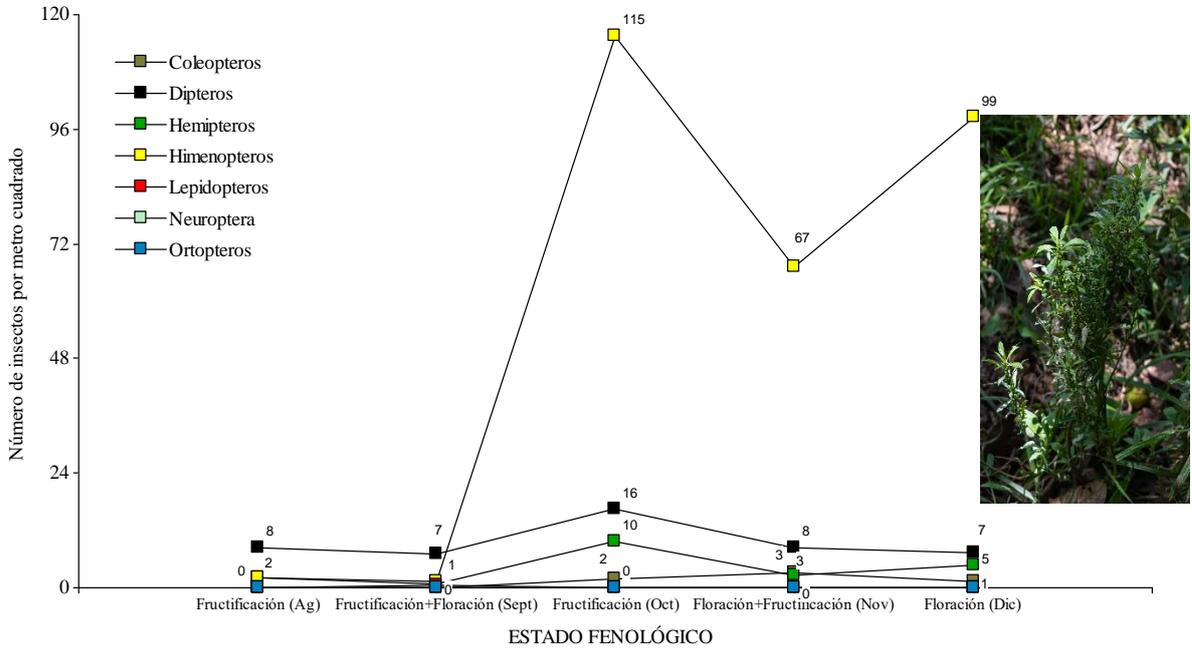


Figura 32. Número de insectos por mes en *Dysphania ambrosoides* L.

El orden Lepidoptera solo se presentó en la etapa de fructificación+floración (Sep) y los órdenes Neuroptera y Ortoptera no tuvieron mayor impacto en las poblaciones de insectos.

#### 4.2.3.2.2 *Amaranthus quitensis* Kunth. (Yuyo colorado).

En la Figura 33, se observó la presencia de los órdenes Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Himenoptera y Neuroptera.

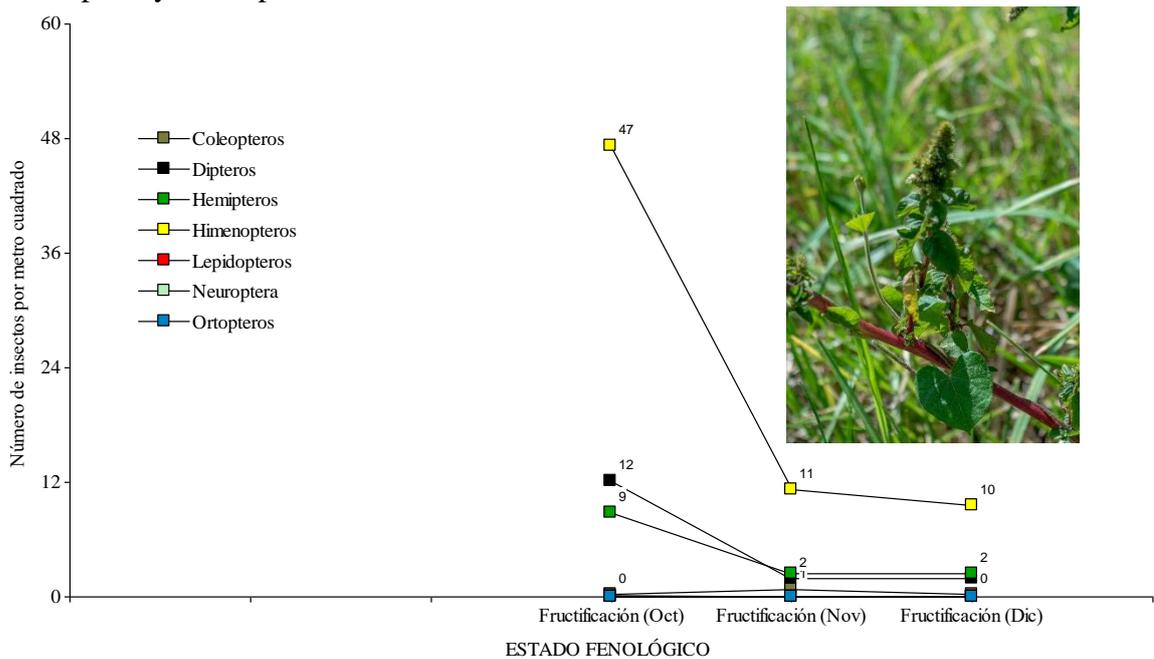


Figura 33. Número de insectos por mes en *Amaranthus quitensis* Kunth.

El orden Himenoptera presentó una tendencia a disminuir las poblaciones de insectos así se mostró que en estafo fenológico de fructificación (Oct) la población fue alta con 47 insectos, seguido de fructificación (Nov) con 11 insectos y finalmente descendió a nueve insectos en la etapa de fructificación (Dic).

En lo referente al orden Diptera, en fructificación (Oct) presentó 12.09 insectos por metro cuadrado sin embargo en los meses y estado fenológico de fructificación (Nov) y fructificación (Dic) la población disminuyó a 1.97 y 1.95 insectos.

En los Coleopteros en fructificación (Nov) presentó la mayor población con 0.74 insectos y para terminar el orden Neuroptera se encontró en estado de fructificación (Oct) con 0.12 especímenes.

#### 4.2.3.2.3 *Alternanthera porrigens* (Jacq.) Kunth (*Moradilla*).

En la Figura 34 se observa la presencia de Coleopteros, Dipteros, Hemipteros, Himenopteros, Lepidopteros, Neuropteros y Ortopteros.

Esta planta tiene una tendencia a disminuir la población de insectos del orden Himenoptera, así pues, se tiene que en la etapa de fructificación+floración (Oct) alcanza el mayor número de insectos con seis especímenes, decreciendo en los meses de noviembre y diciembre en este último mes, etapa de dispersión (Dic) alcanza los dos insectos.

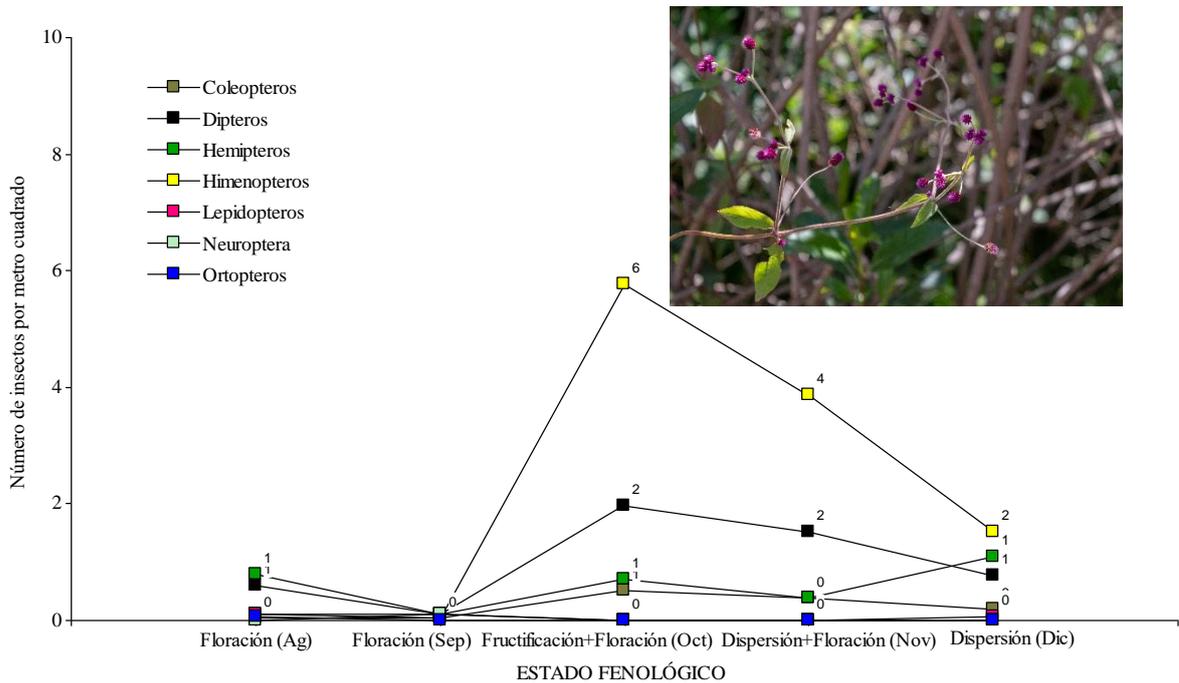


Figura 34. Número de insectos por mes en *Alternanthera porrigens* (Jacq.) Kunth

Para el orden de los Dipteros se pudo apreciar que en el mes de septiembre etapa de floración la población disminuyó en comparación al primer mes de captura en un insecto, pese a esto en los meses de octubre, noviembre y diciembre la población de insectos se mantuvo constante, similares resultados se observaron en el orden Hemiptera con leves variaciones en el mes de diciembre ya que en este orden la población aumentó.

Para los Coleopteros en los meses de agosto y septiembre la población fue constante con 0.03 insectos incrementando su población en el mes de octubre con 0.50 insectos, sin embargo, la población decreció en los dos últimos meses. Lepidopteros, Neuropteros y Ortópteros se encontraron en poblaciones muy bajas desde 0.063 a 0.11 insectos.

En esta familia la tendencia en los dos últimos meses, especialmente en diciembre, se observó que, a diferencia de las figuras antes analizadas dentro de esta familia, aumentó la población de Himenopteros o se mantuvo constante no se observó cambios bruscos en la población de estos. Algo que llamó la atención es que *A. porrigens* aumentó la población de especímenes del orden Hemiptera en diciembre independientemente del estado fenológico en el que se encontraba. Como ya se mencionó anteriormente se cree que el estado fenológico influye directamente en la población de especímenes ya que se observó que cuando la arvense esta en floración la población aumenta gracias a las recompensas florales que ofrecen, la hora de captura y las condiciones climáticas influyen directamente, a pesar de que todas estas variables no fueron evaluadas se considera que influyen de una u otra manera en la población insectil.

En campo se observó que *D. ambrosoides* y *A. quitensis* emiten un olor desagradable para el olfato humano sin embargo no es así para los insectos ya que estas arvenses atrajeron una población alta de especímenes, presentaron color de flor verde, verde amarillento por otra parte *A. porrigens* se caracteriza porque durante todos los meses de captura no perdió la esencia de su color de flor purpura, esta se opacó, pero no perdió el color floral.

Así pues, con las características observadas en campo se puede hacer la relación con otros autores que reflejan similares características de las arvenses que se encontró en dicha investigación es así que Alvarez (1991), menciona que esta familia presenta inflorescencias en encimas compactas observadas en *D. ambrosoides* y *A. quitensis* y cabezuelas en racimos presente en *A. porrigens*. Sánchez (2012) señala que esta familia, para su perpetuación, depende de la producción de su flor y en particular del polen que generó.

Budeguer, Ponessa, Arce y Ruiz (2012) hacen mención a que estas arvenses son hierbas siempre verdes, aromáticas de olor fuerte; flores de color verdoso, agrupadas en espigas compactas, florecen tres veces al año. En cuanto a las fragancias percibidas en estas plantas según Gómez (2008) menciona que el componente activo principal es un aceite esencial que se forma en los pelos glandulares que existen en las hojas, flores y frutos, estos son incoloros o ligeramente amarillentos, de consistencia no muy viscosa, con olor penetrante y pungente parecido al alcanfor, con un sabor ligeramente amargo; posee actividad antibacteriana, antihelmíntica, antifúngica, antileishmania, acaricida (Jaramillo, Duarte y Delgado, 2012).

Es importante mencionar que estas son plantas apícolas, forrajeras y de uso alimenticio tanto para humanos como para animales, debido a la cantidad de proteína que posee en la semilla (Gaona y Moreno, 2003).

#### 4.2.3.3 Familia Asteraceae.

La familia Asteraceae presentó el mayor número de plantas arvenses nativas entre ellas *A. arborescens*, *B. latifolia*, *B. pilosa*, *B. andicola*, *C. bonariensis* y *P. hysterophorus*, esta fue una de las plantas más interesantes dentro de esta investigación con alta población de insectos Dipteros.

##### 4.2.3.3.1 *Parthenium hysterophorus* L. (Granillo).

Como se aprecia en la Figura 35 hay presencia de Coleopteros, Dipteros, Hemipteros, Himenopteros, Lepidopteros y Neuropteros en esta planta arvense no existe la presencia de insectos del orden Ortoptera.

Los Himenopteros presentaron en etapa de floración (Ag) y floración+fructificación una tendencia a aumentar la población de insectos, sin embargo, en la etapa de fructificación+floración (Oct) alcanza los 104 insectos superior para todas las capturas realizadas, decreciendo en la etapa de fructificación+dispersión (Nov) (22.81) y aumentando en la última captura, etapa de dispersión (Dic) 28.85 el mismo suceso se repite para el orden Hemiptera.

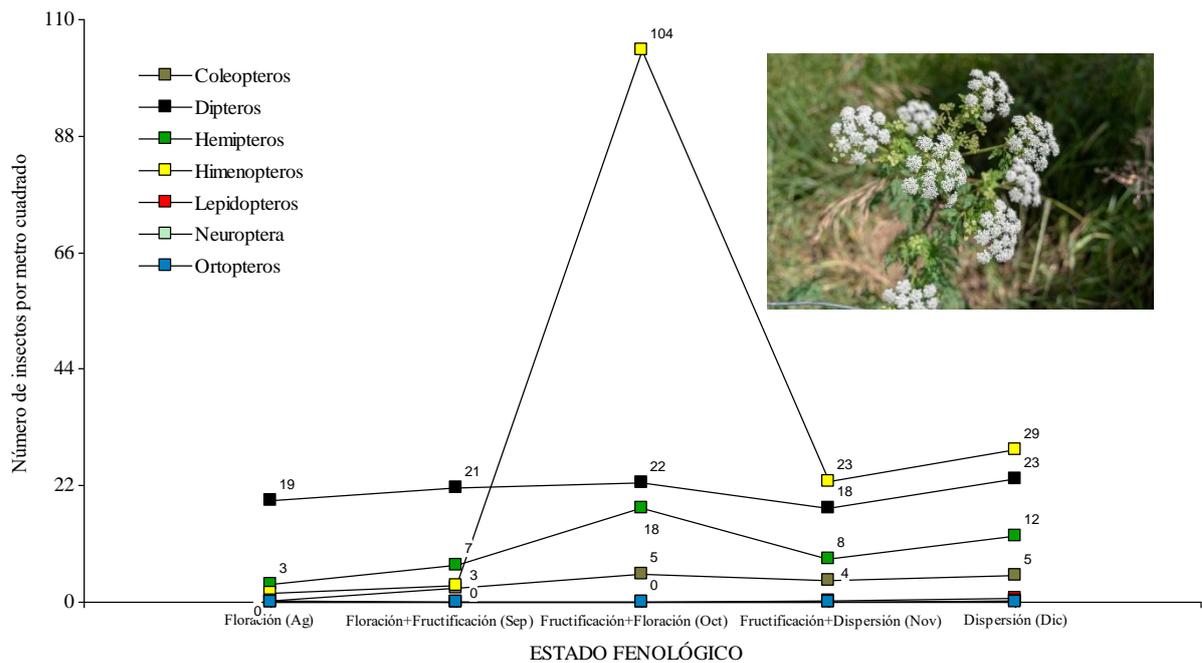


Figura 35. Número de insectos por mes en *Parthenium hysterophorus* L.

Por el contrario, en el caso de los Dipteros y Coleopteros tuvieron una tendencia lineal con poca variación en la población de insectos, se mantiene constante y se puede rescatar que la etapa fenológica no afecta en la dinámica poblacional de insectos. En lo que se refiere a los órdenes Neuropteros y Lepidopteros la población es baja manteniendo una tendencia lineal.

##### 4.2.3.3.2 *Bidens andicola* Kunth. (Amor ciego).

*Bidens andicola* fue una de las pocas plantas mostradas en este estudio en la cual su mayor población está dada por el orden Hemiptera seguida del orden Himenoptera, Diptera,

Coleoptera y Lepidoptera los órdenes Neuroptera y Ortoptera presentan una población nula de insectos.

El orden Hemiptera en estado vegetativo (Ag), floración (Oct) y floración (Dic) mostraron similar número de insectos con un total de diez y siete para cada estado fenológico, seguido del orden Himenoptera con 10 insectos en estado de floración (Dic), este tuvo una tendencia para cada muestreo a aumentar la cantidad de especímenes de siete a 10 insectos (Figura 36).

El orden Diptera mostró una población totalmente creciente con un punto máximo en floración (Dic) con nueve insectos; el orden coleoptera alcanzó su máximo en estado de floración (Oct) con dos insectos, para los meses de agosto y septiembre la población aumentó con un insecto, para los meses de noviembre y diciembre la población se mantuvo constante.

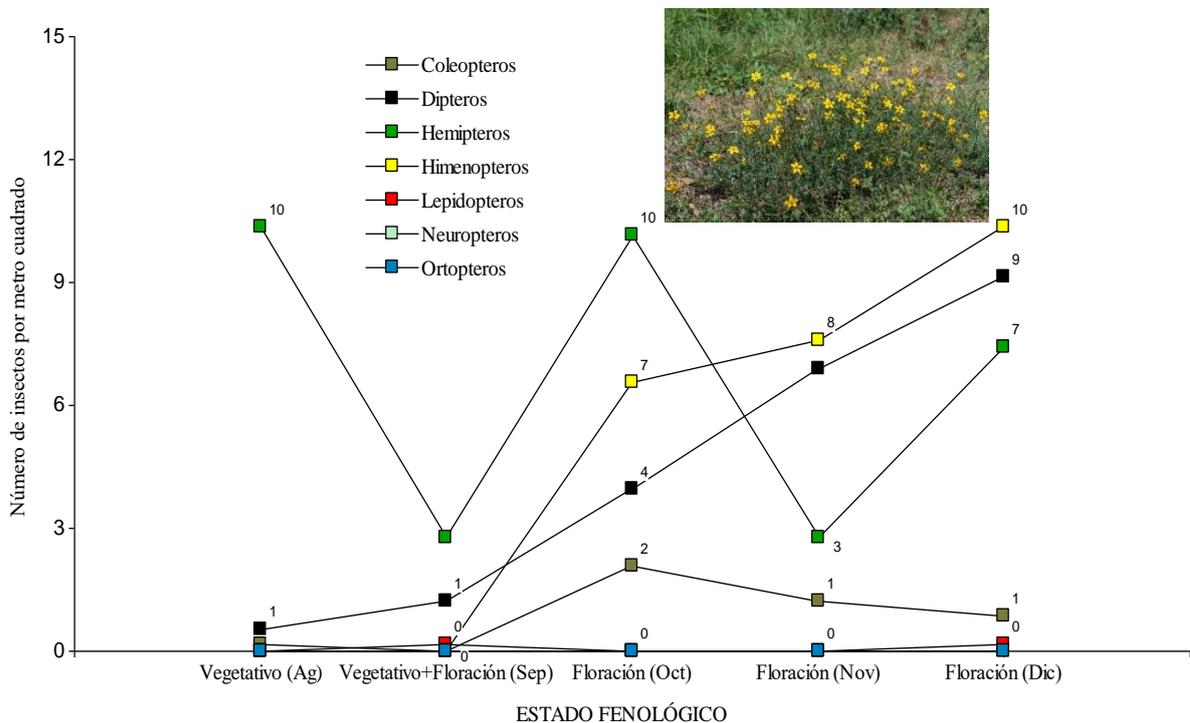


Figura 36. Número de insectos por mes en *Bidens andincola* Kunth.

