



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA INGENIERIA FORESTAL

INVENTARIO DE HYMENOPTERA ASOCIADOS A
PLANTACIONES FORESTALES DEL GÉNERO *Eucalyptus*
PERTENECIENTES A LA EMPRESA NOVOPAN DEL ECUADOR
S.A.

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA FORESTAL

AUTOR: CLARA ANABELLA VALENCIA HURTADO

DIRECTOR: Ing. CARLOS FRANCISCO CARPIO COBA MSc

Riobamba – Ecuador

2023

© 2023, Clara Anabella Valencia Hurtado

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Clara Anabella Valencia Hurtado, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 30 de mayo de 2023

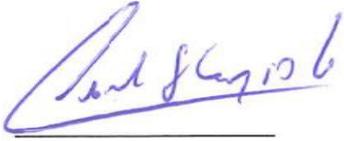


Clara Anabella Valencia Hurtado

085019877-1

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA INGENIERÍA FORESTAL

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Proyecto de Investigación, **INVENTARIO DE HYMENOPTERA ASOCIADOS A PLANTACIONES FORESTALES DEL GÉNERO *Eucalyptus* PERTENECIENTES A LA EMPRESA NOVOPAN DEL ECUADOR S.A.**, realizado por la señorita: **CLARA ANABELLA VALENCIA HURTADO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Eduardo Patricio Salazar Castañeda PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2023-05-30
Ing. Carlos Francisco Carpio Coba DIRECTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2023-05-30
Ing. Vilma Fernanda Noboa Silva ASESORA DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2023-05-30

DEDICATORIA

Esto se lo dedico a Dios principalmente por no dejarme caer y siempre darme esa señal para seguir adelante.

A mi papi, mami y hermanos por siempre creer en mí desde el minuto uno y llenarme de motivación en cada momento. Siempre han sido la fuerza detrás de mis ambiciones y sueños.

Clara

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a la empresa NOVOPAN DEL ECUADOR S.A por recibirnos con las puertas abiertas a desarrollar este proyecto, a los Ingenieros Carlos Carpio y Vilma Noboa, ambos desempeñaron un papel vital en este trabajo de investigación con sus esfuerzos profesionales, gracias por darnos aliento, por su paciencia, por compartir sus conocimientos de manera profesional e invaluable, por su dedicación perseverancia y tolerancia. A ti Larry, agradezco que me hayas acompañado a lo largo del camino, que hayas creído en mí incluso cuando yo no lo hacía y que me hayas animado a seguir adelante incluso cuando las cosas se ponían difíciles, por inspirarme, motivarme para avanzar tanto personal como profesionalmente, por ayudarme a descubrir mis talentos y a desarrollarlos. Last but not least, a mi mami, quien, a pesar de encontrarnos separadas por la distancia, nunca faltaba mi nombre con los mejores deseos en sus oraciones antes de dormir y sus palabras de aliento; a mi papi y a mi hermana mayor por ser pilar y parte fundamental en mi proceso como Ingeniera Forestal, por ser los que siempre me han empujado a perseguir mis sueños y a no rendirme nunca ante la adversidad con sus sabios consejos. También son los que me han proporcionado la ayuda material y financiera que requerí para poder concentrarme en los estudios y nunca abandonarlos

Clara

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS	xv
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT	xvii
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	2
1.1 Problema.....	2
1.2 Justificación.....	3
1.3 Objetivos.....	3
1.4 Hipótesis	4

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	5
2.1 Género <i>Eucalyptus</i>	5
2.1.1 Características.....	5
2.1.2 Plasticidad.....	5
2.2 <i>Gonipterus</i> Gylenhall	5
2.2.1 Identificación	6
2.3 Orden Hymenoptera.....	7
2.4 Clasificación del Orden Hymenoptera.....	8
2.5 Insectos benéficos.....	8
2.6 Distribución del Orden Hymenoptera	9
2.7 Diversidad de Hymenoptera en el Neotrópico	9
2.7.1 Principales órdenes y familias.....	9
2.7.1.1 Encyrtidae.....	9
2.7.1.2 Aphelinidae.....	9
2.7.1.6 Pteromalidae	10
2.7.1.7 Torymidae.....	11

2.7.1.8	<i>Trichogrammatidae</i>	11
2.7.1.9	<i>Scelionidae</i>	11
2.7.1.10	<i>Figitidae</i>	11
2.7.1.11	<i>Braconidae</i>	12
2.7.1.12	<i>Ichneumonidae</i>	12
2.8	Distribución	12
2.9	Valor económico	12
2.10	Insectos Parasitoides	13
2.11.1	Tipos de insectos parasitoides	13
2.11.1.1	<i>Según su localización respecto del huésped</i>	13
2.11.1.2	<i>Según el número de parasitoides por huésped</i>	14
2.11.1.3	<i>Según el estadio en el cual atacan al huésped</i>	14
2.11	Género <i>Anaphes</i> Haliday	14
2.12	Técnicas de muestreo de entomofauna	14
2.13	Abundancia poblacional	15
2.15	Riqueza	15
2.16	Índices de diversidad	16
2.16.1	<i>Índice de Shannon</i>	16
2.16.2	<i>Índices de diversidad de Simpson</i>	16

CAPÍTULO III

3	MARCO METODOLÓGICO	21
3.1	Localización del área de estudio	21
3.2	Ubicación geográfica	23
3.2.1	<i>Ubicación de la Hacienda “Pisangacho”</i>	23
3.2.2	<i>Ubicación de la Hacienda “La Magdalena”</i>	24
3.3	Condiciones climáticas	24
3.4	Materiales	25
3.4.1	<i>Equipos electrónicos</i>	25
3.4.2	<i>De Campo</i>	26
3.4.3	<i>De laboratorio</i>	26
3.4.4	<i>De oficina</i>	26
3.4.5	<i>Insumos</i>	26
3.5	Diseño	27
3.6	Métodos	27

3.6.1	Recolección de insectos de Orden Hymenoptera	28
3.6.1.2	<i>Preparación de solución.....</i>	28
3.6.1.3	<i>Instalación de trampas</i>	28
3.6.1.4	<i>Toma de coordenadas.....</i>	30
3.6.1.5	<i>Colecta de muestras.....</i>	30
3.6.1.6	<i>Etiquetado.....</i>	31
3.6.2	Abundancia y riqueza de Hymenoptera.....	32
3.6.2.1	<i>Identificación por familias Hymenoptera.....</i>	32
3.6.2.2	<i>Cálculo de datos de abundancia y riqueza de Hymenoptera</i>	32
3.6.3	<i>Medición de índices de diversidad</i>	32
3.6.3.1	<i>Índice de Simpson.....</i>	32
3.6.3.2	<i>Índice de Shannon</i>	33
3.6.4	Muestreo de <i>Anaphes nitens</i>	34
3.6.4.1	<i>Creación de cámaras de crianza.....</i>	34
3.6.4.2	<i>Etiquetado para muestreo de <i>Anaphes nitens</i>.....</i>	34
3.6.4.3	<i>Selección de árboles</i>	34
3.6.4.4	<i>Recolección de ootecas.....</i>	35
3.6.4.5	<i>Traslado de muestras a laboratorio</i>	35

CAPÍTULO V

4.	MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	37
4.1	Procesamiento, análisis e interpretación de resultados.....	37
4.1.1	<i>Recolección de insectos de orden Hymenoptera.....</i>	37
4.1.2	<i>Abundancia y riqueza de Hymenoptera en las Haciendas “Pisangacho” y “La Magdalena”.....</i>	39
4.1.3	<i>Evaluación de la abundancia y riqueza de Hymenoptera en un gradiente altitudinal en las Haciendas “Pisangacho” y “La Magdalena”.....</i>	45
4.1.3.1	<i>Abundancia de Hymenoptera en las Haciendas “Pisangacho” y “La Magdalena” ..</i>	45
4.1.3.2	<i>Riqueza de Hymenoptera.....</i>	46
4.1.4	<i>Análisis de la diversidad de Hymenoptera</i>	47
4.1.4.1	<i>Índice de Simpson.....</i>	47
4.1.4.2	<i>Índice de Shannon</i>	49
4.5.1.1	<i>Abundancia.....</i>	50
4.5.2	<i>Datos climáticos de las Haciendas “Pisangacho” y “La Magdalena”.....</i>	54

4.4	Discusión	62
------------	------------------------	-----------

CAPÍTULO V

5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	66
5.1	Conclusiones.....	66
5.2	Recomendaciones.....	67

GLOSARIO

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-3:	Coordenadas de la Hacienda “Pisangacho”	21
Tabla 2-3:	Coordenadas de la Hacienda “La Magdalena”	22
Tabla 3-3:	Diseño Experimental para la Hacienda “Pisangacho”	27
Tabla 4-3:	Diseño Experimental para la Hacienda “La Magdalena”	27
Tabla 5-3:	Guías para interpretar los valores del Índice de diversidad de Simpson.....	33
Tabla 6-3:	Esquema de clasificación para el Índice de Shannon.....	34
Tabla 1-4:	Individuos de orden Hymenoptera recolectados en la Hacienda “Pisangacho” ..	37
Tabla 2-4:	Individuos de orden Hymenoptera recolectados en la Hacienda “La Magdalena” en un gradiente altitudinal	38
Tabla 3-4:	Familias y abundancia por familias recolectadas en Hacienda “Pisangacho”	41
Tabla 4-4:	Familias y abundancia por familias de Hymenoptera recolectadas en Hacienda “La Magdalena”	44
Tabla 5-4:	ANOVA de la abundancia de Hymenoptera en la Hacienda “Pisangacho”.....	45
Tabla 6-4:	ANOVA de la abundancia de Hymenoptera en la Hacienda “La Magdalena” ...	46
Tabla 7-4:	Análisis de la Varianza (SC tipo III).....	46
Tabla 8-4:	ANOVA de la riqueza de Hymenoptera en la Hacienda “La Magdalena”	47
Tabla 9-4:	Diversidad de Simpson para las familias identificadas en la Hacienda “Pisangacho”.....	47
Tabla 10-4:	Diversidad Simpson para las familias capturadas en la Hacienda “La Magdalena	48
Tabla 11-4:	Diversidad de Shannon para las familias identificadas en la Hacienda “La Magdalena”	49
Tabla 12-4:	Cálculo de Diversidad de Shannon en la Hacienda “La Magdalena”	49
Tabla 13-4:	Análisis de correlación lineal entre Altitud y Abundancia en la Hacienda “Pisangacho” correspondiente al Muestreo 1	50
Tabla 14-4:	Análisis de correlación lineal entre Altitud y Abundancia en la Hacienda “Pisangacho” correspondiente al Muestreo 2.....	51
Tabla 15-4:	Análisis de correlación lineal entre Altitud y Abundancia en la Hacienda “La Magdalena” correspondiente al Muestreo 1	51
Tabla 16-4:	Análisis de correlación lineal entre Altitud y Abundancia en la Hacienda “La Magdalena” correspondiente al Muestreo 2	51
Tabla 17-4:	Análisis de correlación lineal entre Altitud y Porcentaje de Parasitoidismo en la Hacienda “Pisangacho” correspondiente al Muestreo 1	52