En lo que respecta a Lepidopteros solamente se presentó en vegetativo+floración (Sep) y floración (Dic) con las mismas cantidades de insectos 0.17.

#### 4.2.3.3.3 *Ambrosia arborescens* Mill. (Marco).

En la Figura 37 se pudo observar la presencia de los órdenes Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Himenoptera y Lepidoptera. Así pues, el orden Himenoptera representó una tendencia decreciente alcanzando su máximo en etapa de floración (Oct) con 16 insectos y su mínimo en fructificación+dispersión (Dic) con dos insectos, con leves cambios en la población en el mes de noviembre, para el orden Diptera se observó una tendencia creciente en los meses de octubre y noviembre con cinco y siete insectos sin embargo en diciembre etapa de fructificación+dispersión la población disminuye a tres insectos. El orden Hemiptera presentó una tendencia a disminuir la población de insectos bruscamente, se observó que en

etapa de floración (Oct) alcanza seis insectos por metro cuadrado pero la población decae a un insecto en la etapa de fructificación+dispersión.

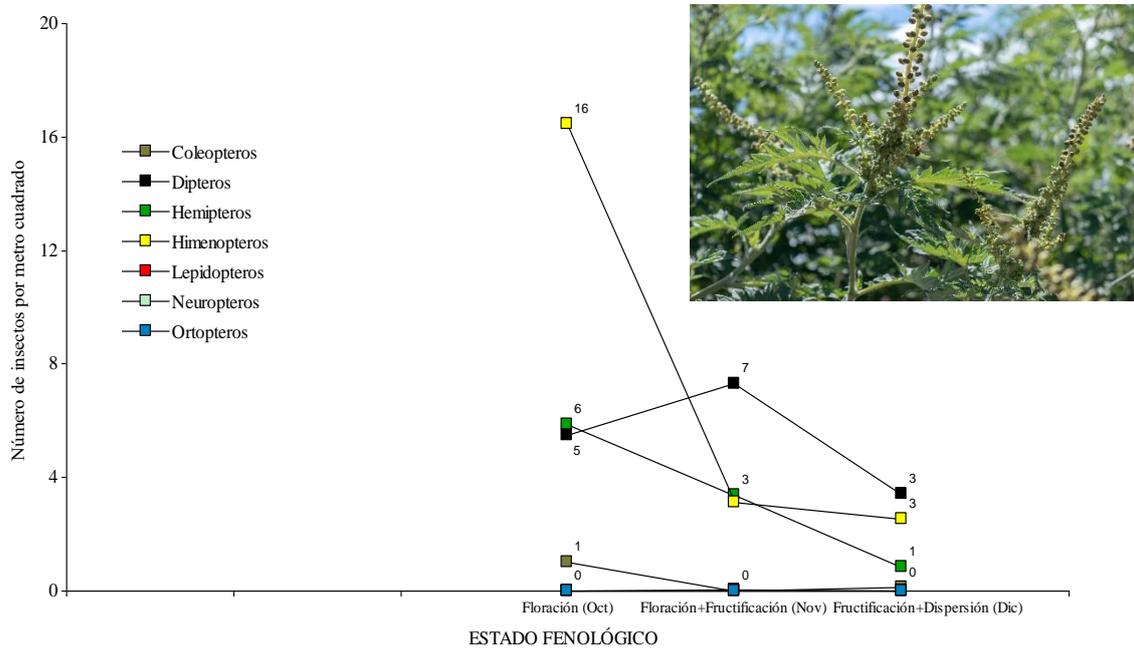


Figura 37. Número de insectos por mes en *Ambrosia arborescens* Mill.

Los insectos del orden Coleoptera se presentaron en las etapas de floración (Oct) con un insecto y en fructificación+dispersión (Dic) con 0.11 insectos. Los lepidopteros se presentaron en floración+fructificación (Nov) con 0.05 insectos.

#### 4.2.3.3.4 *Bidens pilosa* L. (Amor seco).

En esta planta se evidencio la presencia de insectos de los órdenes Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Himenoptera y Lepidoptera.

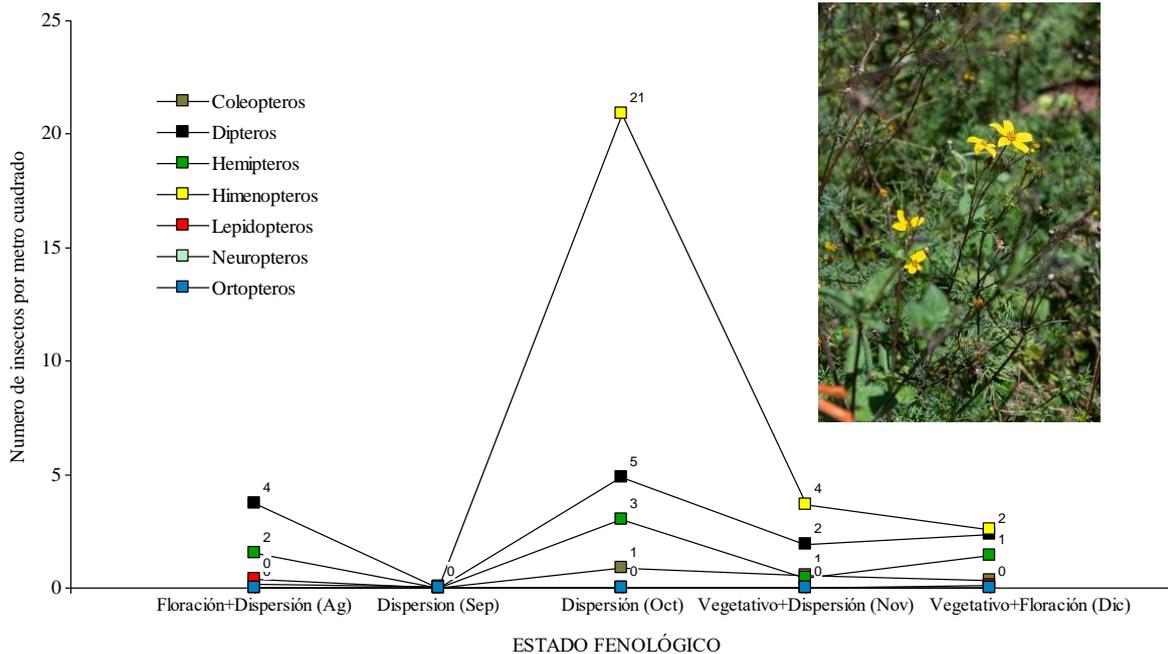


Figura 38. Número de insectos por mes en *Bidens pilosa* L.

El orden Himenoptera una vez más se destacó en cantidad de insectos por metro cuadrado, para el estado de dispersión (Oct) mostró el mayor número de insectos colectados con un total de 20 bajando su población en el estado vegetativo+dispersión (Nov) con 17 insectos y vegetativo+floración (Dic) con 19 insectos, considerando que en los meses de noviembre y diciembre la variación de insectos fue leve (Figura 38).

Los órdenes Diptera y Hemiptera presentaron similar tendencia decreciendo en dispersión (Sep), y manteniendo poblaciones más o menos lineales en los meses de octubre, noviembre y diciembre con variaciones de uno y dos insectos. Los Coleopteros presentaron una población lineal en todas las capturas, mientras que el orden Lepidoptera se presenta únicamente en las etapas de floración+dispersión (0.35) y vegetativo+floración (0.11) en los meses de agosto y diciembre.

#### 4.2.3.3.5 *Bacharis latifolia* (R&P) Pers. (Chilca).

En la Figura 39 se pudo apreciar la presencia de los insectos de los órdenes Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Himenoptera y Neuroptera.

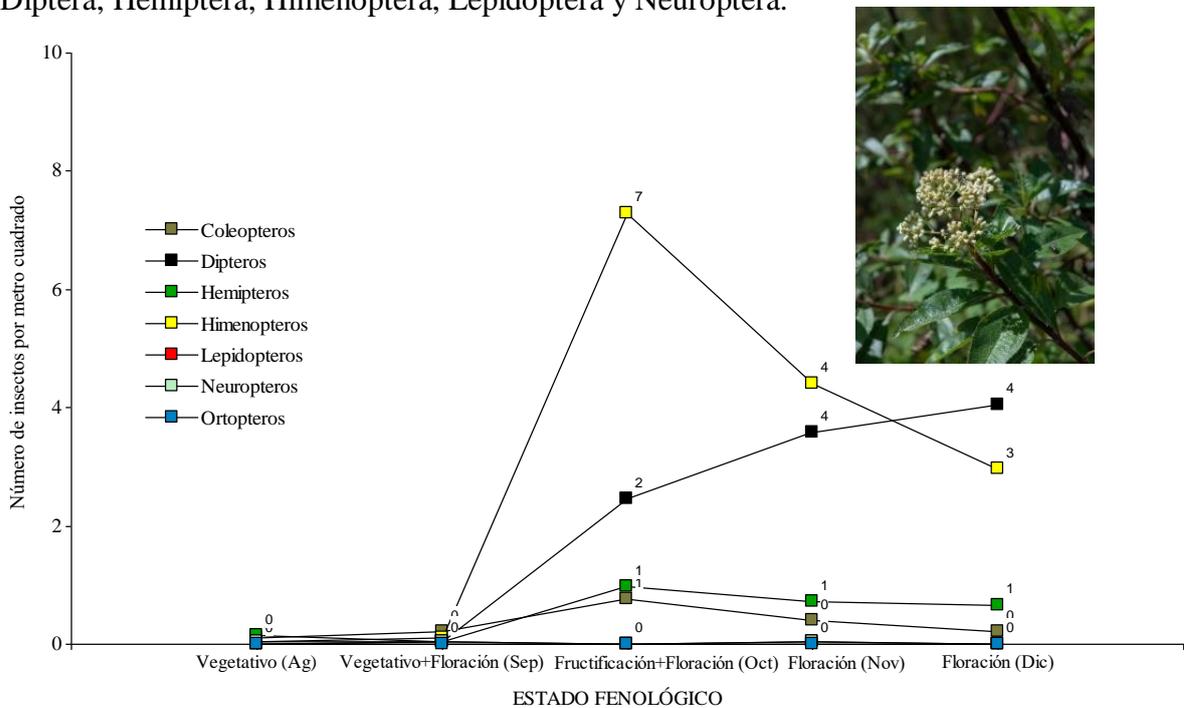


Figura 39. Número de insectos por mes en *Bacharis latifolia* (R&P) Pers.

El orden Himenoptera alcanzó su máximo número de insectos en la etapa de fructificación+floración (Oct) con siete insectos, sin embargo, en las capturas restantes disminuyó la población, para el mes de diciembre etapa de floración, disminuye en cuatro su población de insectos. Los Dipteros es otro de los órdenes que se destacó en los muestreos siendo su punto máximo en el último mes etapa de floración (Dic) con cuatro insectos, presentando su población de manera creciente pasando de cero para el estado vegetativo primer muestreo efectuado en agosto a cuatro insectos para el último muestreo realizado en diciembre.

Los Hemipteros mostraron su máxima población en la etapa de fructificación+floración (Oct) con 0.97 insectos, manteniéndose lineal en los dos últimos muestreos estado de floración (Nov-Dic) con 0.71 y 0.66 insectos, los Coleopteros mostraron similares resultados. En lo referente a los órdenes Lepidoptera y Neuroptera presentaron poblaciones bajas de insectos con 0.05 insectos por metro cuadrado.

#### 4.2.3.3.6 *Conyza bonariensis* (L.) Cronq. (Rama negra).

La Figura 40 presentó los órdenes Coleoptera, Diptera, Hemiptera e Himenoptera, en la cual el orden Himenoptera mostró una tendencia a la disminución en la población de insectos, en donde se observó que en la etapa de floración+dispersión (Oct) alcanza los seis insectos por metro cuadrado, pero en la etapa de dispersión+floración (Dic) decrece totalmente la población bajando a un insecto. El orden Diptera presentó una tendencia a decrecer, alcanzando un máximo en la etapa fenológica de floración+dispersión (Oct) con dos insectos disminuyendo un insecto en dispersión+floración (Dic).

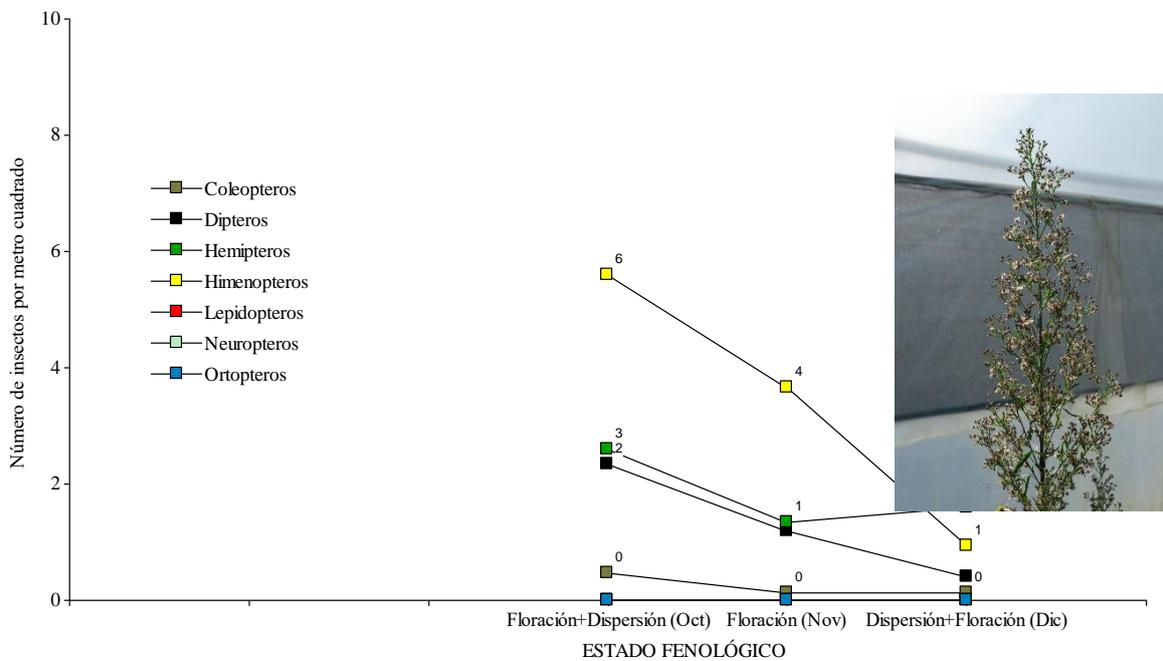


Figura 40. Número de insectos por mes en *Conyza bonariensis* (L.) Cronq.

El orden Hemiptera se asemejó al orden Diptera, sin embargo, para el mes de diciembre etapa de dispersión+floración la población aumentó con un insecto y para el orden Coleoptera presentó una tendencia lineal con 0.133 insectos en las etapas de floración (Nov) y dispersión+floración (Dic).

La familia Asteraceae presentó en sus gráficas que los Hemipteros y Dipteros fueron los que destacaron, con poblaciones altas respecto a los órdenes restantes, cabe recalcar que los Himenopteros también estuvieron presentes, pero en menor cantidad, además los Coleopteros tuvieron presencia en las arvenses *B. latifolia*, *B. pilosa* y *B. andicola*.

Consideramos que la alta presencia de insectos Dipteros podría deberse a que estas plantas cuentan con una sustancia que se asemeja a la miel y además emiten olores entre agradables

y desagradables, por otra parte la presencia de Hemipteros que más son conocidos como controladores biológicos asumimos su presencia en estas plantas al estado fenológico, pues cuando la planta se encontraba en floración se beneficiaban tanto de polen y néctar y para el estado de dispersión se alimentaban de las semillas; las condiciones climáticas no les afectan a estos ordenes pues en las gráficas se observó que la población tiende a aumentar o se mantiene constante independientemente de la presencia de lluvias.

En cuanto a las características que se observó en campo, *P. hysterothorus* se aprecia el color blanco de su flor, olor putrefacto, una sustancia que asemeja a la miel y una gran cantidad de semillas. Gracias a estas características se puede mencionar que su regeneración es rápida. *B. andicola* presentó color de flor amarilla, olor agradable, y un gran número de flores. *A. arborescens* con una flor de color blanco, sustancia que se asemeja a la miel y un olor fuerte. *B. pilosa* flor de color amarillo, escasa floración, semillas usadas como mecanismo de defensa. *B. latifolia* presenta flor blanca, con una sustancia que se asemeja a la miel, olor desagradable y con muy poca floración. Para finalizar *C. bonariensis* presentó flores blancas, escasas y de olor agradable. Estas características permiten ser comparables con otros autores así pues Vitto y Petenatti (2009) mencionan que las Asteraceae son el grupo más diverso de plantas vasculares distribuidas mundialmente en casi todos los hábitats con variaciones de forma de vida, estructura floral, mecanismos de polinización y dispersión de semillas. Según Tapia (2010) menciona que los miembros de esta familia son fácilmente reconocidos por sus inflorescencias dispuestas en capítulos o cabezuela, estas son estructuras altamente especializadas, con funciones de atracción de los vectores de polinización generalmente entomógama (mediada por insectos). Esta aparenta ser una sola flor observada superficialmente, pero vista en detalle, resulta estar compuesta de decenas o incluso centenares de flores diminutas insertadas en una base carnosa (receptáculo), donde los “pétalos” que rodean la cabezuela son flores zigomorfas, pentámeras con una porción inferior tubular y uno de los lóbulos prolongado de forma cintiforme llamada lígula (García, Sánchez y Villaseñor, 2014).

Vitto y Petenatti (2009) hacen mención a que las flores de variados y vistosos colores son las que atraen a los polinizadores ya que aterrizan en ellas y depositan el polen de otras plantas en los estigmas de las flores. Por otra parte, Katinas, Gutiérrez, Grossi y Crisci (2007) indican que las inflorescencias que en realidad son las que hacen la diferencia con otras familias. Muñoz (2000) de igual manera menciona que estas plantas atraen una amplia gama de polinizadores como por ejemplo mariposas, abejas, moscas y escarabajos, sin embargo, la polinización por abejas solitarias es especialmente común (García, 2011). Finalmente esta familia se destaca en los ecosistemas porque se presenta como forrajeras, melíferas, medicinales y como cobertura noble (Esquivel, 2015).

Águila, Meneses, González, Madrigal y Fernández (2000) mencionan que estas plantas son amargas, florecen desde julio a septiembre fechas que coinciden con esta investigación; son adecuadas como un remedio ecológico, ya que gracias a su peculiar olor se las usa para alejar plagas de las plantas cultivadas, a su vez sus raíces segregan componentes que al parecer inhibir el desarrollo de las malas hierbas, también se usa para repeler insectos, pulgas y

polillas la interior de bodegas y casas; secreta aceites esenciales cuya máxima concentración se da en épocas de floración (Tapia, 2012).

#### 4.2.3.4 Familia *Euphorbiaceae*.

Para esta familia solo se pudo observar una especie arvense nativa *C. elegans*. A diferencia de algunas de las anteriores plantas en esta se destaca el orden Diptera.

##### 4.2.3.4.1 *Croton elegans* Kunth. (*Mosquera*).

En la Figura 41 se puede apreciar los órdenes Coleoptera, Diptera, Hemipteros, Himenopteros y Lepidopteros no existió la presencia de los insectos del orden Neuroptera y Ortoptera.

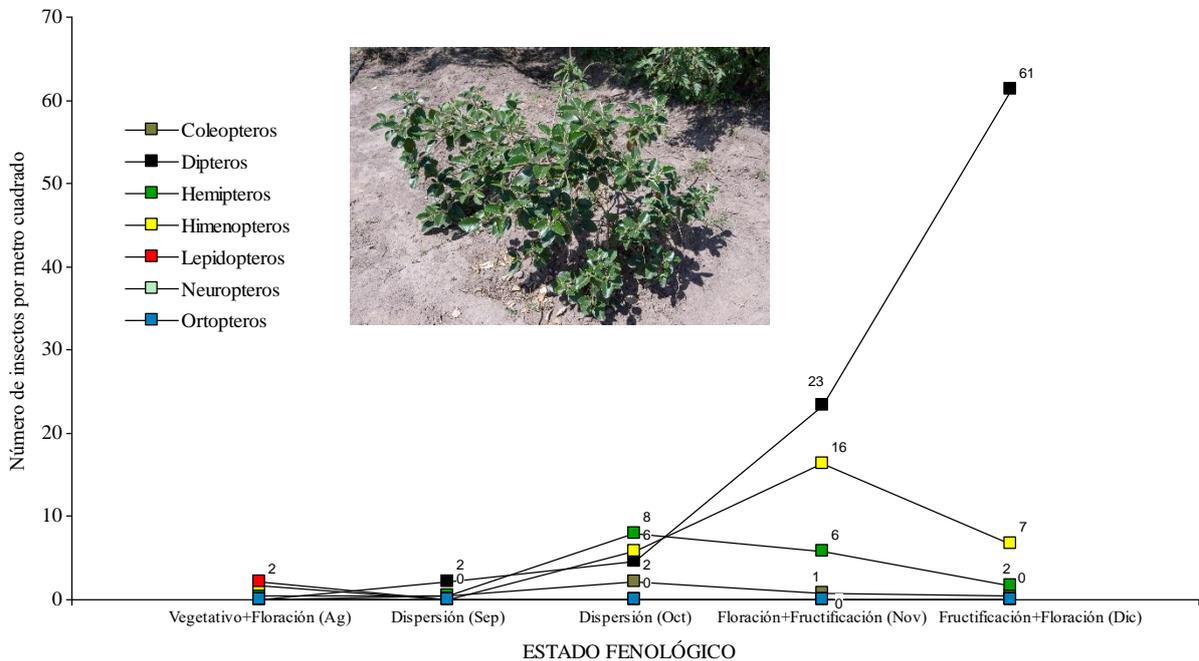


Figura 41. Número de insectos por mes en *Croton elegans* Kunth.

*C. elegans* se distinguió de las gráficas anteriormente analizadas ya que en esta se destacó el orden Diptera, presentando una tendencia a incrementar el número de insectos en cada una de sus capturas independientemente del estado fenológico de la planta, así pues, se observó que alcanzó la mayor población en el mes de diciembre etapa de fructificación+floración con 61 insectos. Seguido está el orden Himenoptera que alcanza su mayor población en estado de floración+fructificación con 16 insectos sin embargo decreció en el último mes. El orden Hemiptera tendió a decrecer encontrando su mayor población en dispersión (Oct), similar tendencia presentó los Coleopteros. Finalmente, el orden Lepidoptera presentó insectos solamente en la etapa vegetativo+floración (Ag).

Como se mencionó anteriormente en esta planta el orden que destaca es el orden de los Dipteros; las observaciones en campo para esta arvense fueron que la floración es escasa, que posee una sustancia blanquecina (látex). Así pues, Steibel (1995) confirma que esta familia y en especial esta planta posee nectarios extra-florales y látex de color lechoso.

Herrera et al. (2018) mencionan que la especie *Croton elegans* es una planta medicinal nativa del Ecuador, secretora de aceites esenciales. Altamirano (2015), indica que posee inflorescencias capituliformes, con flores tubulares y liguladas amarillas, espiga de color amarillento (Lozada, 2016). De igual manera Maya y Agudelo (2009) señalan que tiene flores unisexuales con disco nectarífero receptacular. Steinmman (2002), hace mención que la polinización es cruzada llevada a cabo por diversos agentes como el viento, insectos, pájaros, murciélagos y mamíferos no voladores, en donde predomina la polinización por moscas, que acuden atraídos por la abundante segregación de látex, esta sería la explicación del porque en esta investigación se encontró una alta población de Dipteros.

Para finalizar esta arvense cuenta con raíces que ayudan a estabilizar el suelo aumentando la absorción de humedad por la transpiración de la planta, además es conocida como especie nodriza brindando protección a sus plántulas y a otras especies en un ambiente hostil, mientras ellas crecen lo suficiente para enfrentar los embates del medio por si mismas (Gutiérrez, 2009).

#### 4.2.3.5 Familia Solanaceae.

La familia Solanaceae en esta investigación estuvo representada por las arvenses *C. rhomboideum*, *N. physalodes* y *S. nigrescens*, esta última fue una de las plantas de mayor interés en este estudio, ya que se encontró una población alta de insectos especialmente del orden Himenoptera.

##### 4.2.3.5.1 *Solanum nigrescens* M.Martens & Galeotti (*Hierba mora*).

En la figura 42 se distinguen claramente los órdenes Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Himenoptera, Lepidoptera y Neuroptera no existió la presencia de insectos del orden Ortoptera.

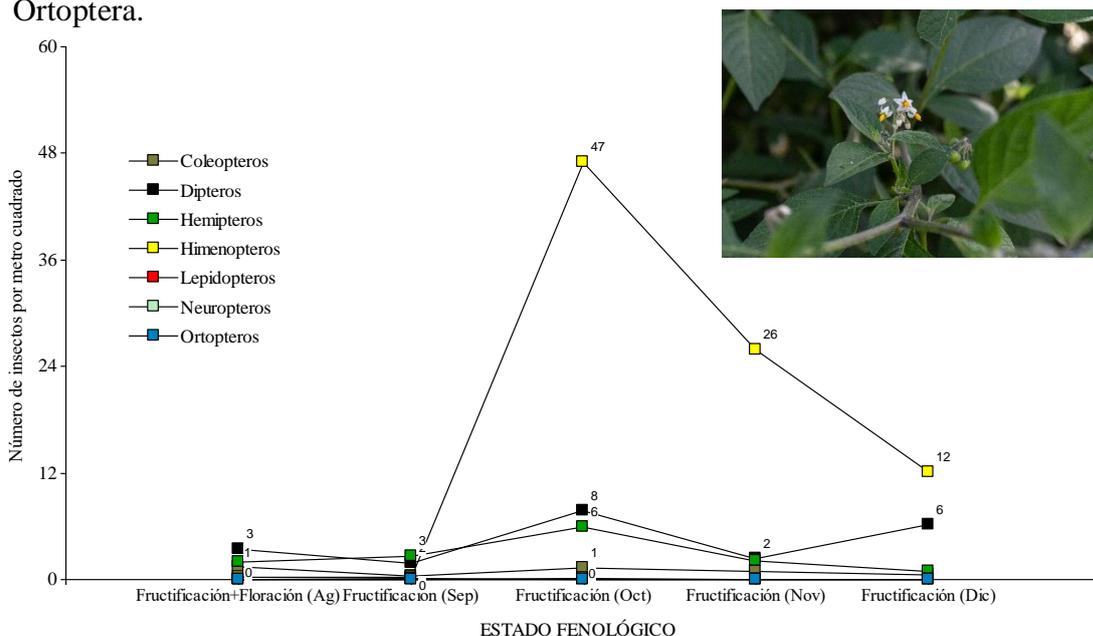


Figura 42. Número de insectos por mes en *Solanum nigrescens* M.Martens & Galeotti

El orden Himenoptera abarcó el mayor número de insectos durante los cinco muestreos realizados, siendo la etapa de fructificación (Oct) el punto más alto con 47 insectos para luego decrecer la población con 21 y 35 en etapa de fructificación en los meses de noviembre y diciembre, cabe recalcar que esta planta arvense durante los cinco muestreos se encontraba en etapa de fructificación.

El orden Diptera presentó en octubre y diciembre los valores más altos en cuanto a insectos con seis y siete especímenes por muestreo en etapa de fructificación; para los meses de agosto, septiembre y noviembre la población se mantuvo constante de dos a tres artrópodos. Los Hemipteros muestran una tendencia a aumentar el número de insectos en los meses de agosto, septiembre y octubre con dos y tres especímenes sin embargo cuando llega a octubre alcanza su población máxima con seis insectos, sin embargo, en los meses de noviembre y diciembre la población desciende encontrando tan solo un artrópodo por metro cuadrado en diciembre. Los órdenes Coleoptera, Lepidoptera y Neuroptera para esta planta no presentaron mayor relevancia en lo que respecta a cantidad de insectos por muestreo.

#### 4.2.3.5.2 *Capsicum rhomboideum* (Dunal) Kuntze (Tomatillo).

En la Figura 43 se puede observar la presencia de los órdenes Coleoptera, Diptera, Hemiptera e Himenoptera, los resultados fueron muy particulares para esta planta ya que la máxima población estuvo representada por el orden Coleoptera con un total de 27 insectos alcanzando su máxima población en noviembre etapa de fructificación, sin embargo, decrece su población en diciembre. Seguido está el orden Hemiptera manteniendo su población casi constante con ligeras disminuciones o aumentos de especímenes, independientemente del estado fenológico en el que se encontraba la planta.

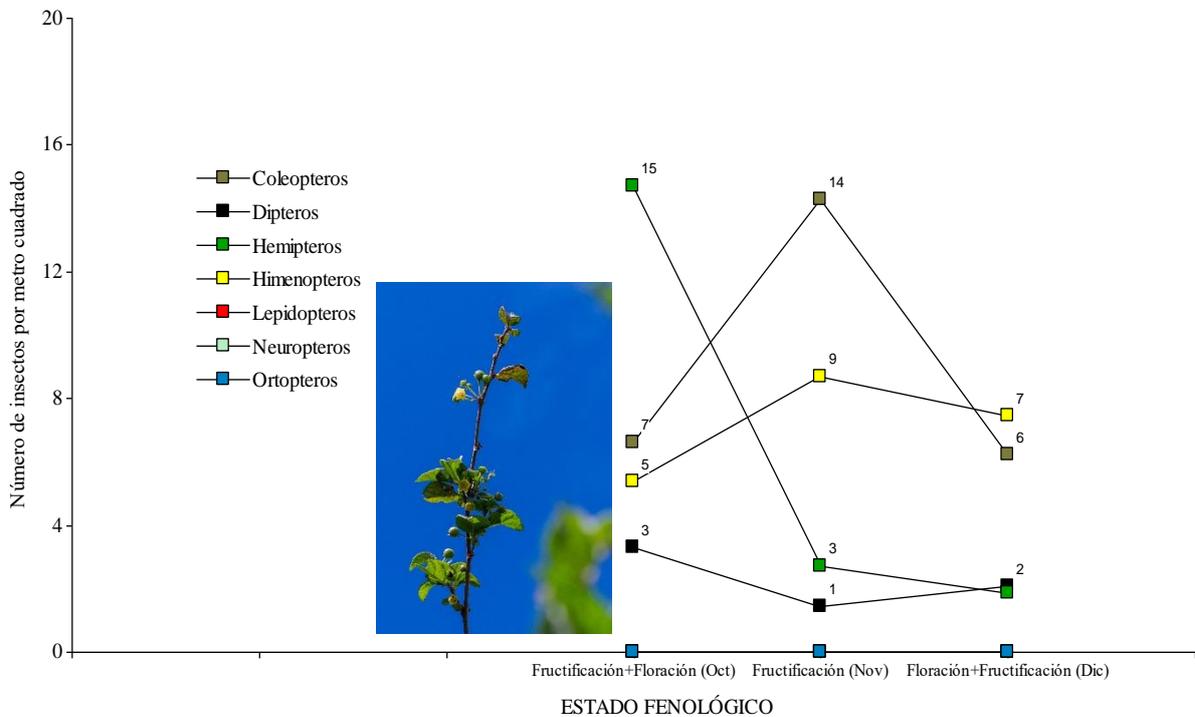


Figura 43. Número de insectos por mes en *Capsicum rhomboideum* (Dunal) Kuntze

Los Hemipteros presentaron una población alta de insectos en fructificación+floración con 15 especímenes, pese a que está en el mismo estado fenológico los meses restantes la población disminuyó; en cuanto a los Dipteros la población fue muy baja alcanzando su mayor población en fructificación+floración (Oct) con tres insectos. Decreció en noviembre y para el mes de diciembre floración+fructificación aumentó el número de especímenes. Los órdenes restantes no fueron de gran relevancia.

4.2.3.5.3 *Nicandra physalodes* (L.) Gaertn. (Tomate de monte).

La Figura 44 presenta los órdenes Coleoptera, Diptera, Hemiptera e Himenoptera, en la cual el orden Himenoptera en estado de floración (Oct) mostró una población de 11 insectos siendo esta la población más alta de insectos para esta planta arvense. Decreció en estado de fructificación (Nov) con ocho insectos y en fructificación+dispersión (Dic) decreció aún más con 10 especímenes con respecto al valor más alto de especímenes registrado para el mes de octubre.

El orden Hemiptera representa su mayor población en estado de floración (Oct) con 11 insectos, para los meses de noviembre estado fenológico de fructificación y diciembre estado de fructificación+dispersión, su población fue lineal con 2 insectos por metro cuadrado.

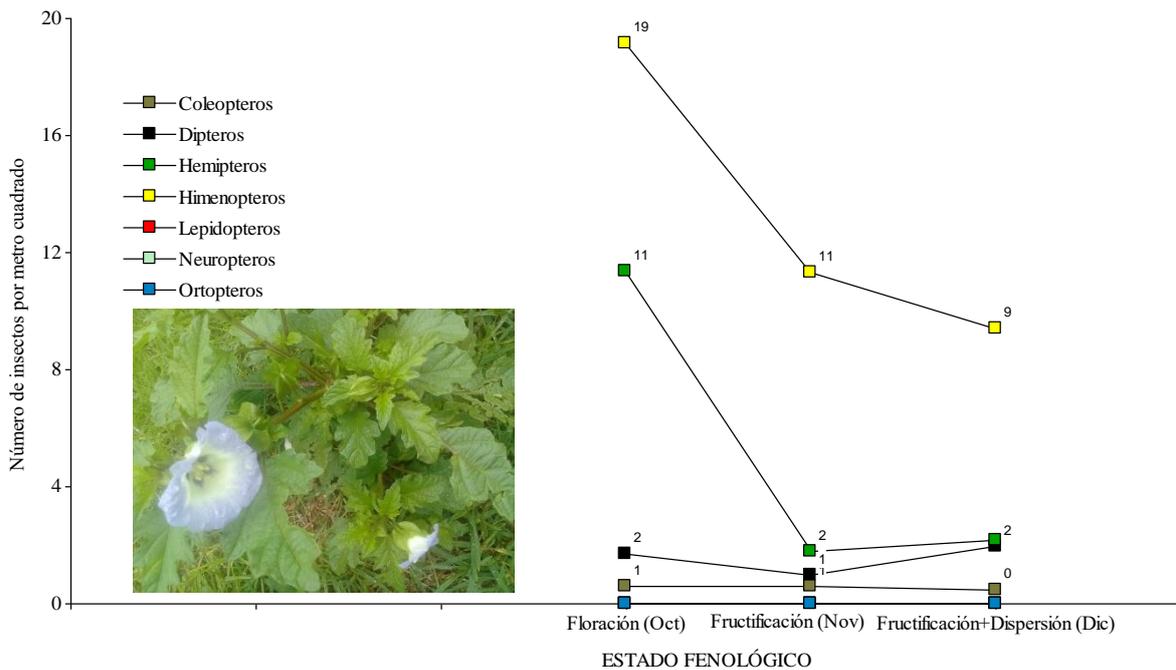


Figura 44. Número de insectos por mes en *Nicandra physalodes* (L.) Gaertn.

En los Dipteros su mínima población estuvo dada en noviembre, con estado fenológico de fructificación encontrando un insecto y para los meses de octubre y diciembre conservó la misma cantidad de insectos con un total de dos especímenes. Los Coleopteros presentaron una tendencia lineal con 0.59 insectos en floración (Oct), 0.59 insectos en fructificación (Nov) y 0.46 insectos en fructificación+dispersión (Dic).

En las figuras se observó una vez más que el orden que se destaca fue el Himenoptera, seguido de los Dipteros y Hemipteros, también es importante mencionar que C.

*rhomboideum* es una de las pocas plantas en la que destaca el orden Coleoptera asumimos que las causas podrían ser el estado fenológico de la arvense, la hora de colecta y pues a diferencia de otros ordenes este no se ve afectado por la presencia de lluvias.

En campo se evidenció que *S. nigrescens* durante todos los meses de captura estuvo en fructificación, con color de flor blanca y muy poca floración. *C. rhomboideum* con flor amarilla y generalmente en estado de fructificación. *N. physalodes* posee color de flor lila llamativo, con gran cantidad de polen y olor desagradable.

Laurent (2015) menciona que la familia Solanaceae emite aceites fragantes o fétidos percibidos en las arvenses antes mencionadas, por otra parte la polinización es entomófila y una característica especial de esta familia es que los frutos pueden ser bayas o cápsulas los cuales son secretores de alcaloides, muchas veces tóxicos (Morales, 2018).

Morales (2008) demostró en diversos ensayos la utilidad del extracto alcohólico de *Solanun nigrum* como insecticida, este ha mostrado ser efectivo en el control de larvas de mosquitos del género *Culex* y larvas de mariposas plagas agrícolas, la especie contiene alcaloides del grupo de las solaninas que tienen propiedades tanto tóxicas como medicinales (Chang, Rosabal y Morales, 2013).

#### 4.2.3.6 Familia Verbenaceae

Para la familia Verbenaceae solo se encontró a *V. litoralis* conocida comúnmente como verbena, en esta se destaca el orden Diptera.

##### 4.2.3.6.1 Verbena litoralis Kunth. (Verbena)

En la Figura 45, los órdenes presentes son Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Himenoptera y Lepidoptera.

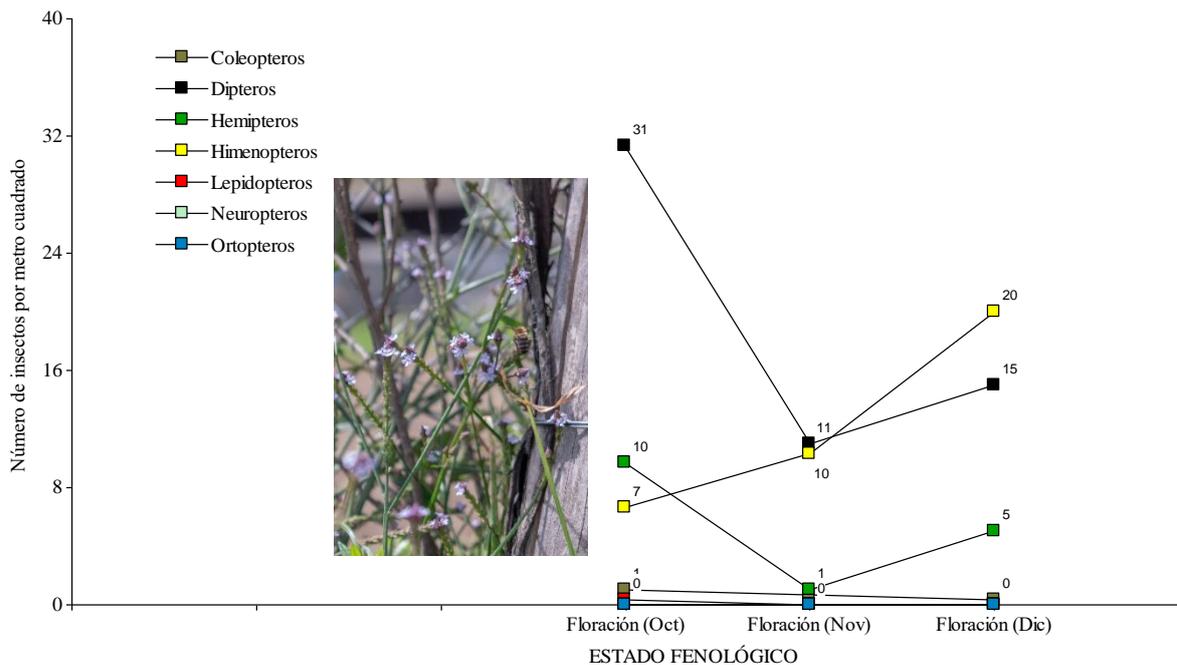


Figura 45. Número de insectos por mes en *Verbena litoralis* Kunth.

El orden Diptera destacó alcanzando su punto máximo en floración (Oct) con 31 insectos, disminuyendo en etapa de floración (Nov) con 20 especímenes y finalmente aumentando en floración (Dic) con nueve artrópodos. El orden Himenoptera tendió a incrementar sus poblaciones en cada una de las capturas, así pues, en estado de floración (Oct) alcanzó los siete especímenes incrementando en 13 insectos en el mes de diciembre estado fenológico de floración; el orden Hemiptera presentó una población alta en estado de floración en el mes de octubre con 10 insectos, decreció en el mes de noviembre a tan solo un insecto y finalmente aumentó la población en diciembre con cuatro artrópodos. El orden Coleoptera mantuvo su población constante. El orden Lepidoptera solamente se encuentra en estado fenológico de floración (Oct) con 0.33 insectos.

*Verbena litoralis* fue una de las pocas plantas en la cual se destacó el orden Diptera podría deberse a que esta planta estuvo situada junto a las chancheras y sobre todo al estado fenológico durante los meses de captura permaneció en floración, la hora de captura y las lluvias no afectaron en la población creciente de Dipteros.

Las observaciones en campo para esta planta fueron que posee un color lila de flor, con abundantes flores pequeñas, así pues, Rotman y Múlgura (2012) mencionan que en defecto esta familia posee plantas herbáceas, arbustivas a veces trepadoras, aromáticas al comprimirlas; flores vistosas muy pequeñas, inflorescencias en forma de espigas (Steibel, 2000). Esta familia posee flores perfumadas y son polinizadas por mariposas nocturnas o diurnas, además existen otras especies que son polinizadas por moscas gracias a la trompa larga que poseen y por ende esta familia también posee especies melíferas (Rzedowsk y Calderón, 2002).