Tabla 18-4:	Análisis de correlación lineal entre Altitud y Porcentaje de Parasitoidismo en la Hacienda “Pisangacho” correspondiente al Muestreo 2.....	52
Tabla 19-4:	Análisis de correlación lineal entre Altitud y Porcentaje de Parasitoidismo en la Hacienda “La Magdalena” correspondiente al Muestreo 1	52
Tabla 20-4:	Análisis de correlación lineal entre Altitud y Porcentaje de Parasitoidismo en la Hacienda “La Magdalena” correspondiente al Muestreo 2	53
Tabla 21-4:	Distribución por grado altitudinal en la Hacienda “Pisangacho” pertenecientes a los Muestrros 1 y 2.....	53

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1-3.	Distribución del gradiente altitudinal de la Hacienda “Pisangacho”.....	21
Ilustración 2-3.	Distribución del gradiente altitudinal de la Hacienda “La Magdalena”.....	22
Ilustración 3-3.	Mapa temático de ubicación de la Hacienda Pisangacho, San Miguel de Urcuquí.....	23
Ilustración 4-3.	Mapa temático de ubicación de la Hacienda Pisangacho, San Miguel de Urcuquí.....	24
Ilustración 5-3.	Trampa instalada en la zona alta de la Hacienda “La Magdalena”	29
Ilustración 6-3.	Dispositivo GPS	30
Ilustración 7-3.	Traslado de insectos atrapados a los frascos de laboratorio	31
Ilustración 8-3.	Cámaras de crianza para eclosión de <i>Anaphes nitens</i>	36
Ilustración 1-4.	Familias de Hymenoptera (parasitoides) recolectadas en la Hacienda “Pisangacho”.....	40
Ilustración 2-4.	Polinizadores capturados en la Hacienda “Pisangacho”	41
Ilustración 3-4.	Familias de Hymenoptera (parasitoides) recolectadas en la Hacienda “Pisangacho”.....	43
Ilustración 4-4.	Polinizadores capturados en la Hacienda “Pisangacho”	44
Ilustración 5-4.	Familias de Hymenoptera (depredadores) capturados en la Hacienda “Pisangacho”	44
Ilustración 6-4.	Datos extraídos de la Hacienda “Pisangacho” correspondiente a los 3 muestreos.....	54
Ilustración 7-4.	Humedad Relativa a 2 metros correspondiente a los tres muestreos realizados en la Hacienda “Pisangacho”	55
Ilustración 8-4.	Precipitación corregida correspondiente a los tres muestreos realizados en la Hacienda “Pisangacho”	56
Ilustración 9-4.	Velocidad del viento a 2 metros correspondiente a los tres muestreos realizados en la Hacienda “Pisangacho”	57
Ilustración 10-4.	Temperatura a 2 metros correspondiente a los tres muestreos realizados en la Hacienda “La Magdalena”	58
Ilustración 11-4.	Humedad relativa a 2 metros correspondiente a los tres muestreos realizados en la Hacienda “La Magdalena”.....	59
Ilustración 12-4.	Precipitación correspondiente a los tres muestreos realizados en la Hacienda “La Magdalena”	60

Ilustración 13-4.	Velocidad del viento a 2 metros correspondiente a los tres muestreos realizados en la Hacienda “La Magdalena”	61
--------------------------	---	----

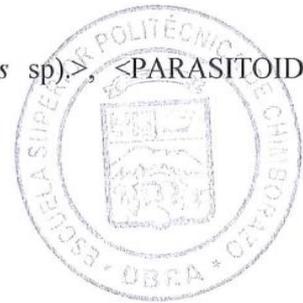
ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A.** HEMBRA DE *GONIPTERUS* SP. OVIPOSITANDO OOTECAS.
- ANEXO B.** ECLOSIÓN DE *ANAPHES NITENS* DEL HUEVO DE *GONIPTERUS* SP.
- ANEXO C.** OOTECAS DE *GONIPTERUS* SP. PARASITADA POR *A. NITENS*
- ANEXO D.** DIFERENCIA ENTRE HUEVOS PARASITADOS POR *A. NITENS* EN INSTARES DE LARVA Y ADULTO
- ANEXO E.** INDUCCIÓN PARA LA METODOLOGÍA DE DIVERSIDAD DICTADA POR EL ING. CARPIO Y EL ING. MUÑOZ
- ANEXO F.** CAJAS PETRI CON *A. NITENS* UTILIZADAS PARA ECLOSIÓN DEL PARASITOIDE
- ANEXO G.** PRESENCIA DE *A. NITENS* EN CÁMARAS DE CRIANZA DE CAJAS PETRI Y TARRINAS DE PLÁSTICO
- ANEXO H.** INSECTOS CAPTURADOS EN LAS TRAMPAS AMARILLAS
- ANEXO I.** TRAMPA DE PLATOS AMARILLOS EMPLEADA EN CAMPO

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo realizar un inventario de insectos del Orden Hymenoptera asociados a plantaciones forestales del género *Eucalyptus* pertenecientes a la empresa NOVOPAN DEL ECUADOR S.A. El desarrollo de este estudio se efectuó en dos Haciendas ubicadas en los cantones “San Miguel de Urcuquí e “Ibarra” de la provincia de Imbabura. Con el fin de conocer la diversidad entomológica de este orden, se llevó a cabo un muestreo utilizando la técnica de platos amarillos en una solución de agua jabonosa, en donde se instalaron 2 platos por cada gradiente altitudinal de las haciendas de la empresa (bajo, medio, alto), la recolección de las muestras se realizó 24 horas instaladas las trampas, cada muestreo duró 3 días; el interés de la empresa por conocer la abundancia del parasitoide *Anaphes nitens* llevó a realizar 2 muestreos a través de la colecta de 10 hojas con ootecas pseudo parasitadas de *Gonipterus* sp., tomando 3 árboles por cada gradiente altitudinal. La diversidad de Hymenoptera resultó alta para las dos Haciendas estudiadas; sin embargo, no existió equilibrio en las muestras capturadas en una de estas, por otro lado, la distribución de *Anaphes nitens* se registró en los tres gradientes de la Hacienda “Pisangacho” y solo en dos de la Hacienda “La Magdalena”. Se recomienda continuar con investigaciones que aporten al estudio científico del Orden Hymenoptera en el Ecuador, pues existe falta de información con respecto a su diversidad y riqueza, proporcionar un suplemento alimenticio para los gradientes en donde se registró presencia de los parasitoides, en contraste, realizar liberaciones a partir de crías de *A. nitens* colectados en las zonas en donde se presentaron los parasitoides.

Palabras clave: <GORGOJO DEL EUCALIPTO (*Gonipterus* sp.)>, <PARASITOIDE>, <*Anaphes nitens*>, <ENTOMOFAUNA>, < DIVERSIDAD>.



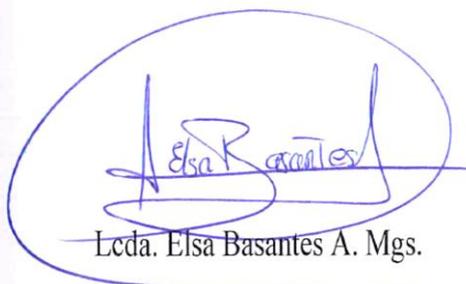
0971-UPT-DBRA-2023

D.B.R.A.
Ing. Christian Castillo

ABSTRACT

The aim of this research was to carry out an inventory of insects of the Order Hymenoptera associated with forest plantations of the genus *Eucalyptus* belonging to NOVOPAN DEL ECUADOR S.A. The development of this study was carried out in two farms located in the cantons of "San Miguel de Urcoquí and "Ibarra" in the province of Imbabura. In order to know the entomological diversity of this order, three samplings were carried out (at different times) using the technique of yellow plates in a solution of soapy water, where 2 plates were installed for each altitudinal gradient of the company's farms (low, medium, high), the collection of samples was performed 24 hours after the traps were installed with the help of laboratory flasks and 96% alcohol, each sampling lasted 3 days; In addition, the company's interest in knowing the abundance of the parasitoid *Anaphes nitens* led it to carry out two samplings through the collection of 10 leaves with oothecae (pseudo parasitized) of *Gonipterus sp.*, taking 3 trees for each altitudinal gradient. As a result, 141 individuals distributed in 15 families were recorded at Hacienda "Pisangacho" and 346 individuals distributed in 19 families at Hacienda "La Magdalena". The distribution of *Anaphes nitens* was recorded in the three gradients of Hacienda "Pisangacho" and only in two gradients of Hacienda "La Magdalena". In conclusion, the two Haciendas have a high diversity, it is recommended to continue with research on Hymenoptera in Ecuador and to provide a food supplement to *A. nitens*.

Keywords: <EUCALYPTUS GORGE (*Gonipterus sp*), <PARASITOID>, <*Anaphes nitens*>, <ENTOMOFAUNA>, <DIVERSITY>.



Lcda. Elsa Basantes A. Mgs.

0971-UPT-DBRA-2023

C.I: 0603594409

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con la FAO (2021, p. 34), en su informe de evaluación de recursos forestales mundiales del 2020, la superficie de plantaciones forestales compuestas de especies introducidas es de 49,7 millones de ha, siendo América del Sur la región que posee la tasa más alta de plantaciones forestales. Tal es el caso del eucalipto que es de las especies arbóreas introducidas más demandantes para el aprovechamiento forestal en la Sierra ecuatoriana.

La empresa NOVOPAN DEL ECUADOR S.A posee haciendas en las partes Norte, Centro y Sur del Ecuador, ubicándose en la parte norte las Haciendas “Pisangacho” y “La Magdalena”.

Para Peters et al. (2017, p. 1013), los himenópteros (comprenden avispas, hormigas, abejas y ciertas moscas) son uno de los cuatro órdenes de insectos megadiversos, que engloban más de 153000 ejemplares descritos y probablemente hasta un millón de especies existentes aún no descritas, los 3 órdenes faltantes pertenecen a Coleóptera, Díptera y Lepidóptera. La información con respecto al estudio de himenópteros es escasa, más aún en Ecuador, los parasitoides no tienen el reconocimiento que se debe, por ende, trabajadores en empresas dedicadas al aprovechamiento forestal hacen uso de controladores químicos que terminan por eliminar toda la entomofauna del sector.

Gonipterus sp. Es una plaga que tuvo origen en Australia y a lo largo de los años se ha ido expandiendo por algunos países de Latinoamérica hasta ser visto por primera vez en Ecuador en 2016 (en ciertos lugares de la zona Andina del país) y desde su arribo ha causado daños económicos a la industria forestal. Debido a esto, el control biológico es un tema que para las empresas forestales ha ido tomando fuerza cada día, varios estudios han revelado que el parasitoide *Anaphes nitens* es una especie benéfica que ha resultado excelente para el control de *Gonipterus* sp. aunque otros estudios hacen referencia de otras especies del mismo género como controladoras de esta plaga.

A partir de lo antes mencionado, se realiza el objetivo de este estudio para que el mismo sea de ayuda al conocimiento científico apoyado en la obtención de información en cuanto a la gran diversidad existente de insectos del Orden Hymenoptera en los gradientes estudiados; así mismo determinar la abundancia y distribución de *Anaphes nitens*, micro himenóptero parasitoide del gorgojo del eucalipto (*Gonipterus* sp.).

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Problema

A lo largo de los años, el continuo uso de controles químicos ha ocasionado una preocupante reducción en las poblaciones de la entomofauna del ecosistema, que, aunque ha sido efectiva para la erradicación de plagas, asimismo ha causado la eliminación de insectos benéficos.