#### **4.2.3.7 Familia Limiaceae.**

En esta familia está conformada por *S. sagittata* que como la anterior especie destaca el orden Diptera.

##### *4.2.3.7.1 Salvia sagittata* Ruiz & Pav. (Matico)

Considerando la Figura 46, los órdenes presentes son Coleopteros, Dipteros, Hemipteros, Himenopteros y Lepidopteros con ausencia de los órdenes Neuroptera y Ortoptera.

*Salvia sagittata* (Matico) indicó que el orden Diptera estuvo presente en todos los muestreos llevados a cabo durante los 5 meses de investigación siendo la etapa de floración en octubre el mes pico donde se encontró 11 insectos que representó la cantidad más alta de especímenes muestreados en esta planta, tiene una tendencia a disminuir la población de insectos para los meses de noviembre y diciembre estados de floración+fructificación (5.6) y floración (1.56).

El orden Himenoptera alcanzó sus poblaciones más altas en los meses de octubre y diciembre en estado de floración con diferencia de un insecto, para los meses restantes las poblaciones son bajas.

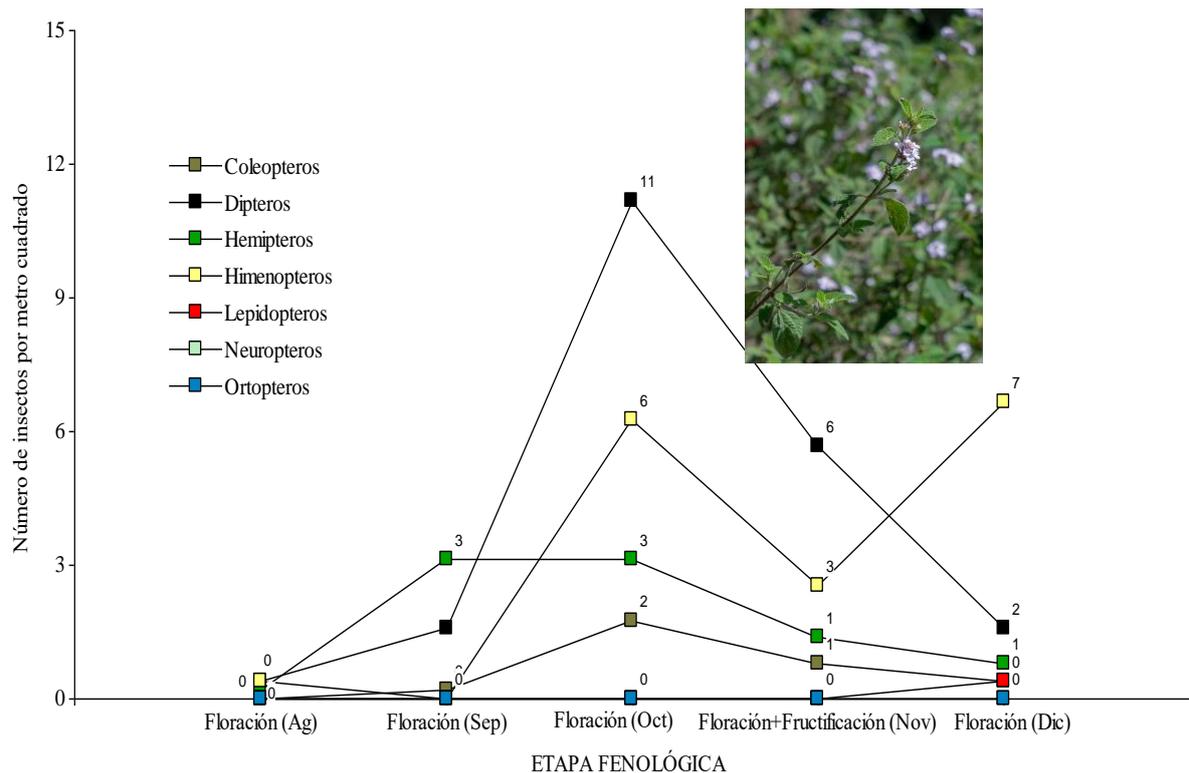


Figura 46. Número de insectos por mes en *Salvia sagittata* Ruiz & Pav.

Hemiptera en septiembre y octubre, etapa de floración muestra la misma cantidad de insectos tres por muestreo disminuyendo la población para los meses restantes con dos insectos, independientemente del estado fenológico hubo presencia de insectos en los meses de captura, no es el caso del orden Lepidoptera ya que se presentó solamente en agosto. Finalmente, los Coleopteros presentaron mayor población en floración (Oct) con dos insectos, decreciendo en floración +fructificación (Nov) y floración (Dic).

En esta figura se muestra mucha fluctuación respecto a la población de los diferentes órdenes pues en esta el orden Diptera decreció en cada una de sus colectas, para el orden Hemiptera sucede lo contrario este aumentó. Los órdenes restantes se comportaron de igual manera que el Diptera; las causas que se podrían manifestar ante este suceso podría ser el estado fenológico al entrar a floración los Himenopteros tienen mayor probabilidad de encontrar alimento, las lluvias no afectaron a población de especímenes pues la colecta se realizó en la tarde.

En campo se observó que esta planta posee un número alto de flores con polen y néctar, flores de color blanco y de floración prolongada que emiten olores agradables Martínez, Fragoso, García y Montiel (2013) recalcan que esta familia posee flores pequeñas de color blanco, generalmente hermafroditas. Las inflorescencias racimosas pueden ser axiales o terminales, dispuestas en espigas, racimos, panículas o capítulos; la polinización de las flores de esta familia sucede con la ayuda de polinizadores como insectos (abejas o mariposas) y en algunos casos aves, para garantizar la polinización esta familia produce mucho néctar ubicado en un disco nectarífero (Martínez, et al., 2017). Las Lamiaceae segregan aceites

aromáticos mediante las hojas que pueden ser simples o compuestas y enteras, las mismas que se encuentran revestidas por pequeños pelos que son los secretores de aceites aromáticos y volátiles, estos son percibidos al aplastar sus hojas (Valverde, 2018).

#### 4.2.3.8 Familia Convolvulaceae.

En esta familia se pudo encontrar la arvense *I. purpurea* que es muy conocida por su forma acampanada de la flor, destacándose el orden Himenoptera.

##### 4.2.3.8.1 *Ipomoea purpurea* (L.) Roth. (Campanitas).

El orden Himenoptera presentó en estado de floración (Oct) su mayor población con cinco insectos disminuyendo en floración (Nov) con siete insectos y en floración+fructificación (Dic) aumentó su población con dos insectos (Figura 47). El orden Diptera presentó una tendencia lineal con ligeros cambios así se presentó en estado de floración (Oct) cinco especímenes, en floración (Nov) cuatro insectos y en estado de floración+fructificación (Dic) presentó cinco insectos.

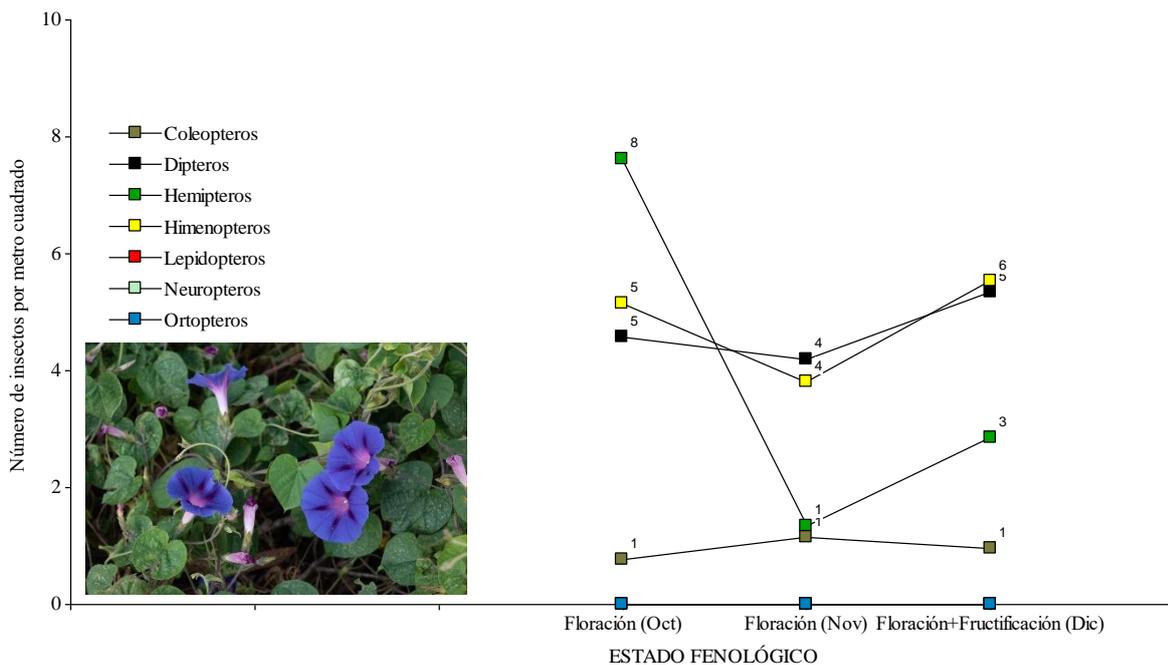


Figura 47. Número de insectos por mes en *Ipomoea purpurea* (L.) Roth.

El orden Hemiptera presentó su máximo de población insectil en estado de floración (Oct) con ocho insectos, decreció en floración (Nov) con siete insectos y aumentó en la etapa final de captura con dos especímenes en floración+fructificación (Dic). Para concluir esta el orden Coleoptera presentó leves variaciones con un insecto por metro cuadrado en los meses de octubre, noviembre y diciembre.

En esta figura una vez más destacó el orden Himenoptera seguida de los Dipteros y una población alta de Hemipteros, a diferencia de figuras anteriores en esta se observó la

presencia en mayor cantidad de Coleopteros, sin lugar a duda el estado fenológico atrae una buena población de insectos de todos los órdenes, no se ve afectada por el cambio climático, al contrario, la humedad existente permitió una mayor población de los mismos.

Esta planta posee alta cantidad de néctar y polen observado en campo, con una forma de la flor muy peculiar acampana y de color azul violáceo, Alcántar, Carranza, Cuevas y Cuevas (2012) mencionan que la familia Convolvulaceae representa en su gran mayoría a plantas trepadoras herbáceas, caracterizada por su flor ya que se la reconoce fácilmente, al poseer forma de embudo radial y simétrico, solitaria, con cinco sépalos, con una corola de cinco pétalos unidos generalmente de color lila a rosado (Alarcón, Torres y Austin, 2016). En cuanto a polinización, la fecundación cruzada es posible por entomogamia u ornitogamia, es de vital importancia mencionar que estas son plantas melíferas (Orfila y Alfonso, 1995).

#### 4.2.3.9 Familia Malvaceae.

*F. limensis* y *S. rhombifolia* forman parte de la familia Malvacea, presentando poblaciones altas de Himenopteros.

##### 4.2.3.9.1 *Fuertesimalva limensis* (L.) Fryxell. (*Malva*)

Con la Figura 48 se puede determinar la presencia de los órdenes Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Himenoptera y Neuroptera en cuanto al orden Ortoptera no estuvo presente en esta planta arvense.

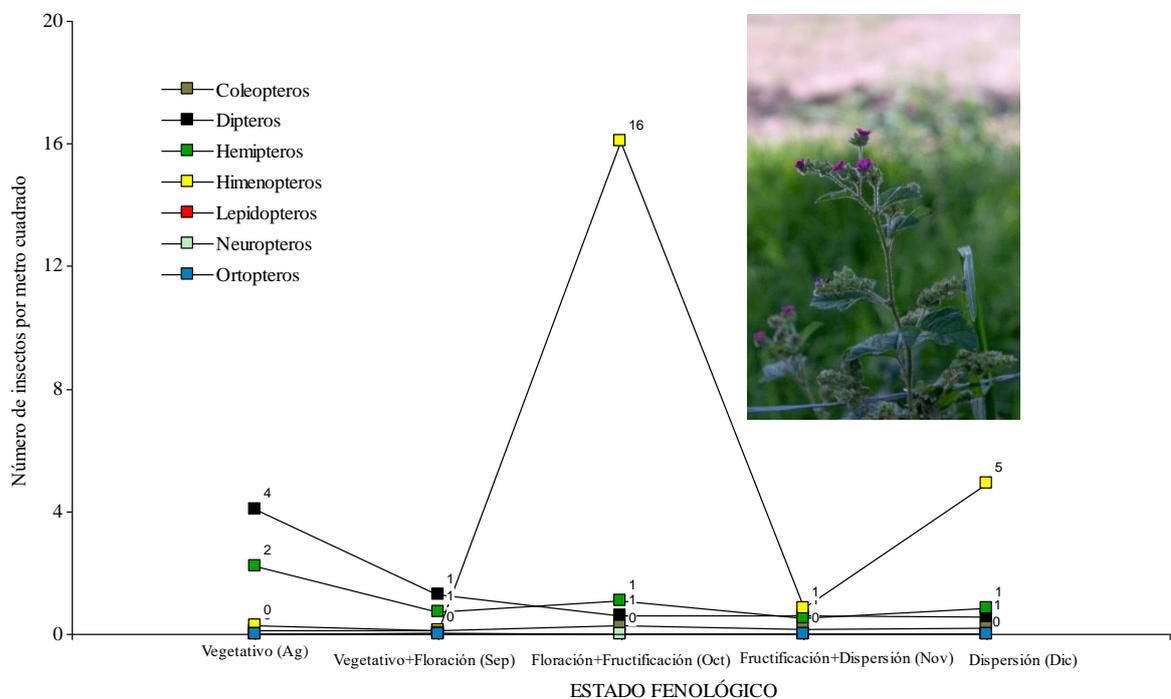


Figura 48. Número de insectos por mes en *Fuertesimalva limensis* (L.) Fryxell.

Sin lugar a duda el orden Himenoptera es el que abarcó el mayor número de insectos 16 por metro cuadrado en la etapa de floración+fructificación (Oct), se observó una violenta

disminución en la etapa de fructificación+dispersión(Nov) con 15 insectos, para el mes de diciembre aumentó la población con cuatro insectos en etapa de dispersión.

El orden Dipteros muestra una tendencia lineal con su mayor población en estado vegetativo (Ag) con cuatro insectos, ya en los próximos muestreos su población se mantuvo con ligeros o nulos cambios de un insecto, similar tendencia se vio reflejada en el orden Hemiptera. En lo que respecta a los órdenes Coleoptera, Lepidoptera y Neuroptera presentaron un número muy bajo de insectos con poblaciones lineales.

#### 4.2.3.9.2 *Sida rhombifolia* L. (Escobilla).

La Figura 49 representa la dinámica población de la planta arvense *Sida rhombifolia*, encontrando los órdenes Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Himenoptera, Neuroptera y Lepidoptera. El orden Himenoptera para los tres primeros muestreos mostró un incremento de insectos en cada uno de sus muestreos, alcanzando el mayor número de especies (tres) en etapa de fructificación+floración (Oct) sin embargo, decrecer en la etapa de dispersión (Dic) con 0.72 insectos.

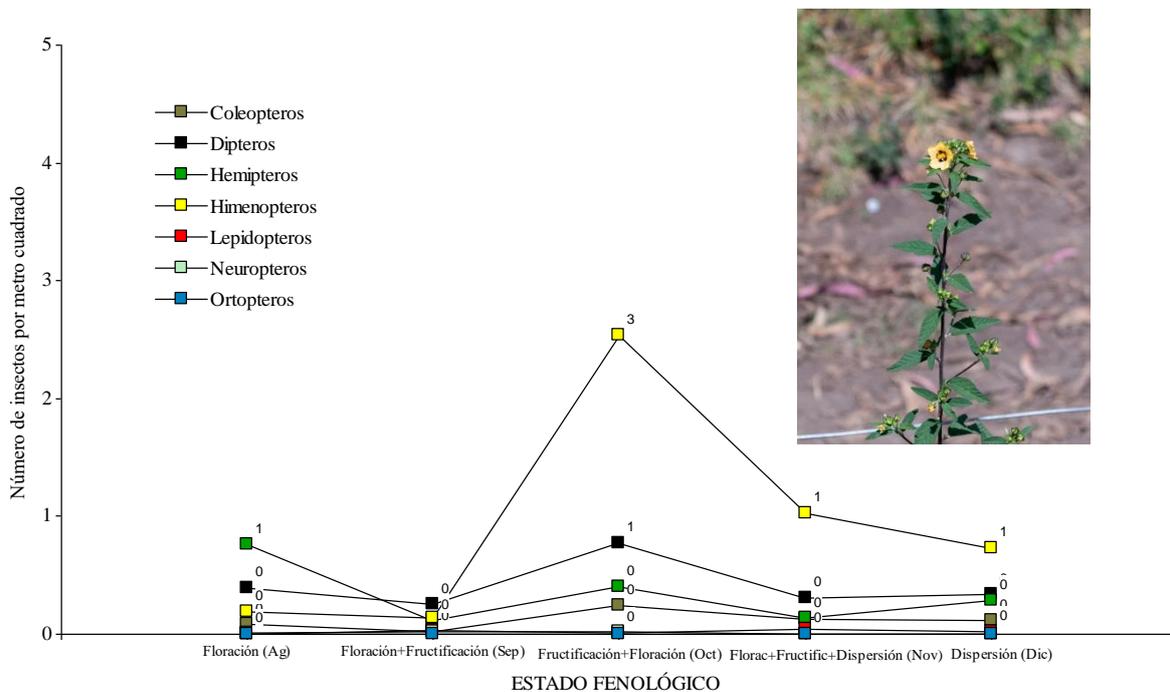


Figura 49. Número de insectos por mes en *Sida rhombifolia* L.

Los órdenes Diptera y Coleoptera tuvieron similar comportamiento en agosto y diciembre manteniendo su población constante, llegando a su máxima población en octubre etapa fenológica de fructificación+floración con un insecto, en los meses de noviembre y diciembre se repitió el comportamiento de los dos primeros meses manteniendo sus poblaciones constantes.

El orden Hemiptera presentó mayor población en estado de floración en el mes de agosto con un insecto, para los cuatro meses restantes de muestreo se mantuvo constante con ligeros cambios en la población insectil. Las poblaciones de los órdenes Neuroptera y Lepidoptera fueron sumamente bajas en comparación a los órdenes antes citados.

En estas figuras la mayor población la tiene los Himenopteros y los órdenes restantes tuvieron tendencias similares en donde aumentan en uno sus poblaciones o permanecen lineales. Los cambios no son bruscos en estas figuras en lo referente a cantidad de insectos. Una vez más el estado fenológico influye directamente y las condiciones ambientales en la población de estos.

En campo estas plantas presentaron flores grandes con abundante cantidad de polen y néctar de colores atractivos para los insectos especialmente Himenopteros, flores de color amarillo y fucsia, de esta manera Ferrer, Ferrando y Laguna (2016) mencionan que la familia Malvaceae presenta flores solitarias o en inflorescencias con polen muricados perfectas, grandes, con coloraciones vistosas en los pétalos (morados y blancos), que atraen a insectos y aves, principales polinizadores en esta familia (Ferrer, Ferrando y Laguna, 2016). Así mismo hay especies melitófilas, ornitófilas y quiropterófilas, según Fryxell (2008), menciona que esto se debe gracias a que las malváceas presentan nectarios calicinos y según su estructura histológica son tricómicos (pelos glandulares cuyas cabezuelas secretan néctar). Baudilio (2009), recalca la importancia de esta familia al mencionar que estas especies se localizan principalmente en sitios cálidos, lugares despejados o alterados con suelos secos y arenosos, aportando con materia orgánica y nitrógeno.

### **4.3 Población de insectos por morfotipo**

La Figura 50 representa el total de morfotipos colectados durante los cinco muestreos llevados a cabo en las 22 plantas arvenses; determinando un total de 104 morfotipos.

El morfotipo 44 perteneciente al orden Hemiptera represento la población más abundante con 389 especímenes, los mismos que se encontraron en las arvenses: *A. porrigens*, *A. arborescens*, *B. andicola*, *B. pilosa*, *C. bonariensis*, *Desmodium* spp, *F. limensis*, *L. pubescens*, *N. physalodes*, *S. sagittata*, *S. rhombifolia* y *V. litoralis*; seguido del morfotipo uno perteneciente al orden Diptera, con 333 insectos distribuidos en las arvenses: *A. quitensis*, *B. latifolia*, *B. andicola*, *B. pilosa*, *C. rhomboideum*, *C. elegans*, *F. limensis*, *I. purpurea*, *L. pubescens*, *P. hysterothorus*, *S. rhombifolia*, *S. nigrescens* y *V. litoralis*.