Debido a la escasez de información que se tiene con respecto a estos insectos y su gran diversidad, se genera un desconocimiento en la aplicación de control biológico en plantaciones, lo que lleva a hacer uso de tratamientos químico para controlar plagas de origen forestal.

Las plantaciones de la empresa NOVOPAN del Ecuador S.A se han visto afectadas por la llegada de un insecto coleóptero de tipo defoliador (*Gonipterus* sp.) Estos individuos generan diferentes ataques al follaje dependiendo del instar. En la etapa adulta ocasionan daños al margen de la hoja, dejando sus bordes con una característica en forma aserrada. Sin embargo, en su etapa larval es donde ocasionan problemas más severos, en este estadio se alimentan de los rebrotes del follaje encontrados en el ápice del árbol, lo que impide el crecimiento de la zona fustal de este, materia prima de la empresa.

Es por ello por lo que, a partir del hallazgo del parasitoide en una de las Haciendas empezaron a realizar liberaciones en los rodales que presentaron mayor grado de afectación por la plaga; sin embargo, no se tiene conocimiento de la abundancia y distribución de este, menos aún el porcentaje de parasitoidismo que presentan las ootecas de la plaga.

Las plantaciones se encuentran en las haciendas “Pisangacho” y “La Magdalena” pertenecientes a la provincia de Imbabura. La Hacienda “Pisangacho” es el sector en donde esta plaga está ocasionando mayor problema debido a las extensas superficies de plantación de eucalipto que existen ahí.

1.2 Justificación

A partir de las liberaciones de *Anaphes nitens* (himenóptero parasitoide de la plaga del eucalipto) que actualmente se encuentra realizando la empresa, es necesario conocer la distribución del parasitoide (en altitudes que van desde los 2294 hasta los 3200 metros sobre el nivel del mar) en las haciendas de la zona norte del país (Imbabura).

En Hymenoptera hay individuos que cumplen con roles funcionales importantes como: depredadores, parasitoides y polinizadores. Este orden posee una diversidad de insectos que cumplen con la función de parasitar plagas, por lo cual es necesario realizar un inventario del orden Hymenoptera con el fin de determinar los individuos que se encuentran en la zona y así ayuden a prevenir la aparición de nuevas plagas que se puedan presentar a futuro.

Para eludir la aplicación de tratamientos químicos (debido a los efectos negativos que produce a las personas y el medioambiente), se ha propuesto investigar el control biológico apropiado mediante la colecta de insectos de orden himenóptera que puedan contribuir a mitigar la sobrepoblación de *Gonipterus* sp.

El presente estudio permitirá contribuir al conocimiento de la fauna benéfica que poseen las haciendas “Pisangacho” y “La Magdalena” y comprender sobre la relevancia que tiene el orden Hymenoptera como combatidores de plagas.

En el inventario se espera encontrar el parasitoide *Anaphes nitens* que es el himenóptero clave para el manejo de esta plaga, por medio del muestreo se determinará riqueza, distribución, abundancia y diversidad en la zona de estudio.

1.3 Objetivos

Objetivo General

Realizar un inventario de Hymenoptera asociados a plantaciones forestales del género *Eucalyptus* pertenecientes a la empresa NOVOPAN DEL ECUADOR S.A.

Objetivos Específicos

- Efectuar la recolección de Hymenoptera en plantaciones forestales.

- Identificar por familias los insectos de orden Hymenoptera colectados en el área de estudio.
- Determinar la abundancia y distribución de individuos del género *Anaphes* capturados en la zona de estudio.

1.4 Hipótesis

Nula

Hay una baja diversidad de individuos de orden himenóptera en el área muestreada.

Alternante

Hay una alta diversidad de Individuos de orden himenóptera en el área muestreada.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

2.1 Género *Eucalyptus*

2.1.1 Características

Tanto Granados como López (2006, p. 146) describen los eucaliptos por sus gruesas hojas aromáticas, por su corteza (que al mudar en forma de cintas dejan mostrar su nueva corteza lisa) que han evolucionado a lo largo del tiempo para prosperar en climas tropicales a templados y en valles resguardados, algunos de ellos crecen en suelos fértiles mientras que otros lo hacen en arena o arcilla muy dura, han sido exportados por su madera resistente, valiosa y de crecimiento rápido, así como por sus aceites y resinas.

A diferencia de la mayoría de las plantas, el eucalipto deja caer sus pétalos antes de que florezcan; esto se debe a que los pétalos se fusionan para formar una cubierta protectora sobre un capullo maduro. A medida que se expande el interior de la flor, la tapa se abre y se cae (Chippendale, 1968; citado en Granado y López, p. 146).

2.1.2 Plasticidad

La capacidad de casi todas las especies de *Eucalyptus* para adaptarse a diferentes circunstancias edafoclimáticas se conoce como plasticidad. A lo largo de las sucesivas generaciones, esta capacidad se desarrolla, lo que permite a las especies de *Eucalyptus* adaptarse mejor a nuevos entornos (Rokich y Bell, 1995; citados en Granados y López, 2007: p.149)., además también mencionan que la existencia de ciertas protuberancias en las raíces, denominadas lignotubérculos (Granados y López, 2007; p.149).

2.2 *Gonipterus* Gyllenhal

Como afirma Jeger, et al. (2017, p. 11) el gorgojo de los eucaliptos *G. scutellatus* Gyllenhal, 1833 antes se consideraba una sola especie; no obstante, las pruebas morfológicas y genómicas han llevado a reconocerla como un complejo de especies crípticas formado por 8-10 especies autóctonas australianas separadas, considerándose a tres de ellas como invasoras, estas son: *G. platensis* Gyllenhal, *G. pulverulentus* Lea y *Gonipterus* species no. 2 (Mapondera et al., 2012; citado en Jeger et al., 2017: p. 11).

2.2.1 Identificación

Cada etapa del gorgojo del género *Gonipterus* difiere por poco en tamaños, pero de manera general se describieron los estadíos (huevo, larva, pupa, adulto) a continuación:

- Huevos subcilíndricos, de textura lisa y tinte amarillo-translúcido, están cubiertos de una capa de heces que tiene una textura inicial lisa y un color grisáceo, pero que cambia a una textura negra y endurecida cuando se exponen al aire (Vergara, 2016; citado en Avilés, 2019, p. 31).
- El estado larvario posee la cabeza negra, el cuerpo amarillo verdoso, en la parte lateral y dorsal tienen una línea oscura. En cada segmento tienen puntos negros brillantes, el excremento asemeja a un hilo que permanece pegado a la larva (Vergara, 2016; citado en Avilés, 2019, p. 31).
- El tamaño de las pupas oscila entre 7 y 11 mm, y dependiendo de la duración del instar (30 a 40 días), cambian de color de blanco a amarillo y a marrón (Vergara, 2016; citado en Avilés, 2019, p.31). Las pupas se encuentran en este instar terminando su periodo en la tierra antes de emerger como adultos.
- Un gorgojo adulto típico tiene colores que van del gris claro al marrón oscuro uniforme o marrón parduzco (Vergara, 2016; citado en Avilés, 2019, p.31).

La duración típica de cada etapa oscila entre 6 y 10 días para los huevos, de 3 a 10 días para las larvas y de 29 a 38 días para las pupas (Avilés, 2019, p. 20).

2.2.2 Ciclo de vida

El ciclo de vida del gorgojo del eucalipto vendrá determinado por las condiciones edafoclimáticas del país en el que se encuentre, y se alargará o acortará en función de estas circunstancias (Avilés, 2019, p. 20).

El ciclo biológico se alarga a temperaturas más altas, mientras que a temperaturas más bajas ocurre lo contrario (Avilés, 2019, p. 20) debido a la plasticidad fenotípica y al impacto de la temperatura en la diversidad fitotípica, que las respuestas fisiológicas que exhiben los organismos como reacción a la temperatura cambian según el momento del día en que se encuentren dependen del tiempo durante el que estén expuestos a estos ambientes (Nespolo, 2000; citado en Avilés, 2019, p. 20).

2.2.3 Especies de eucaliptos susceptibles al gorgojo del eucalipto

Gonipterus scutellatus ataca a varias especies del género *Eucalyptus*, por ejemplo: *E. cornuta*, *E. globulus ssp. globulus*, *E. grandis*, *E. kirtoniana*, *E. longifolia*, *E. maidenii ssp. globulus*, *E. obliqua*, *E. camaldulensis*, *E. propinqua*, *E. punctata*, *E. robusta*, *E. smithii*, *E. tereticornis*, *E. urnigera* and *E. viminalis* (FAO, 2009, p. 82).

Huerta-Fuentes et al. (2008, p. 328) cita las especies susceptibles a *G. scutellatus*: *E. globulus*, *E. camaldulensis*, *E. viminalis*, *E. robusta*, *E. punctata*, *E. maideni* y *E. smithii*; y resistente *E. saligna*, e inmune *E. citriodora* (Romanyk y Cadahia, 2002); sin embargo, existen también preferencias de *Gonipterus platensis* entre especies de eucalipto (Rivera y Carbone, 2000). Para Gonçalves et al. (2019, p. 9) la especie preferida para *G. platensis* es *E. globulus*, siendo *E. nitens* es la menos preferida. Newete et al. (2011, p. 1005) mencionan que para *Gonipterus scutellatus* *Eucalyptus smithii* es el huésped preferido, mientras que *Eucalyptus saligna* y *Syzygium myrtifolia* son inmunes ante esta plaga. En oposición, Oliveira et al. (2022, p. 3) afirma la afectación de *Gonipterus platensis* en *E. saligna* (var protusa).

2.3 Orden Hymenoptera

Como parasitoides, depredadores y polinizadores, los himenópteros desempeñan un papel fundamental en prácticamente todos los ecosistemas terrestres, tienen una gran importancia económica y son excelentes potenciadores en el control biológico (Peters et al., 2017: p.2)

Según Rasplus et al. (2010; p.2) desde el punto de vista ecológico y económico, pocos grupos de insectos son tan importantes para la humanidad como los himenópteros; por ejemplo: las abejas proporcionan el servicio ecosistémico vital de la polinización tanto en sistemas naturales como gestionados (Gallai et al. 2009; citados en Rasplus et al., 2017: p. 2), mientras que los himenópteros parásitos controlan poblaciones de insectos fitófagos (Tschamtkke et al. 2007; citados en Rasplus et al., 2017: p. 2) y pueden ser agentes eficaces para el control de insectos plaga (Bale et al. 2008, Brodeur y Boivin 2004, Jonsson et al. 2008; citados en Rasplus et al., 2017: p. 2).

De acuerdo con Fernández y Pujade-Villar (2015: p.8), los insectos del orden Hymenoptera poseen varios comportamientos que son presentes en especies capaces de desarrollarse en comunidades, pero también capaces de operar en ambientes solitarios. Algunos insectos tienen un comportamiento especial antes del apareamiento, que es el "vuelo prenupcial", como las hormigas (Fernández y Pujade-Villar, 2015: p.8).

Este orden está dominado por especies ovíparas, con algunas excepciones, como las avispas parásitas, donde la hembra almacena los huevos en la parte terminal del tracto reproductivo hasta la eclosión. La hembra los coloca en o sobre especies que se convertirán en alimento para las larvas, que pueden ser especies animales o vegetales (Fernández y Pujade-Villar, 2015: p.8).