También se observó una alta población en el morfotipo dos, con un total de 270 insectos pertenecientes al orden Diptera, con presencia en las arvenses *A. arborescens*, *B. andicola*, *C. bonariensis*, *C. elegans*, *F. limensis*, *S. sagittata*; el morfotipo 48 del orden Hemiptero se evidenció en *A. quitensis*, *D. ambrosioides*, *F. limensis*, *I. purpurea*, *N. physalodes*, *S. sagittata*, *S. nigrescens* con un total de 161 especímenes. El morfotipo 18 del orden Diptero con 158 especímenes, presentó poblaciones en las arvenses *A. porrigens*, *A. quitensis*, *A. arborescens*, *B. latifolia*, *B. pilosa*, *C. elegans*, *F. limensis*, *I. purpurea*, *L. pubescens*, *M. albida*, *P. hysterothorus*, *S. rhombifolia*, *S. nigrescens* y *V. litoralis*; en cuanto al morfotipo 51 del orden Hemiptero se registraron poblaciones en *A. porrigens*, *B. andicola*, *C. bonariensis*, *F. limensis*, *P. hysterothorus*, *S. rhombifolia*, *V. litoralis* con un total de 144 insectos. Por último y no menos importante está el morfotipo 53 con una población de 101 insectos perteneciente al orden Hemiptera los cuales estuvieron presentes en las arvenses *A. quitensis*, *A. arborescens*, *C. rhomboideum*, *C. bonariensis*, *F. limensis*, *N. physalodes*, *P. hysterothorus*, *S. rhombifolia*.

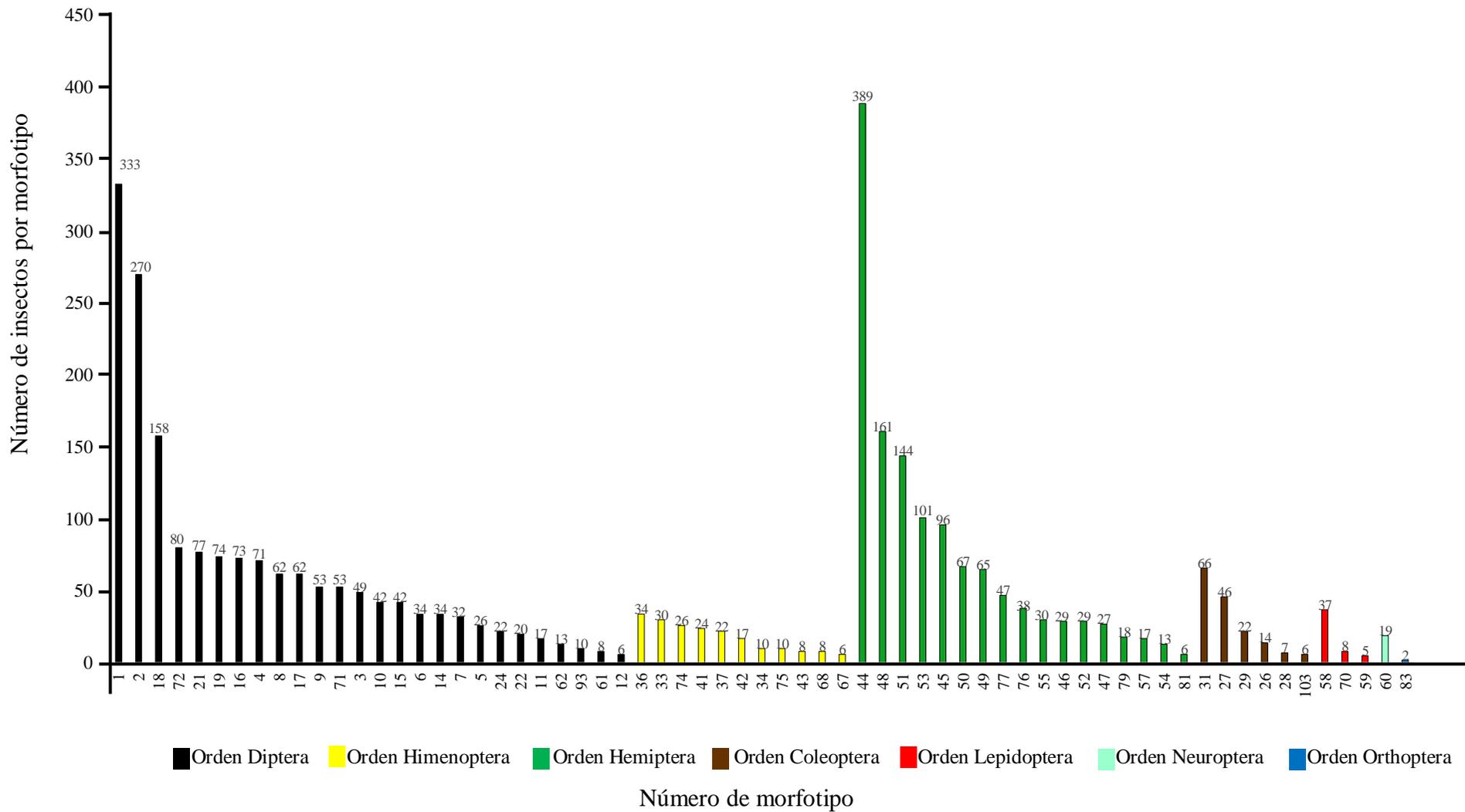


Figura 50. Número de morfotipos totales por planta arvense

### 4.3.1 Población de insectos por morfotipos de orden Dipteros.

En la Figura 51 se observa la totalidad de especímenes para el orden Diptera con un total de 38 morfotipos; además se recalca que este fue el orden que mayor población obtuvo.

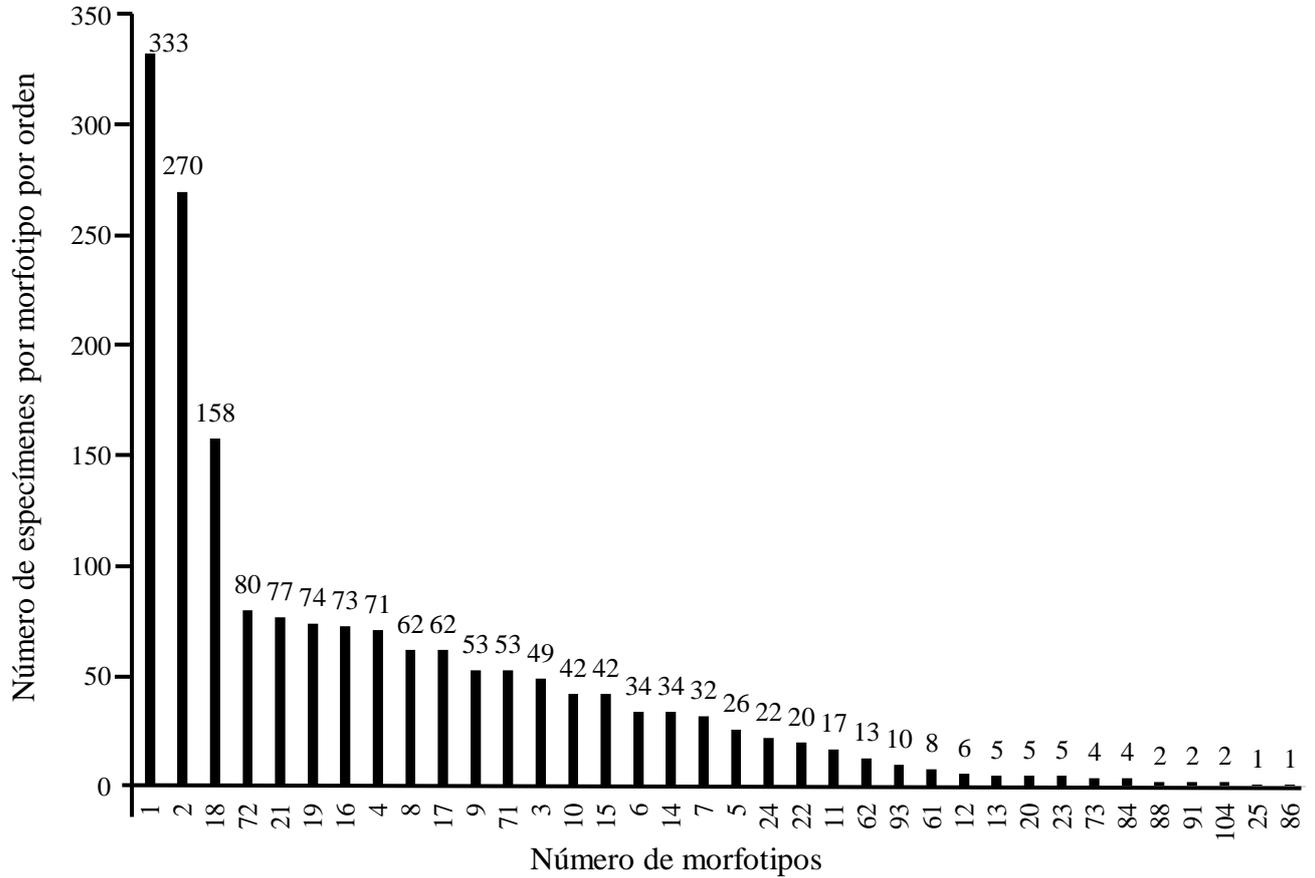


Figura 51. Número de insectos por morfotipo correspondiente al orden Diptera

El morfotipo más abundante fue el uno con 333 especímenes, seguido por el morfotipo dos con 270 insectos y el morfotipo 18 con 158 artrópodos, estos fueron los que más población alcanzaron y también estuvieron distribuidos en la mayoría de plantas arvenses nativas, sin embargo, también se observó insectos con poblaciones muy bajas entre uno y dos insectos por morfotipo. En la Figura 52 se muestra los morfotipos del orden Diptera.



Morfotipo 1



Morfotipo 2



Morfotipo 3



Morfotipo 4



Morfotipo 5



Morfotipo 6



Morfotipo 8



Morfotipo 9



Morfotipo 10



Morfotipo 11



Morfotipo 12



Morfotipo 13



Morfotipo 14



Morfotipo 15



Morfotipo 16



Morfotipo 17



Morfotipo 18



Morfotipo 19



Morfotipo 20



Morfotipo 21



Morfotipo 22



Morfotipo 23



Morfotipo 24



Morfotipo 25



Morfotipo 61



Morfotipo 62



Morfotipo 71



Morfotipo 72



Morfotipo 73



Morfotipo 84



Morfotipo 86



Morfotipo 88



Morfotipo 91



Morfotipo 93



Morfotipo 104

Figura 52. Insectos correspondientes a los morfotipos del orden Diptera.

### 4.3.2 Población de insectos por morfotipo de orden Himenopteros.

En la Figura 53 se observa la población de especímenes del orden Himenoptera seguida del orden Diptera esta posee 24 morfotipos en total.

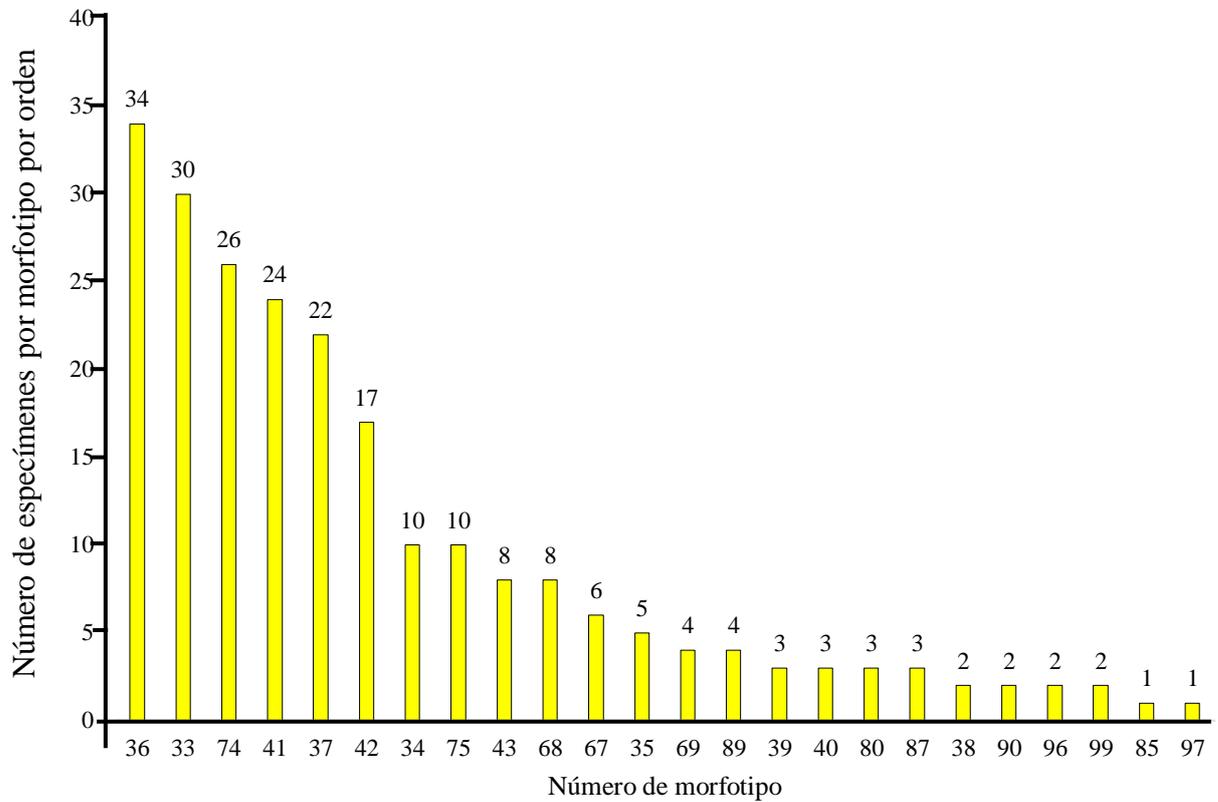


Figura 53. Número de insectos por morfotipo correspondiente al orden Himenoptera

En donde los morfotipos 36, 33, 74, 41, y 37 representaron los morfotipos más abundantes con 34 hasta 22 especímenes, así también se observó morfotipos con poblaciones muy bajas entre uno y dos insectos para los morfotipos 85, 97, 38, 90, 96 y 99. A continuación se presenta los ejemplares del orden Diptera (Figura 54).



Morfotipo 33



Morfotipo 34



Morfotipo 35



Morfotipo 36



Morfotipo 37



Morfotipo 38



Morfotipo 39



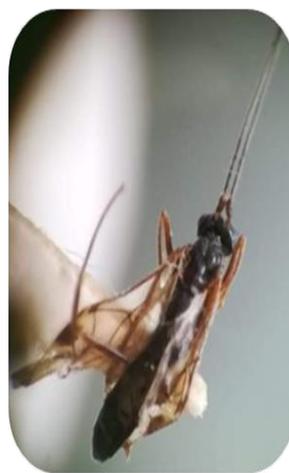
Morfotipo 40



Morfotipo 41



Morfotipo 42



Morfotipo 43



Morfotipo 67



Morfotipo 68



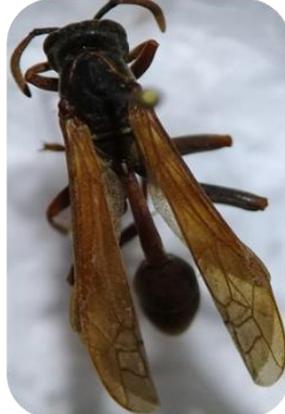
Morfotipo 69



Morfotipo 74



Morfotipo 75



Morfotipo 80



Morfotipo 85



Morfotipo 87



Morfotipo 89



Morfotipo 90



Morfotipo 96



Morfotipo 97



Morfotipo 99

Figura 54. Insectos correspondientes a los morfotipos del orden Himenoptera

#### 4.3.3 Población de insectos por morfotipo de orden Hemipteros.

Seguido está el orden Hemiptera que posee el morfotipo más abundante en todos los muestreos realizados, es el 44 con 389 especímenes (Figura 55).

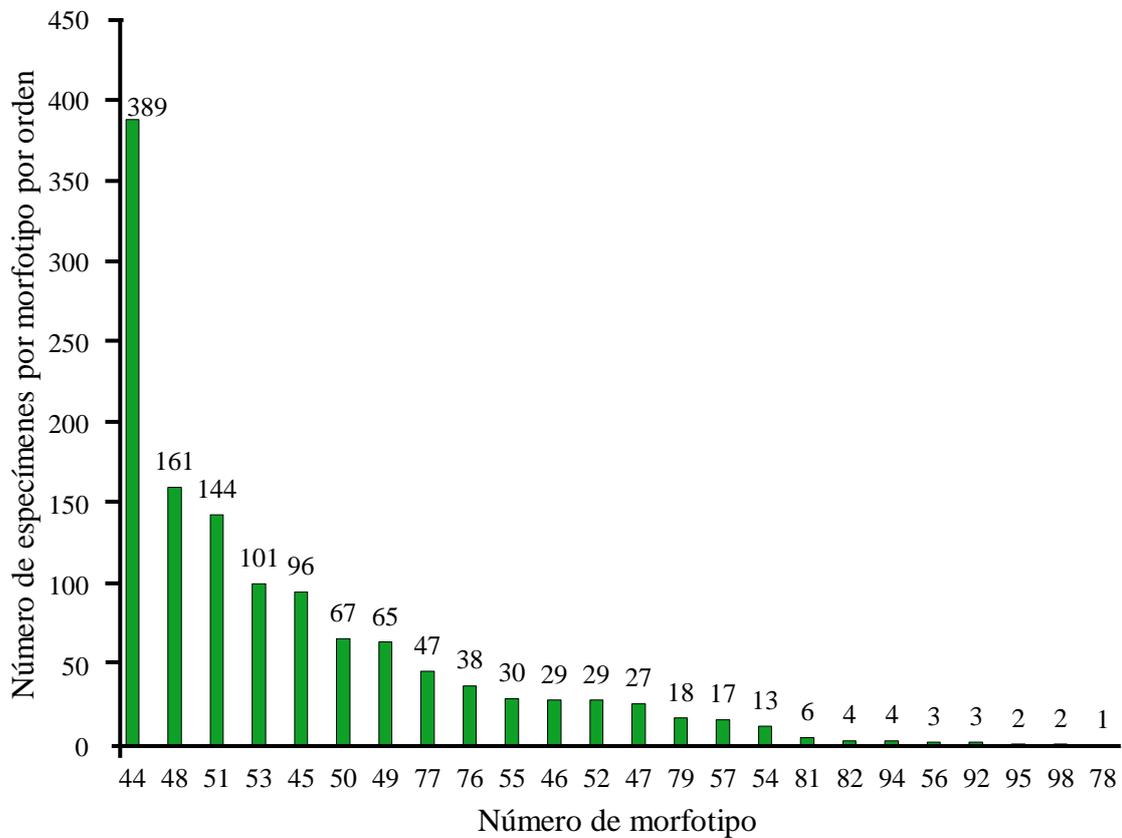


Figura 55. Número de insectos por morfotipo correspondiente al orden Hemiptera

En esta figura los órdenes más sobresalientes fueron el 44,48, 51 y 53 con poblaciones que van desde 389 a 101 especímenes. Los morfotipos que representaron las poblaciones más bajas fueron 78, 95 y 98 con dos y un insecto. En la Figura 56 se observa los morfotipos correspondientes al orden Hemiptera.



Morfotipo 44



Morfotipo 45



Morfotipo 46



Morfotipo 47



Morfotipo 48



Morfotipo 49



Morfotipo 50



Morfotipo 51



Morfotipo 52



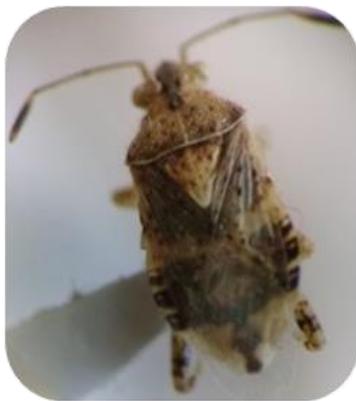
Morfotipo 53



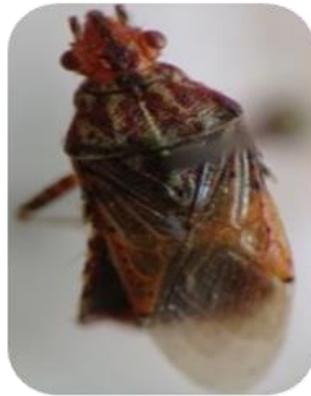
Morfotipo 54



Morfotipo 55



Morfotipo 56



Morfotipo 57



Morfotipo 76



Morfotipo 77



Morfotipo 78



Morfotipo 79



Morfotipo 81



Morfotipo 82



Morfotipo 92



Morfotipo 94



Morfotipo 95



Morfotipo 98

*Figura 56.* Insectos correspondientes a los morfotipos del orden Hemiptera

#### **4.3.4 Población de insectos por morfotipo de orden Coleopteros.**

En la Figura 57 se aprecia la población de coleopteros con un total de 13 morfotipos. En la cual se destacó el morfotipo 31 con 66 especímenes, 27 con 46 especímenes, 29 con 22 especímenes.

Por otra parte, también estuvieron los morfotipos con poblaciones que tan solo poseen un insecto ellos son 64, 66 y 100. La Figura 58 presenta los morfotipos del orden Coleoptera.

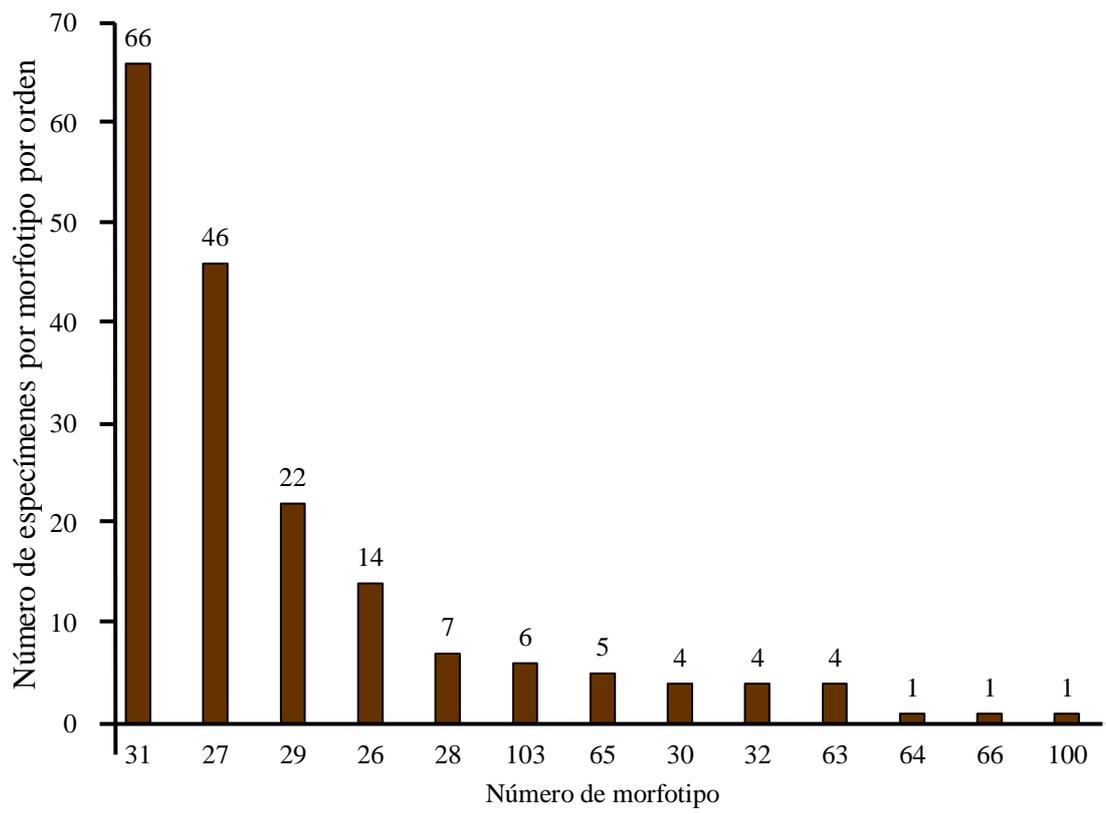


Figura 57. Número de insectos por morfotipo correspondiente al orden Coleoptera



Morfotipo 26



Morfotipo 27



Morfotipo 28



Figura 58. Insectos correspondientes a los morfotipos del orden Coleoptera

#### 4.3.5 Población de insectos por morfotipo de órdenes Lepidoptera, Neuroptera, Orthoptera.

Por último, tenemos a los órdenes Lepidoptera, Neuroptera y Orthoptera que presentaron poblaciones muy bajas de especímenes por morfotipo (Figura 59).

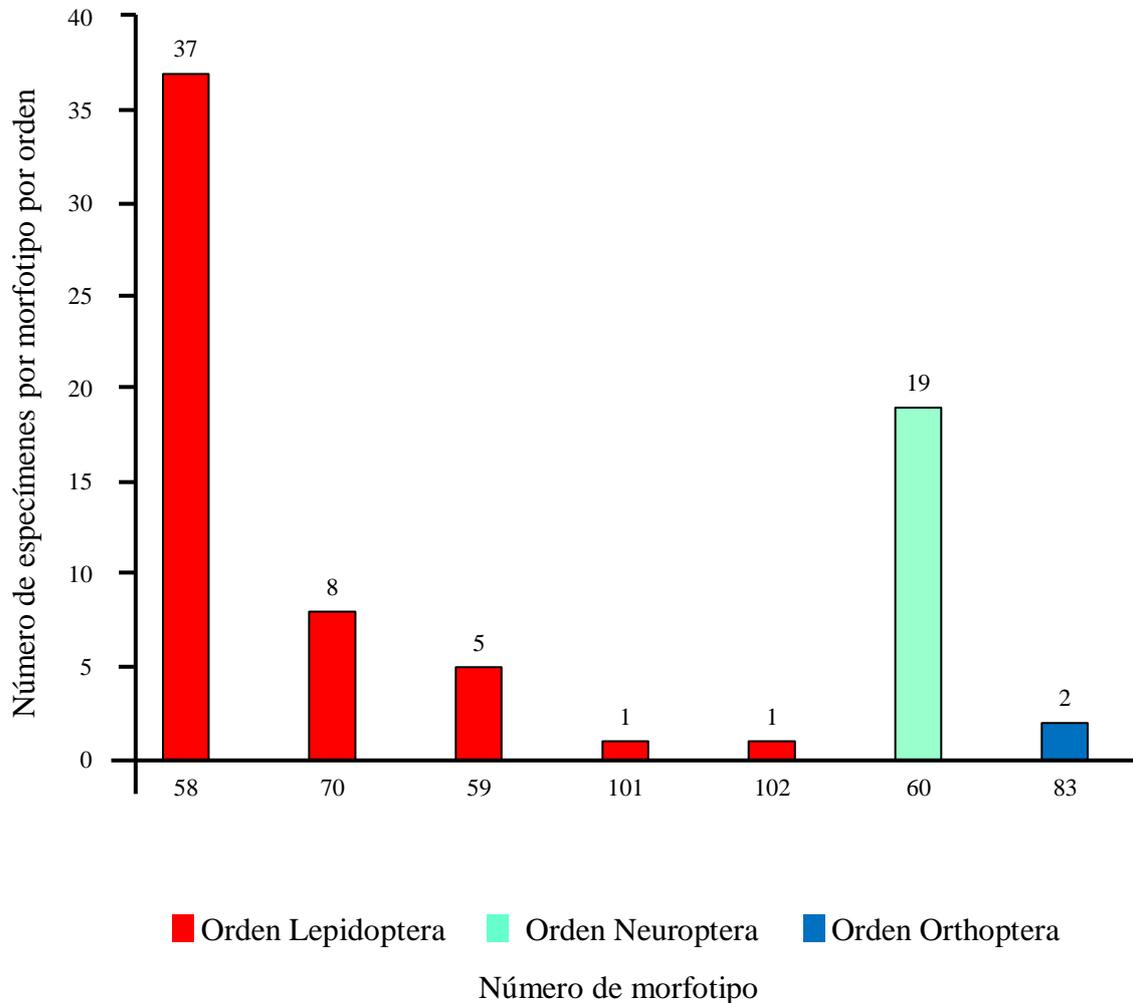


Figura 59. Número de insectos por morfotipo correspondiente a los órdenes Lepidoptera, Neuroptera y Orthoptera

Neuropteros y Orthopteros poseen solo un morfotipo (Figura 60). Para el orden Lepidoptera se observa la población más alta con 37 especímenes que corresponde al morfotipo 58 y la población más baja está dada por el morfotipo 102 con un insecto (Figura 61).



Orden Neuroptera- Morfotipo 60



Orden Orthoptera- Morfotipo 83

*Figura 60.* Insectos correspondientes a los morfotipos de los órdenes Neuroptera y Orthoptera



Morfotipo 58



Morfotipo 59



Morfotipo 70



Morfotipo 101



Morfotipo 102

*Figura 61.* Insectos correspondientes a los morfotipos del orden Lepidoptera

Para finalizar el análisis de población de insectos por morfotipo es meritorio aclarar que el orden con más diversidad de morfotipos fue el Diptera es así que Aguilar (1965) menciona, que dicho orden representado por la mosca es el segundo agente polinizador más activo por detrás de las abejas, en estos casos a las flores polinizadas se las conoce como miófilas y son de carácter heterogéneo; las preferencias de los dípteros son claras: flores chicas, de color púrpura, blanco y verde, libres de néctar e inoloras, también pueden contar con un fuerte olor cadavérico y putrefacto y ser del interés de las moscas necrófagas, estas características se pudieron observar en las arvenses estudiadas como por ejemplo *P. hysterothorus*, *A. arborescens*, *B. latifolia*, *C. elegans*, que posee flores pequeñas, con olor fuerte y de color blanco, *V. litoralis* por su parte tiene flores de color lila pequeñas, *D. ambrosoides* y *A. quitensis* por otro lado poseen flores de color verde pequeñas y de olor fuerte desagradable; las moscas visitan habitualmente estas flores para alimentarse de néctar, polen, o de ambos recursos, pero también en busca de individuos del sexo opuesto, para oviponer, o para elevar la temperatura corporal (Claps, Debandi y Roig, 2008).

El orden Diptera es uno de los más ricos, con mayor variedad morfológica y ecológica, sobresalen como insectos importantes en la polinización de especies cultivadas y de especies de difícil polinización manual, además cumplen con diversas funciones. A parte de polinizadores, son depredadores, parasitoides y fitófagos funciones importantes para el mantenimiento y equilibrio de los ecosistemas (Delgado y Sáenz, 2011).

Como ya se mencionó anteriormente los Dipteros son un grupo muy amplio de insectos polinizadores; sin embargo, los insectos del orden Hemipteros también cumplen con un rol interesante dentro de los ecosistemas, la mayoría de estos individuos son terrestres, aunque existen muchas especies acuáticas. Los especímenes terrestres son fitófagos y se alimentan de la sabia de las plantas, son depredadores y son muy importantes como agentes de control natural en el manejo de plagas (Araica y Ruiz, 2005).

#### **4.4 Número de morfotipos de insectos según planta arvense**

En la Figura 62, se puede apreciar que las plantas arvenses que poseen mayor población de morfotipos son *F. limensis* con 63 morfotipos, independientemente de la cantidad de especímenes; inmersos en esa población los morfotipos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 77, 88, 89. *S. rhombifolia*, también es una de las arvenses con un alto número de morfotipos con un total de 43 distribuidos en los morfotipos 1, 5, 6, 8, 10, 14, 16, 18, 24, 26, 27, 29, 31, 33, 34, 36, 37, 38, 42, 43, 44, 46, 50, 51, 53, 58, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76; después está *S. nigrescens* con 32 morfotipos estos son 1, 8, 10, 11, 14, 16, 17, 18, 24, 26, 27, 29, 31, 35, 37, 41, 48, 49, 50, 54, 58, 60, 71, 72, 74, 76, 77, 78, 79, 90, 91, 92.

A continuación esta *P. hysterothorus* que está dentro de las plantas con mayor población de morfotipos encontrando 31 distribuidos en los morfotipos 1, 5, 9, 10, 14, 17, 18, 19, 23, 29, 31, 33, 41, 42, 45, 51, 52, 53, 58, 60, 63, 71, 74, 75, 76, 82, 93, 94, 95, 103, 104.

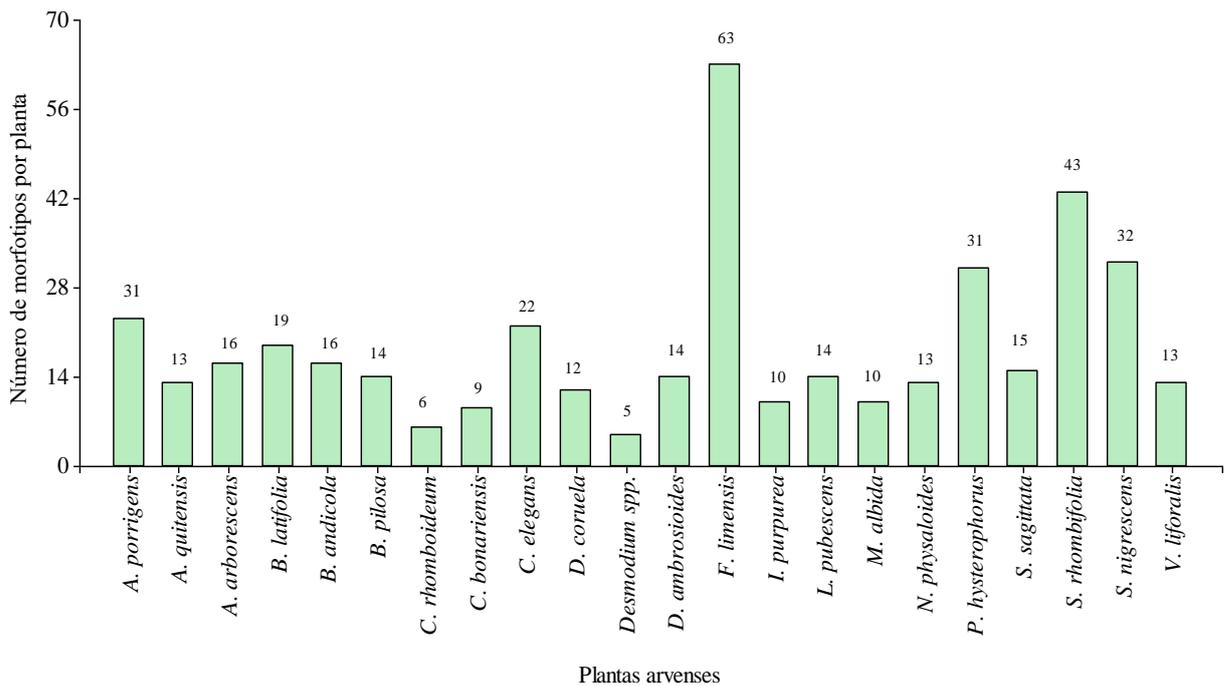


Figura 62. Cantidad de morfotipos de insectos encontrados en las diferentes plantas arvenses

Por último esta *A. porrigens* que posee 31 morfotipos distribuidos de la siguiente manera 8, 15, 18, 23, 30, 31, 33, 37, 44, 50, 51, 55, 58, 59, 60, 61, 62, 67, 68, 72, 74, 82, 83. Por otro lado, se pudo observar las arvenses con un número muy bajo de morfotipos en este grupo están inmersas las plantas *Desmodium spp.* con cinco morfotipos (33, 58, 92, 44, 20); *C. rhomboideum*, con seis morfotipos (74, 8, 1, 27, 53, 50); *C. bonariensis*, con nueve morfotipos (79, 2, 4, 53, 44, 77, 51, 26, 37); *I. purpurea* (15, 1, 21, 10, 18, 68, 41, 55, 49, 48) y *M. albida* (54, 31, 100, 28, 41, 37, 68, 20, 18, 47) con 10 morfotipos cada una.

Antes se menciona a las plantas arvenses que poseen mayor número de morfotipos por metro cuadrado, todas poseen importancia dentro de los ecosistemas y también de algunas de ellas se ha hablado anteriormente, es meritorio aclarar que en esta investigación se considero que *F. limensis* es una de arvenses más importantes, debido a la particularidad de sus características y al comportamiento en función de los insectos, esta fue una de las que más diversidad de morfotipos obtuvo, es importante mencionar que a pesar de esta particularidad no fue la planta con mayor población de insectos por metro cuadrado.

Gimeno (2000) menciona que *F. limensis* es una planta herbácea de flores grandes y vistosas tienen un cáliz de cinco piezas unidas, con tres hojas en la base que constituye el cálculo. La corola está formada por cinco pétalos que llevan una escaldadura central, de color fucsia, azul violáceo, etc., y surcado por tres franjas longitudinales más oscuras. Los estambres se unen formando un tubo que cubre el ovario, las flores contienen mucílagos y antocianinas, las hojas solo mucílagos, lo que las hace atractivas para insectos polinizadores (Chiclana, Enrique y Consolini, 2009).

Esta planta tiene la particularidad de florecer durante todo el año, sus flores vistosas se prolongan durante un largo tiempo. En cuanto a las flores son abundantes, ricas en polen y néctar, persisten los frutos, el denso follaje, el tamaño y color de las hojas, el porte arbóreo entre otras características hace de esta planta el lugar perfecto para albergarse un sin número de insectos entre polinizadores y controladores biológicos (Santamaría, 2013).

#### **4.5 Índice de diversidad – Shannon Winner**

##### **4.5.1 Morfotipos.**

La siguiente tabla 5, presenta los valores del Índice de Diversidad de Shannon para los diferentes morfotipos, en donde se indica los insectos que estuvieron presentes en la mayoría de plantas arvenses. El valor del Índice de Diversidad de Shannon para insectos en los diferentes órdenes, se interpretó de la siguiente manera valores inferiores a 1.5 se consideran como diversidad baja, los valores entre 1.6 y tres se consideran como diversidad media y los valores iguales o superiores a 3.1 se consideran como diversidad alta (Zamora, 2015).

En esta investigación se pudo apreciar diversidad alta en los morfotipos 74 encontrado en las arvenses *A. porrigens*, *A. quitensis*, *B. latifolia*, *B. andicola*, *C. rhomboideum*, *C. elegans*, *P. hysterothorus*, *S. rhombifolia*, *S. nigrescens*, *V. litoralis*; morfotipo 18 distribuido en las plantas *A. porrigens*, *A. quitensis*, *A. arborescens*, *B. latifolia*, *B. pilosa*, *C. elegans*, *F. limensis*, *I. purpurea*, *L. pubescens*, *M. albida*, *P. hysterothorus*, *S. rhombifolia*, *S. nigrescens*, *V. litoralis*.

Morfotipo 31 en las arvenses *A. porrigens*, *B. latifolia*, *B. andicola*, *B. pilosa*, *D. coruela*, *D. ambrosioides*, *F. limensis*, *L. pubescens*, *M. albida*, *P. hysterothorus*, *S. sagittata*, *S. rhombifolia*, *S. nigrescens* y morfotipo 58 distribuido en las arvenses *A. porrigens*, *A. arborescens*, *B. latifolia*, *B. andicola*, *B. pilosa*, *C. elegans*, *D. coruela*, *Desmodium* spp, *D. ambrosioides*, *F. limensis*, *P. hysterothorus*, *S. sagittata*, *S. rhombifolia*, *S. nigrescens* y *V. litoralis*. Estos morfotipos antes descritos corresponden a los órdenes Himenoptera, Diptera, Coleoptera y Lepidoptera respectivamente.

Una vez más los índices de diversidad muestran que los órdenes de insectos más importantes fueron los de los órdenes Himenopteros en primer lugar, recalcando la importancia de los polinizadores en función de los ecosistemas y como las plantas arvenses alojan a un sin número de insectos de este y otros órdenes.

en segunda instancia se tiene a los del orden Diptera, que como se mencionó anteriormente son los segundos polinizadores más importantes a nivel mundial, en tercer lugar, se tiene a los Coleopteros considerados los polinizadores más antiguos y para finalizar, no menos importante están los insectos del orden Lepidoptera tradicionalmente polinizadores por excelencia.

Tabla 5.

*Índice de Shannon Winner, presente en morfotipos de los especímenes evaluados*

Morfotipo	Índice de Shannon-Winner	Foto	Orden
74	3.00		Himenoptera
18	3.26		Diptera
31	3.34		Coleoptera
58	3.49		Lepidoptera

#### 4.5.2 Plantas arvenses.

La Tabla 6, detalla las plantas arvenses con índices de biodiversidad alta. Cabe mencionar que de las 22 plantas en estudio 11 de ellas poseen valores altos de visitantes insectiles con lo cual se puede deducir que estas plantas son parte importante del ecosistema y ayudan a diversificar el área de estudio convirtiéndola en una zona mega diversa, encontrando valores entre 4.95 representado por la arvense *F. limensis* hasta los 3.07 correspondiente al valor de *D. coerulea*.

Tabla 6.