Otro importante grupo social de himenópteros bien conocido por el gran público es el de las hormigas. Residen en hormigueros (nidos) que contienen dos castas: unas pocas hembras fértiles consideradas reinas y numerosas hembras estériles llamadas obreras (Fernández y Pujade-Villar, 2015: p. 11).

2.4 Clasificación del Orden Hymenoptera

Se divide en dos subórdenes: Symphyta y Apocrita, este último se subdivide en dos grupos, con categoría de infraorden o sección dependiendo de los autores, denominados Terebrantia (o también Parasitica), y Aculeata (Gauld y Bolton, 1988; citados en Nieves-Aldrey y Fontal-Casalla, 1999: p. 460).

2.5 Insectos benéficos

Como señala Ricci et al. (2018: p.41), los polinizadores forman parte de los insectos que benefician al hombre y al medio ambiente, algunos sirven como alimento para la humanidad y animales o colaboradores en la desintegración de la materia orgánica y fertilización del suelo, otros son utilizados en medicina o ciencias y aquellos que ejercen control biológico de plagas y malezas.

Muchas especies se relacionan entre sí mediante cadenas tróficas complejas, como es el caso de los parasitoides, predadores e hiperparasitoides, estos se alimentan y viven en poblaciones de insectos fitófagos. La relación insecto-hombre desarrolla diferentes roles en los que pueden ser clasificados por ser benéficos, perjudiciales o aquellos en donde existe un equilibrio entre ambos (benéfico-perjudicial) debido a que por su diminuto tamaño no logran ser perceptivos por el hombre (Ricci et al., 2018; p.41).

Los autores mencionados anteriormente comentaron que, de igual manera, entre estos insectos se sitúan los enemigos naturales los cuales controlan a la plaga sin necesidad de la intervención del hombre haciendo posible el control biológico, los insectos generalistas son aquellos que se alimentan de una amplia variedad de especies y desde el punto de vista biológico se los agrupa en tres clases básicas: parásitos, depredadores y entomopatógenos (Ricci et al., 2018; p. 41). El actual estudio hace énfasis en los insectos parasitoides.

Todos los grupos de Parasitoides son relevantes en el control de poblaciones de insectos y arácnidos; sin embargo, Fernández y Pujade-Villar, (2015: p. 8) destacan que algunas familias de Chalcidoidea e Ichneumonoidea representan un mayor número de especies utilizadas en el control biológico en todo el mundo, tanto para plagas forestales como agrícolas.

2.6 Distribución del Orden Hymenoptera

Con unas 150.000 especies reconocidas, el orden de los insectos Hymenoptera es uno de los órdenes de insectos "extremadamente diversificados". El orden está ampliamente distribuido por todo el mundo y puede encontrarse en prácticamente todos los ecosistemas, pueden existir tanto en ambientes desérticos como extremadamente húmedos, ascendiendo a grandes altitudes, y su distribución varía desde zonas subárticas a tropicales. Incluso se han mencionado especies que viven en el agua (Fernández y Pujade-Villar, 2015: p.11).

2.7 Diversidad de Hymenoptera en el Neotrópico

2.7.1 Principales órdenes y familias

2.7.1.1 Encyrtidae

Teniendo en cuenta a Nieves y Fontal (1997, p. 386) los Encyrtidae agrupan aproximadamente más de cuatrocientos géneros y están distribuidos principalmente en regiones tropicales y subtropicales; son avispas pequeñas, de 0,5 a 3 mm de tamaño, con líneas anteriores lisas, venas marginales y posteriores muy disminuidas y cuerpos cortos y gruesos, la parte inferior de la pata tiene tendones bien desarrollados que les sirven para saltar. La mayoría de las especies son endo o hiperparásitos principales de otros artrópodos y aunque varias especies de Encyrtidae también atacan a Diptera, Lepidoptera, Coleoptera, Hymenoptera y otros órdenes de insectos parasitoides, parasitan sobre todo a Homoptera, (Nieves y Fontal, 1997, p. 386).

2.7.1.2 Aphelinidae

Son una familia de avispas increíblemente diminutas, cuyo tamaño oscila entre 0,5 mm y 1,4 mm. La gran mayoría tienen muy pocas venas en las alas no son metálicas, son de color oscuro y suelen tener ojos bien desarrollados (Viggiani, 1984; citado en Nájera et al., 2010: p. 49), no se da más información morfológica sobre su identificación a simple vista debido a su pequeño tamaño, pues se hace imposible reconocerlos sobre el terreno (Nájera et al., 2010: p.40).

2.7.1.3 Chalcididae

Son avispas robustas con cabezas pequeñas cuyo tamaño oscila entre 1,5 mm y 9 mm, su color típico es negro o marrón con manchas amarillas, rojas o blancas, el brillo metálico es poco común; parecen tener joroba debido a su tórax granuloso y musculoso, sus alas tienen una venación muy simple, y las anteriores no se pliegan longitudinalmente, esta familia posee una particularidad distintiva para identificar de manera más rápida, el ensanchamiento del fémur posterior que a su vez presenta una línea de dientes a lo largo del margen inferior (Nájera et al., 2010: p.41). Su distribución va en áreas tropicales y subtropicales (Delvare, 1995; citado en Nájera et al., 2010: p.41)

2.7.1.4 Eulophidae

Najera y Souza (2010, p. 43) las caracteriza como avispas diminutas y frágiles que oscilan entre 0,4 mm y 6 mm, con un color granate que puede ser de cualquier tonalidad, del amarillo al negro; además, son parasitoides que se alimentan de huevos, larvas y pupas de más de 10 órdenes de insectos diferentes que pueden ser solitarios o gregarios, parásitos externos o internos, e incluso pueden infectar a los adultos de algunas especies de insectos.