*Índice de Shannon Winner, presente en arvenses nativas que se estudiaron*

Planta Arvense (Nombre científico)	Índice de Shannon-Winner	Foto	Nombre común
<i>Fuertesimalva limensis</i> (L.) Fryxell.	4.95		Malva
<i>Solanum nigrescens</i> M.Martens & Galeotti	4.34		Hierba mora

Planta Arvense (Nombre científico)	Índice de Shannon-Winner	Foto	Nombre común
<i>Parthenium hysterophorus</i> L.	4.22		Granillo
<i>Alternanthera porrigens</i> (Jacq.) Kunth	4.07		Moradilla
<i>Bacharis latifolia</i> (R&P) Pers.	3.85		Chilca

Planta Arvensis (Nombre científico)	Índice de Shannon-Winner	Foto	Nombre común
<i>Salvia sagittata</i> Ruiz & Pav.	3.51		Matico
<i>Amaranthus</i> Kunth.	<i>quitensis</i> 3.37		Yuyo colorado
<i>Lupinus pubescens</i> L.	3.33		Chocho

Planta Arvenses (Nombre científico)	Índice de Shannon-Winner	Foto	Nombre común
<i>Dysphania ambrosioides</i> L.	3.26		Paico
<i>Dalea coerulea</i> (L.f.) Schinz y Thell	3.07		Iso

En el índice para plantas contrastamos los resultados obtenidos en variables antes citadas y la importancia de estas como hospederas de insectos polinizadores o de controladores biológicos, sin lugar a duda las características que poseen estas plantas las han convertido en sitios de nidificación, ofertando a los visitantes néctar y polen. Es meritorio recalcar como el color de las flores de las diferentes arvenses influyen de una u otra manera en la visita de los insectos de cada uno de los órdenes ya sean estos del orden Himenoptera, Coleoptera, Diptera, Lepidoptera, el trabajo realizado demuestra que estas plantas arvenses deberían ser incluidas en sistemas agrícolas porque muestran ser hospederas de insectos beneficios adema de mejorar las características del suelo.

#### **4.6 Color de las flores de las plantas arvenses y su influencia con la población de insectos**

La Figura 63 expresa los colores de las flores de las plantas arvenses en estudio, mostrando ocho colores: amarillo, azul violáceo, blanco, fucsia, lila, purpura, verde y verde amarillento.

Los colores que se destacan fuerón: fucsia con 1163 insectos, presentes en *F. limensis*, encontrando insectos de los ordenes Diptera, Hemiptera, Himenoptera, Lepidoptera, Coleoptera y Neuroptera; seguido del color blanco con 999 insectos que se lo puede apreciar en las flores de *B. latifolia*, *B. pilosa*, *C. bonariensis*, *C. elegans*, *P. hysterothorus*, *S.*

*sagittata* y *S. nigrescens*, representando a un buen número de plantas arvenses distribuidos en los órdenes Diptera, Hemiptera, Himenoptera, Lepidoptera, Coleoptera y Neuroptera.

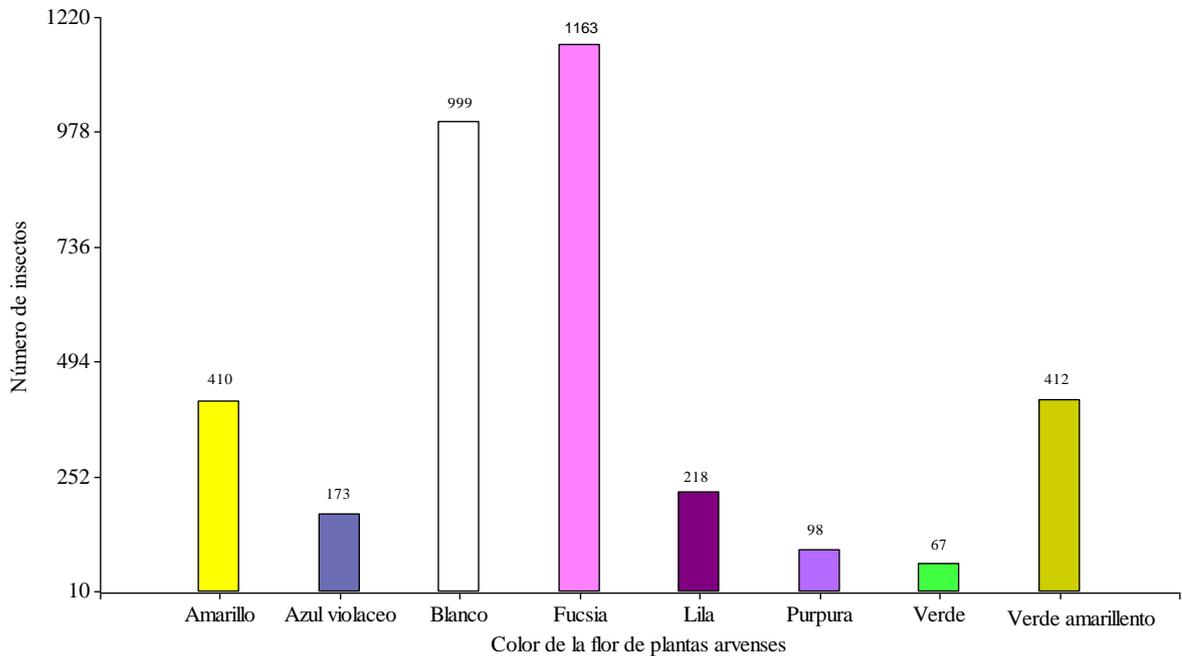


Figura 63. Número de insectos por color de flor de la planta arvense

El color verde amarillento observado en las flores de las arvenses *A. quitensis* y *A. arborescens*, con 412 insectos de los órdenes Diptera, Hemiptera, Himenoptera, Lepidoptera, Coleoptera y Neuroptera. Para finalizar el color amarillo mostró una población de 410 insectos por debajo de los colores antes mencionados en el que se observó presencia de los órdenes Diptera, Hemiptera, Himenoptera, Lepidoptera y Coleoptera en las arvenses *B. andicola*, *C. rhomboideum* y *S. rhombifolia*.

Gallardo (2012) menciona que las flores presentan varios atributos, morfológicos y de funcionamiento como: el color, la forma de la corola, el tamaño, la presencia de néctar, polen, fragancias y aceites, la longevidad, el horario de apertura y cierre, la época en que florecen, el despliegue floral, entre otras son cualidades que influyen en el comportamiento de los visitantes florales; todas estos atributos en esta investigación no fueron evaluados directamente pero si observados en campo, afectando directa o indirectamente en la población de los insectos.

Narbona, Buide, Casimiro y Valle (2014) hacen mención a que el signo floral más importante en los sistemas de polinización es el visual, por ende, las flores de colores intensos son las que llaman la atención de animales que gozan de visión a color. Mena et al. (2016) hacen énfasis en que el color es el resultado de la reflexión y absorción de varios rangos de espectro lumínico, incluida la radiación ultravioleta, así pues los insectos responden a un intervalo de longitudes de onda que se extiende desde cerca de la luz ultravioleta (300-400 nm) hasta el color naranja (un máximo de 600-650 nm), en los ojos compuestos de los himenópteros, lepidópteros y ortópteros pueden encontrarse hasta siete o nueve tipos de fotorreceptores, siendo esta la respuesta al porqué se pudo encontrar una

población alta de insectos en las diferentes plantas arvenses nativas evaluadas. Estos autores concluyen que los colores amarillo, azul, azul-verdoso, morado, o aquellos que reflejan o absorben grandes cantidades de luz ultravioleta son especialmente atractivos para los insectos, todos estos colores estuvieron presentes en las arvenses en estudio (Chittka y Menzel, 1992). Con la información antes mencionada se puede acotar que en esta investigación se observó que los colores predominantes fueron fucsia, blanco, amarillo y verde amarillento que cumplen con las características que los órdenes de insectos polinizadores más conocidos requieren.

A continuación, se presentan las preferencias florales para los órdenes que se estudiaron y que en realidad concuerda con lo que diferentes autores mencionan.

Por ejemplo los himenopteros perciben longitudes de onda de 300 a 650 nm, acompañadas de reflexiones ultravioleta, excepto las que son solo rojas, prefieren flores con forma de garganta, labio, cepillo, campana o con forma de tubo delgado que se extiende a una superficie plana; el néctar en estas flores se encuentra escondido a unos 15 mm en tubos; entre los colores florales que prefieren están el amarillo, azul, blanco, marrón, blanco, verde, violeta y que además poseen guías florales; aromas agradables pueden ser perfumados, dulces, suaves o frescos (Mena, et al., 2016).

El orden Coleoptera por su parte prefiere flores relativamente grandes, robustas, abiertas, con forma de disco o de cuenco que le facilita el acceso al néctar; de colores blanco, crema, verdosos, amarillo, marrón, rojo; en cuanto a aromas se sienten atraídos por olores afrutados o putrefactos (Espin, Baños y Cuevas, 2012).

Núñez y Carreño (2016) enfatizan, que el espectro visual que pueden detectar los lepidópteros es muy amplio e incluye longitudes de onda desde 300 a 700 nm (desde el UV hasta el rojo), dependiendo de los grupos concretos; las mariposas diurnas prefieren las flores púrpuras, azuladas, amarillas, escasamente de color blanco (frecuentemente con guías florales), en forma de tubo delgado que se extienda una superficie plana, el néctar se encuentra escondido en estas flores a unos 40 mm de profundidad, aromas agradables no muy intensos (Díez, 2008).

Para finalizar los insectos del orden Diptera prefieren flores pequeñas, con forma de disco o de cuenco, con el néctar fácilmente accesible y flores de colores blanco mate, amarillo-verdoso, marrón rojizo; aromas a carroña o afrutado como el limón (Prado, García y Sastre, 2018).

Es necesario mencionar que el tamaño y forma de las flores juegan un papel importante en la polinización; los insectos prefieren flores grandes, planas, amplias que proporcionan mayor área de atracción y superficie de aterrizaje; por otro lado, están las flores tubulares que podrían indicar mayores recompensas ya sea de néctar, polen o en su defecto refugio; García (2013), hace referencia que el tamaño de la flor es directamente proporcional al tamaño del polinizador y a la recompensa de néctar (Díez, 2008).

Arroyo (1988) menciona que los insectos también se ven atraídos por las esencias y aceites que las planta emiten; los insectos dependen de estos compuestos volátiles para

cumplir con funciones vitales tales como: alimentación, apareamiento, ovoposición, defensa y descanso, los mismos que son controlados por signos químicos en forma de compuestos orgánicos, esta particularidad se pudo observar en las arvenses *D. ambrosoides*, *P. hysterophorus*, *A. arborescens*, *B. latifolia*, alojando a poblaciones altas de insectos de los diferentes órdenes evaluados. La razón por la cual los insectos son sensibles a las moléculas de las esencias florales; las mismas que ayudan al polinizador a localizar a una flor en particular para obtener recompensas. Existen sustancias engañosas en las flores como las que imitan los olores de materia orgánica en descomposición o el olor de feromonas específicas (Vila, 2005).

# CAPÍTULO V

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Conclusiones

- Como resultado de esta investigación se determinaron artrópodos de los principales órdenes de polinizadores, así pues, Himenopteros, Dípteros, Hemipteros, Coleopteros y Lepidopteros; siendo el orden Himenoptera el que se destacó en los muestreos realizados seguido del orden Díptera
- Además, se determinaron 104 morfotipos de insectos en las colectadas realizadas a las 22 plantas arvenses, encontrando índices de biodiversidad que van desde 3 a 3.49 lo que expresa diversidad alta, distribuidos en los órdenes Himenoptera, Díptera, Coleoptera y Lepidoptera. Hay que mencionar que los morfotipos con mayor diversidad fueron 74, 18, 31 y 58, esto hace referencia a que se los encontró distribuidos en la totalidad de plantas arvenses.
- Las arvenses *D. coerulea* (Iso), *D. ambrosioides* (Paico), *P. hysterophorus* (Granillo) y *S. nigrescens* (Hierba mora) representan las plantas con mayor población de insectos por metro cuadrado, además poseen índices de biodiversidad altos 3.07, 3.26, 4.22 y 4.34 respectivamente estas plantas demuestran ser hospederas de insectos benéficos ya que brindan alimento y refugio a estos.
- *F. limensis* (Malva) es otra planta importante dentro de esta investigación ya que, gracias al color fucsia de la flor, atrajo una población alta de insectos y además posee el valor de biodiversidad más alto con 4.95 y de morfotipos con 63 especímenes en total.

### 5.2 Recomendaciones

- La investigación debería llevarse a cabo por lo menos durante dos años consecutivos para evidenciar época seca y lluviosa, en donde se tomen en cuenta condiciones ambientales tales como: temperatura, pluviosidad, humedad, etc.
- Establecer mezclas específicas de cultivos y plantas arvenses para diseños de sistemas agrícolas.
- Realizar un estudio que permita la observación de visitas florales por parte de los insectos, para establecer cuál de ellos son polinizadores eficientes y cuáles cumplen con otras funciones.
- Instalar trampas para polinizadores, en las cuales se evaluaría la carga polínica de cada uno de los insectos.
- Hacer analices fitoquímicos para algunas de las plantas en estudios ya que en la literatura se encontró que emiten sustancias tóxicas mediante la raíz.

## 6. BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Águila, B., Meneses, R., González, L., Madrigal, E., & Fernández, D. (2000). Extracto acuoso de escoba amarga, estudio preliminar de sus propiedades. *Revista Cubana de plantas medicinales*, 5(3), 34-44.
- Aguilar, F. N. (2010). La disminución de polinizadores a nivel mundial y las acciones que pueden emprender los sectores público y privado para remediarlo. *Cegesti*, 2(150), 150-160.
- Aguilar, P. (1965). Algunas consideraciones sobre los insectos polinizadores en los alrededores de Lima. *Revista Peruana de Entomología*, 8(1), 138-145.
- Alarcón, L., Torres, G., & Austin, D. (2016). Sinopsis de *Ipomoea* L. y *Merremia* Dennst. Ex Endl. (Convolvulaceae) en el norte del Perú (Lambayeque y territorios adyacentes). *Acta Botánica Malacitana*, 41(1), 101-120.
- Albino, C., Cervantes, H., López, M., Ríos, L., & Lira, R. (2011). Diversity and ethnobotanical facts of the weeds from Tehuacan–Cuicatlán Valley: San Rafael, Coxcatlán Municipality, Puebla. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82(3), 1005-1019.
- Alcántar, J., Carranza, E., Cuevas, G., & Cuevas, E. (2012). Distribución geográfica y ecológica de *Ipomoea* (Convolvulaceae) en el estado de Michoacán, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 83(1), 731-741.
- Altamirano, I. (2015). Evaluación de la actividad antioxidante de cuatro especies del género *Croton*. Universidad Central del Ecuador, Ecuador-Quito.
- Altieri, M., & Nicholls, C. (2009). *Biodiversity and pest management in agroecosystems*, Haworth Press. New York: Icaria Editorial.
- Altisent, J. D. (2011). *Importancia económica de la polinización en la Agricultura*. Antequera: Publicaciones Colombia.
- Alvarez, M. G. (1991). Estudio taxonómico y del tejido epidérmico de la hoja de la Familia Amaranthaceae en el Estado de Nuevo León, México. *Universidad Autonoma de Nuevo León*.
- Andrade, G., Henao, E., & Triviño, P. (2013). Técnicas y procesamiento para la recolección, preservación y montaje de mariposas en estudio de biodiversidad y

- conservación. (Lepidoptera: hesperoidea-papilionoidea). *Rev. acad. colomb. cienc*, 311-325.
- Aquino, D., Gallardo, F., & Margaría, C. (2008). Sistemática de parasitoides del orden Hymenoptera. *Serie Parasítica*, 67(9), 36-59.
- Araica, R., & Ruiz, E. (2005). Determinación de insectos y patógenos en la reserva natural Meseta Tisey-Estanzuela, Estelí (Tesis de diplomado). Universidad Nacional Agraria, Estelí, Nicaragua.
- Arango, A., & González, J. (1994). Flavanonas preniladas de *Dalea coerulea*. *Revista Colombiana de Química*, 23(2), 1-7.
- Arroyo, J. (1988). Atributos florales y fenología de la floración en matorrales del Sur de España. *Lagascalia*, 15(1), 43-78.
- Arroyo, K., Armesto, J., & Primack, R. (1983). Altitudinal and latitudinal trends in pollination mechanisms in the Andean Zone of the Temperate Andes of South America. *Revista Chilena de Historia Natural*, 56(1), 159-180.
- Ávalos, O., Hernández, V., & Trujano, M. (2009). Moscas, mosquitos, zancudos y jejenes (Diptera). *Biodiversidad Mexicana*, 13(4), 83-95.
- Bàcama, E. (2015). Monitoreo de insectos polinizadores en Palma Africana durante la época lluviosa; Coatepeque, Quetzaltenango (tesis de grado). *Universidad Rafael Landívar*. Coatepeque, Guatemala.
- Balzan, M., Bocci, G., & Moonen, A. (2014). Augmenting flower trait diversity in wildflower strips to optimise the conservation of arthropod functional groups for multiple agroecosystem services. *Journal of insect Conservation*, 18(1), 713-728.
- Barro, E. G., Romo, H., Monteys, V. S., Munguira, M., Baixeras, J., Moreno, A. V., & García, J. L. (2015). Orden Lepidoptera. *IDE@ - SEA*, 13(65), 1-21.
- Baudilio, J. (2009). La subfamilia Malvoideae (Malvaceae s.l.) en el occidente del estado Sucre, Venezuela. *Revista UDO Agrícola*, 9(3), 599-621.
- Blanco, Y. (2016). El rol de las arvenses como componente en la biodiversidad de los agroecosistemas. *Cultivos Tropicales*, 37(4), 34-56.

- Blanco, Y., & Leyva, Á. (2007). Las arvenses en el agroecosistema y sus beneficios agroecológicos como hospedras de enemigos naturales. *Cultivos Tropicales*, 28(2), 21-28.
- Brenes, S., & Agüero, R. (2007). Reconocimiento taxonómico de arvenses y descripción de su manejo, en cuatro fincas productoras de Piña (*Ananas comosus* L.) en Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*, 18(2), 239-246.
- Budeguer, C., Ponessa, G., Arce, O., & Ruiz, A. (2012). Morfología y anatomía foliar de *Dysphania ambrosioides* (Chenopodiaceae) en la provincia de Tucumán. *Revta. Agron. N. O. Argent*, 32(1-2), 9-15.
- Calero, H. M. (2014). Mariposas diurnas y nocturnas (Lepidoptera: Papilionoidea, Saturniidae, Sphingidae) del Parque Nacional Natural Gorgona, Pacífico Colombiano. *Biología Tropical*, 62(1), 317-328.
- Campo, A. M., & Duval, V. S. (2014). Diversidad y valor de importancia para la conservación de la vegetación natural. Parque Nacional Lihué Calel (Argentina). *Anales de Geografía*, 34(2), 25-42.
- Cárdenas, J. (2009). *Malezas de la Sierra*. Quito- Ecuador: Ediciones Fitosanitarias.
- Carmona G, V. D., & Carmona, T. V. (2013). La diversidad de los análisis de diversidad. *Biology Faculty Works*, 14(2), 20-28.
- Carmona, V. (2013). La diversidad de los análisis de diversidad. *Bioma*, 2(14), 20-28.
- Carrillo, M. M., & Alfonso, P. (2003). Especies de malezas más importantes en siembras hortícolas del Valle de Quíbor, Estado Lara, Venezuela. *Bioagro*, 15(2), 91-96.
- Cava, M. B., Corronca, J. A., & Echeverría, A. J. (2013). Diversidad alfa y beta de los artrópodos en diferentes ambientes del Parque Nacional Los Cardones, Salta (Argentina). *Rev. Biol. Trop*, 61(4), 1785-1798.
- Chacoff, N., & Monmany, C. (2009). El caso del *Citrus paradisi* (Pomelo). En N. Chacoff, & C. Monmany, *Interacciones planta-insecto y sus implicancias para los sistemas agrícolas en el pedemonte del Alto Bermejo*. (págs. 1-21). Mendoza: San Juan.

- Chang, L., Rosabal, Y., & Morales, J. (2013). Composición fitoquímica de los tallos y hojas de la especie *Solanum nigrum* L. que crece en Cuba. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 18(1), 10-16.
- Chiclana, C., Enrique, A., & Consolini, A. (2009). Actividad antiinflamatoria local de *Malva sylvestris* L. (Malvaceae) en el edema inducido por carragenina en ratas. *Latin American Journal of Pharmacy*, 28(2), 275-278.
- Chittka, L., & Menzel, R. (1992). The evolutionary adaptation of flower colors and the insect pollinators color vision. *Journal of Comparative Physiology A*, 171(1), 171-181.
- Claps, L., Debandi, G., & Roig, S. (2008). Insectos polinizadores: diversidad global e importancia local de la polinización entomófila. *Biodiversidad de Artrópodos Argentinos*, 2(1), 53-61.
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). *Constitución de la República del Ecuador Asamblea Constituyente*.
- Delgado, C., & Sáenz, A. (2011). Dípteros (Insecta: Diptera) asociados a sistemas productivos del Quindío y Valle del Cauca ( Colombia). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.)*, 48(1), 425-430.
- Díez, C. (2008). Sistemas de polinización en bosques tropicales. *Ecología Forestal*, 24(4), 1-12.
- Escobar, L. (2017). Estudio in vitro del efecto inhibitorio del extracto de hierba mora (*Solanum Nigrum*) sobre el *Streptococcus Mutans*. Universidad Central del Ecuador, Quito- Ecuador.
- Espin, J., Baños, Y., & Cuevas, E. (2012). Biología reproductiva y visitantes florales de dos especies de *Salvia* con síndrome de polinización por aves y abejas. *Ciencia Nicolaita*, 1(55), 52-60.
- Esquivel, H. E. (2015). Claves de las especies arvenses de la familia Compositae en la zona central andina de Colombia. *Rev.Asoc.Col.Cienc.(Col)*, 27(1), 61-71.
- Fernández, F., & Sharkey, M. (2006). *Biología y diversidad de Hymenoptera*. Bogotá: Guadalupe Ltda., Bogotá D. C.

- Fernández, J., & Hernández, M. (2007). Catálogo de la flora vascular de la cuenca alta del río Subachoque (Cundinamarca, Colombia). *Caldasia*, 29(1), 73-104.
- Fernández, S., & Pujade, J. (2015). Orden Hymenoptera. *Ibero Diversidad Entomológica*, 1(59), 1-36.
- Ferrer, P., Ferrando, I., & Laguna, E. (2016). Sobre la presencia de *Abutilon arboreum* (L.f.) sweet (Malvaceae) en la flora Valenciana. *Flora Montiberica*, 63(5), 82-85.
- Figuroa, J. (2007). "Técnicas de colecta y preservación de Insectos". *Biología*, 116(2), 1-18.
- Fohouo, F.-N. T., Pando, J. B., & Tamesse, J. L. (2014). Pollination efficiency of *Xylocopa olivacea* (Hymenoptera: Apidae) on *Cajanus cajan* (Fabaceae) flowers at Yaounde', Cameroon. *Revista Internacional de Ciencia de Insectos Tropicales*, 34(02), 138-148.
- Forcella, F., & Lindstrom, M. J. (1988). Weed seed populations in ridge and conventional tillage. *Weed Science*, 36(4), 500-503.
- Fryxell, P. (2008). Malvaceae of Mexico. *Syst.Bot.Monogr*, 25(1), 15-22.
- Galetto, L., Aguilar, R., Musicante, M., Astegiano, J., Ferreras, A., Jausoro, M., . . . Eynard, C. (2007). Fragmentación de hábitat, riqueza de polinizadores, polinización y reproducción de plantas nativas en el Bosque Chaqueño de Córdoba, Argentina. *Ecología Austral*, 17(1), 67-80.
- Gallardo, S. (2012). Flores y polinizadores una asociación fructífera. *Ecología*, 89(4), 10-13.
- Gaona, G., Ruiz, E., Myartseva, S., Trjapitzin, V., Coronado, J., & Mora, A. (2006). Himenópteros parasitoides (Chalcidoidea) de Coccoidea (Homoptera) en CD.Victoria, Tamaulipas, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 22(1), 9-16.
- Gaona, O. C., & Moreno, H. C. (2003). *Principales arvenses asociadas al cultivo de fréjol en la Región Andina*. San Roque, Antioquia, Colombia: Impresos Begón Ltda.
- García, C., Sánchez, A., & Villaseñor, J. L. (2014). La familia Asteraceae en el parque nacional Los Mármoles, Hidalgo, México. *Acta Botánica Mexicana*, 1(106), 97-116.

- García, D. (2011). Evaluación de malezas usadas como forraje en el estado de Querétaro en cuanto al contenido de fitatos, saponinas y su actividad hemolítica. Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro, México.
- Garibaldi, L., Ashworth, L., Chacoff, N., & Aizen, M. (2012). Los polinizadores en la agricultura. *Biodiversidad Mexicana*, 21(126), 35-47.
- Gavini, S., & Farji-Brener, A. G. (2015). La importancia del color: morfos florales, tasas de visita y éxito reproductivo en el arbusto *Sarothamnus scoparius*. *Ecología Austral*, 25(1), 204-2011.
- Gimeno, J. (2000). Malva (*Malva silvestris* L.). *Medicina naturista*, 1(2), 109-111.
- Godoy, M. V., & Busso, L. (2004). *Guía de consultas diversidad vegetal (UNNE), FACENA*. Obtenido de Diversidad Vegetal: <http://exa.unne.edu.ar>
- Gomero, L. (2001). Hacia la sostenibilidad de los monocultivos. *ILEIA*, 35(4), 1-19.
- Gómez, J. (2002). Generalizations in the interactions between plants and pollinators. *Revista Chilena de Historia Natural*, 75(1), 105-116.
- Gómez, J. (2008). Epazote (*Chenopodium ambrosioides*). Revisión a sus características morfológicas, actividad farmacológica, y biogénesis de su principal principio activo, ascaridol. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 7(1), 3-9.
- González, H. D., & Hernández, D. C. (2013). Riqueza de Hymenoptera. *Biodiversidad*, 63(7), 45-58.
- González, H., & Hernández, D. (2014). Riqueza de Hymenoptera. *Biodiversidad y Desarrollo Humano*, 45(3), 839-852.
- Gutiérrez, C. (2009). Signals in plant- insect interaction. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 15(1), 81-85.
- Halfpeter, G., Moreno, C., & Pined, E. (2001). Manual para evaluación de la biodiversidad en Reservas de la Biosfera. *M&T-Manuales y Tesis SEA*, 2, 80.
- He, F., & Hu, X. S. (2005). Hubbell's fundamental biodiversity parameter and the Simpson diversity index. *Ecology Letters*, 8(1), 386-390.

- Hernandez, V. (2017). Moscas y mosquitos (diptera), biodiversidad en la ciudad de México. *Sedema*, 2(1), 363-369.
- Herrera, C., Pérez, Y., Morocho, V., Armijos, C., Malagón, O., Brito, B., . . . Gilardoni, G. (2018). Estudio fitoquímico preliminar de la planta ecuatoriana *Croton elegans* Kunth (Euphorbiaceae). *Revista de la sociedad química de Chile*, 63(1), 56-64.
- Horn, M., Rodrigues, K., & Anzótegui, L. (2011). Primeras evidencias de interacción insecto-planta en el neógeno del noroeste de la Argentina. *Brasileira de Paleontología*, 14(1), 87-92.
- Jaramillo, B., Duarte, E., & Delgado, W. (2012). Bioactividad del aceite esencial de *Chenopodium ambrosioides* colombiano. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 17(1), 54-64.
- Jordano, P. (1988). Polinización y variabilidad de la producción de semillas en *Pistancia lentiscus* L. (Anacardiaceae). *Anales jardín botánico de Madrid*, 45(1), 213-231.
- Katinas, L., Gutiérrez, D., Grossi, M., & Crisci, J. (2007). Panorama de la familia Asteraceae (=Compositae) en la República Argentina. *Bol.Soc.Argent.Bot*, 42((1-2)), 113-129.
- Larios, Z. (1996). Ecología y control de la flora arvense. *Agricultura Ecológica y Desarrollo Rural*, 8(5), 51-63.
- Laurent, A. (2015). *Genera Plantarum*. Obtenido de Ecured: <https://www.ecured.cu/Solanaceae>
- Lozada, M. (2016). Estudio fitoquímico y evaluación de actividad antibacteriana sobre *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus mutans*, *Streptococcus pneumoniae*, *Streptococcus pyogenes* de extractos apolares (Cloroformo-Hexano) de *Croton elegans* KUNTH (tesis de pregrado). Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador-Quito.
- Lozano, J. C. (2006). *Entomología morfología y fisiología de los insectos*. Palmira: Edit. Acriba. Trad.
- Márquez, J. (2005). Técnicas de colecta y preservación de insectos. *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa*, 1(37), 385-408.

- Martínez, M., Bedolla, B., Cornejo, G., Fragoso, I., García, M., Gonzáles, J., . . . Zamundio, S. (2017). Lamiaceae de México. *Botanical Sciences*, 95(4), 780-806.
- Martínez, M., Fragoso, I., García, M., & Montiel, O. (2013). Géneros de Lamiaceae de México, diversidad y endemismo. *Revista mexicana de biodiversidad*, 84(1), 1-15.
- Maya, C., & Agudelo, C. (2009). Estudio taxonómico de la familia Euphorbiaceae en el Quindío. *Rev.Asoc.Col.Biol.(Col)*, 21(1), 156-173.
- Medina, S. (1977). *Manual de procedimientos para coleccionar, preservar y montar insectos y otros artrópodos*. Rio Piedras, Puerto Rico: Puerto Rico S.A.
- Mena, L., Pineda, S., Martínez, A., Gómez, B., Lobit, P., Ponce, J., & Figueroa, J. (2016). Influencia del color y altura de platos-trampa en la captura de braconidos (Hymenoptera: Braconidae). *Revista Colombiana de Entomología*, 42(2), 155-161.
- Montesinos, P. (2016). *Albeitar*. Obtenido de Polinización e insectos polinizadores: <http://albeitar.portalveterinaria.com/noticia/14652/articulos-otros-temas/polinizacion-e-insectos-polinizadores.html>
- Morales, S. (2018). Malezas de la familia Solanaceae, especies de importancia económica (tesis de pregrado). Univesidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Torreón.
- Morales, W. (2008). Efecto de la cocción en la composición física y química de las hojas de yerba mora (*Solanum americanum*). Universidad de Zamorano, Honduras.
- Moreno, C. (2001). *Métodos para medir la Biodiversidad*. España: Cyted, Orcyt/Unesco y SEA.
- Moreno, J., & López, M. (2005). Desarrollo agrícola y uso de agroquímicos en el valle de Mexicali. *Estudios Fronterizos*, 6(12), 119-153.
- Moreno, L. (2007). Adopción de prácticas agroecológicas para el manejo de plagas por los agricultores Cubanos. *Agricultura Orgánica ACTAF*, 30(2), 1-4.
- Mostacedo, B., & Fredericksen, T. (2000). *Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal*. Santa Cruz-Bolivia: Editora: El País.

- Muñoz, M. (2000). Extracto acuso de escoba amarga. Estudio preliminar de sus propiedades. *Rev Cubana Plant Med*, 5(3), 45-49.
- Murillo, J. (1999). Composición y distribución del género *Croton* (Euphorbiaceae) en Colombia, con cuatro especies nuevas. *Caldasia*, 21(2), 141-166.
- Narbona, E., Buide, L., Casimiro, I., & Valle, J. d. (2014). Polimorfismos de color floral: causas e implicaciones evolutivas. *Revista Científica de Ecología y Medio Ambiente*, 23(3), 36-47.
- Núñez, L. A., & Robles, R. R. (2008). Biología reproductiva y ecología de la polinización de la palma Milpesos *oenocarpus bataua*. *Caldasia*, 30(1), 101-125.
- Núñez, L., & Carreño, J. (2016). *Iniciativa Colombiana de polinizadores-abejas-ICPA*. Bogotá: Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia.
- O'Brien, C., & Arathi, H. (2018). Bee genera, diversity and abundance in genetically modified canola fields. *Crops and Food*, 9(1), 31-38.
- Orellana, J. (2009). *Determinación de Indices de Diversidad florística arbórea*. Cochabamba – Bolivia: San Blas.
- Orfila, E., & Alfonso, C. (1995). Flora del Valle de Lerma (Convolvulaceae) Juss. *Aportes botánicos de Salta- Ser Flora*, 3(6), 1-87.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO]. (2008). Control de malezas en cafetales. *Tecnologías y prácticas para pequeños productores agrarios*, 55-62.
- Pantoja, A. (2014). *Principios y avances sobre polinización como servicio ambiental para la agricultura sostenible en países de Latinoamérica y el Caribe*. Santiago, Chile: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura-FAO.
- Parra, G. N. (2005). Abejas silvestres y polinización. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica)*(75), 7-20.
- Penco, F. C., & Iorio, O. D. (2014). *Lepidoptera Argentina*. Argentina: Morón.
- Peralta, J., & Royuela, M. (2015). *Herbario - Departamento de Ciencias Universidad Pública de Navarra*. Obtenido de Flora arvensis de Navarra: <https://www.unavarra.es/herbario/htm/Leguminosae.htm>

- Piñeros-U, L. P., & González, F. (2019). Nueva especie de *Dalea* (Leguminosae: Papilionoideae) de matorrales interandinos secos del sur de Colombia y clave para identificación de las especies del género en el país. *Caldasia*, 41(1), 215-223.
- Pla, L. (2006). Biodiversidad: inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. *Interciencia*, 31(8), 583-590.
- Plaza, G., & Pedraza, M. (2007). Reconocimiento y caracterización ecológica de la flora arvense asociada al cultivo de uchuva. *Agronomía Colombiana*, 25(2), 306-313.
- Prado, M. M., García, D. G., & Sastre, R. M. (2018). Los insectos polinizadores en la agricultura: importancia y gestión de su biodiversidad. *Ecosistemas*, 27(2), 81-90.
- Rocha, A., Alvarado, M., Hernández, J., León, D., & Guzmán, M. (2013). Pollen diversity in the air of the metropolitan area of Monterrey, N. L., october 2004 to march 2005. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 84(5), 1063-1069.
- Rosado, M. (2002). *Polinizadores y biodiversidad*. España: Asociación española de Entomología, Jardín Botánico Atlántico y Centro Iberoamericano de la Biodiversidad.
- Rotman, A., & Múlgura, M. (2012). Flora del Valle de Lerma (Verbenaceae J.St.Hil.). *Aportes Botánicos de Salta- Ser. Flora*, 5(11), 1-83.
- Rzedowsk, J., & Calderón, G. (2002). Flora del Bajío y de regiones adyacentes. *Fieldiana Botany*, 24(9), 167-236.
- Salazar, L., & Hincapié, E. (2004). Las arvenses y su manejo en los cafetales. *Sistemas de producción de café en Colombia*, 5(3), 102-130.
- Saleem, M., Chetty, M., Ramkanth, S., Alagusundaram, M., Gnanaprakash, K., Rajan, V. T., & Angalapameswari, S. (2009). *Solanum nigrum* Linn - A review. *Phcog Rev.*, 3(6), 342-345.
- Sánchez, Á. R., Ulloa, K. H., & Márquez, R. A. (2012). El impacto de la producción de café sobre la biodiversidad, la transformación del paisaje y las especies exóticas invasoras. *Ambiente y Desarrollo*, 16(30), 93-104.
- Sánchez, E. (2012). Recopilación y análisis de la información existente de las especies del genero *Amaranthus* cultivadas y de sus posibles parientes silvestres en México. *Instituto de biología UNAM*. México.

- Sánchez, E., Salamanca, J., Calvache, H., Ortiz, L., & Rivera, D. (2004). Evaluación de poblaciones de polinizadores y su relación con la formación de racimos en la zona de Tumaco, Colombia. *PALMAS*, 25(2), 84-92.
- Sánchez, J., & Guevara, F. (2013). Plantas arvenses asociadas a cultivos de maíz de temporada en suelos salinos de la Ribera del Lago de Cuitzeo, Michoacán, México. *Acta Botánica Mexicana*, 105(1), 107-129.
- Santamaría, E. (2013). Comprobación del efecto cicatrizante de los extractos hidrolcohólicos de Malva (*Malva sylvestris* L.) y aguacate (*P. americana*) en ratones (*Mus musculus*) (Tesis de grado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba.
- Santos, E., Mendoza, Y., Invernizzi, C., Cabrera, D., & Zoppolo, R. (2015). Importancia de la abeja melífera en el cuajado de los frutos. *INIA*, 2(45), 22-26.
- Silva, A. P., Alves, R. M., & Santos, F. (2017). The role of *Mimosa* L. (Fabaceae) on pollen provision of *Melipona asilvai* Moure 1971 in a Caatinga area from Brazil. *Grana*, 57 (4), 311–321.
- Silvetti, F., & Cáceres, D. (2015). La expansión de monocultivos de exportación en Argentina y Costa Rica. Conflictos socioambientales y lucha campesina por la justicia ambiental. *Mundo Agrario*, 16(32), 1-28.
- Sosenski, P., & Domínguez, C. (2018). El valor de la polinización y los riesgos que enfrenta como servicio ecosistémico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 89, 961 - 970.
- Spivak, M., Mader, E., & Vaughan, M. (2011). The plight of the bees. *Environ. Sci. Technol.*, 45(1), 34-38.
- Stefanescu, C., Aguado, L., Asís, J., Baños-Picón, L., Cerdá, X., García, M. M., . . . Tormos, J. (2018). Diversidad de insectos polinizadores en la península Ibérica. *Revista Científica de Ecología y Medio Ambiente*, 27(2), 9-22.
- Steibel, P. (1995). Las Euforbiaceas (Euphorbiaceae Juss.) nativas, naturalizadas y adventicias de la provincia de la Pampa, Republica de Argentina. *Rev.Fac.Agronomía-UNLPam*, 8(2), 69-99.

- Steibel, P. (2000). Las Verbenáceas (Verbenaceae J. St.-Hil.) de la Provincia de La Pampa, Argentina. *Rev.Fac. Agronomía - UNLPam*, 11(1), 1-30.
- Steinmann, V. (2002). Diversidad y endemismo de la familia Euphorbiaceae en México. *Acta Botanica Mexicana*, 61(1), 61-93.
- Tapia, J. (2010). La familia Asteraceae. *Herbario CICY*, 2(1), 82-84.
- Tapia, O. (2012). Control orgánico del gorgojo de maíz (*Sitophilus zeamais*), en semillas almacenadas de chulpi (*Zea mays* va. *rugosa*) con ajeno "Santa María" (*Parthenium hysterophorus*) y romero (*Rosmarinus officinalis*). Universidad Politécnica Salesiana, Quito, Ecuador.
- Torre, L., Navarrete, H., M, P. M., Macía, M., & Balslev, H. (2008). *Enciclopedia de las plantas útiles del Ecuador*. Quito y Aarhus: Herbario QCA de la Escuela de Ciencias Biológicas de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador y Herbario AAU del Departamento de Ciencias Biológicas de la Universidad de Aarhus.
- Torres, C., & Galetto, L. (2008). Importancia de los polinizadores en la reproducción de Asteraceae de Argentina central. *Acta Botánica Venezuelica*, 31(2), 473-494.
- Torrez, V., Jorgensen, P., & Macía, M. (2010). La diversidad alfa y beta en relación a variables abióticas en un bosque seco. *Biodiversidad y ecología en Bolivia*, 46(3), 217-234.
- Uribe, G., & Hoyos, M. (2007). Relaciones planta- herpetofauna: nuevas perspectivas para la investigación en Colombia. *Revista de la Facultad de Ciencias*, 12(1), 9-34.
- Urrestavizkaya, N., Vasicek, A., & Saine, E. (14 de Enero de 2010). *Insectos perjudiciales de importancia agronómica*. Buenos Aires, Argentina: Inta- DDIB. Obtenido de Insectos perjudiciales de importancia agronómica.
- Valiente, A. (2002). Vulnerability of pollination systems of columnar cacti of Mexico. *Revista Chile de historia natural*, 75(1), 99-104.
- Valverde, R. M. (2018). Las labiadas (Lamiaceae) de Chile. *Anales del Jardín Botánico de Madrid*, 75(1), 1-74.
- Vila, M. (2005). Los polinizadores sustentan la producción agrícola. *Byologic*, 45(2), 75-85.

- Vitto, L., & Petenatti, E. (2009). Asteráceas de importancia económica y ambiental. primera parte. sinopsis morfológica y taxonómica, importancia ecológica y plantas de interés industrial. *Multequina*, 1(18), 87-115.
- Zamora, H. (2015). Macroinvertebrados acuáticos registrados durante la época de lluvias en tres ríos del piedemonte llanero de Colombia. *Revista Colombiana de ciencia animal*, 7(2), 139-147.

## 7. ANEXOS

### Anexo 1.

#### Hoja de campo

Recolección de Polinizadores			
N° de Muestra:		Institución Colectora:	
Nombre del Colector(es):		Fecha:	
País:		Provincia:	
Cantón:		Parroquia	
Condiciones Ambientales			
Hora de la recolección:		Temperatura:	
Luz:		Pluviosidad:	
Nubosidad:		Humedad relativa:	
Descripción de la etapa fenológica de la planta arvense:			
Descripción de plantas aledañas:			
Planta Arvense	Nombre Común:	Familia:	Especie:
N° Fotografía			
Polinizador	Nombre Común:	Orden:	Especie:
N° Fotografía			