2.7.1.5 Perilampidae

Se describen como de cuerpo robusto, particularmente grandes en comparación con otras avispas parasitoides que pueden alcanzar longitudes de entre 1 mm y 12 mm, y típicamente de color metálico, brillante, azul o verde, aunque la mayoría tienen el cuerpo negro (Borror et al., 1981; citados en Najera y Souza, 2010: p. 45).

2.7.1.6 Pteromalidae

Las avispas son de colores muy variados, desde el verde vivo o el azul hasta el negro o el amarillo, y pueden llegar a medir hasta 30 mm de largo, miden entre 1 y 7 mm (Hanson y Heydon, 2006; citados en Najera y Souza, 2010: p. 46).

Dentro de esta familia se encuentran parasitoides de varios insectos plaga, así como fitófagas y entomófagas. Además de ser particular, presenta rasgos como una elevada tasa de fecundidad y longevidad, capacidad de reproducción, capacidad de sincronización con el hospedador y una elevada capacidad exploratoria (Morales-Ramos, 1998; citado en Najera y Souza, 2010: p. 46).

2.7.1.7 *Torymidae*

Se trata de insectos cuyo tamaño oscila entre 1 mm y 7,5 mm de longitud y cuyo cuerpo suele ser alargado con puntas rugosas. La mayoría de las especies presentan una coloración metálica o totalmente amarilla. Varias especies tienen las coxas posteriores muy desarrolladas. El ovipositor es permanentemente visible en las hembras y es significativamente más largo que el abdomen (Noyes, 2003; citados en (Najera y Souza, 2010, p: 47).

Los parasitoides de huevos (la mayoría de los cuales son Mantidae), representan alrededor del 10% de las especies de la familia (Dalmolin y Melo, 2004; citados en Najera y Souza, 2010: p. 47).

2.7.1.8 *Trichogrammatidae*

Descritas como pequeñas avispas de 1 mm de longitud, según la especie, el cuerpo puede ser liso o algo rugoso, sin brillo metálico, tener los ojos rojos y las antenas más cortas que la cabeza y el tórax. Las alas anteriores pueden ser muy anchas o pequeñas, y suelen tener alas longitudinales en su superficie (Najera y Souza, 2010: p. 48); además, son endoparasitoides primarios, solitarios o gregarios de huevos de Lepidoptera, Hemiptera, Coleoptera, Diptera, algunos ejemplares de Hymenoptera, entre otros (Pinto, 1997; citado en Najera y Souza, 2010).

2.7.1.9 *Scelionidae*

Se trata de avispas diminutas, cuyo tamaño oscila (a menudo) entre 1 y 2,5 mm, tienen coloración principalmente negra, lustrosa, ocasionalmente amarilla o multicolor, con el cuerpo rugoso y moteado, e infrecuentemente metálico (Goulet y Huber, 1993; Masner y Arias-Penna, 2006; citado en Najera y Souza, 2010; p. 52).

2.7.1.10 *Figitidae*

Se trata de avispas diminutas que se alimentan de las larvas de otras avispas, crisópodos y moscas fitófagas y del estiércol. Algunas especies de figitidae actúan como importantes controladores naturales de ambas especies y se han utilizado en programas de control de la mosca de la fruta en todo el mundo (RosFarré et al., 2000; citado por Najera y Souza, 2010: p. 49). Estas especies pueden utilizarse como alternativa para el control de moscas asociadas a excrementos bovinos porque parasitan larvas de mosca de la fruta (Díaz et al., 1996; citados por Najera y Souza, 2010: p. 49).

2.7.1.11 Braconidae

La mayoría son de color marrón oscuro, algunas veces con manchas rojas o amarillas, miden hasta 4 cm de longitud sin considerar el ovipositor, que puede ser varias veces más largo que el cuerpo.

La mayoría son de color marrón oscuro, ocasionalmente con manchas rojas o amarillas, y sin el ovipositor, que puede ser mucho más largo que el cuerpo, miden entre 1 mm y 3-4 cm de longitud.

Una gran población de braconidos son parásitos de pulgones, chinches, moscas, mariposas y larvas de escarabajos; la mayoría de ellos inducen la pérdida de movimiento y matan o esterilizan a sus víctimas, cabe mencionar que poseen un papel importante en el control biológico, especialmente para el control de pulgones, debido a la alta especificidad de hospedador de algunas especies (Quick, 1997; citado por Najera y Souza, 2010: p. 50).

2.7.1.12 Ichneumonidae

Las adultas presentan una amplia gama de tamaños, formas y colores. La mayoría son delgadas y no pican, poseen antenas filiformes, no tienen antenas en espiral o en forma de cúpula como otros himenópteros.; en varias especies, el ovipositor es extremadamente largo (a menudo incluso más que la longitud de todo el cuerpo) y es constantemente visible (Borror et al., 1981; citados en Najera y Souza: 2010, p. 51). Los ejemplares de la familia Ichneumonidae suelen utilizarse para controlar varias especies de himenópteros fitófagos en silvicultura y han demostrado su eficacia en programas de control biológico. (Gauld y Bolton, 1996; citados por Najera y Souza: 2010, p. 51).

2.8 Distribución

En cuanto a su distribución, pueden encontrarse en todo el mundo y en todos los ambientes. Desde climas cálidos a regiones áridas, pasando por zonas templadas, húmedas y lugares de gran altitud, la lista incluye también especies acuáticas (Fernández y Pujade-Villar., 2015, p. 11).

2.9 Valor económico

La mayoría de las especies pueden considerarse "benéficas" (Aculeata), ya que desempeñan un papel crucial en cuestiones relacionadas con la gestión de plagas (parasitoides y depredadores), la polinización y la apicultura, pero algunas pueden calificarse de "destructivas" (Symphyta) porque pueden engendrar plagas forestales (Fernández y Pujade-Villar, 2015: p. 1).

2.10 Insectos Parasitoides

De acuerdo con Bernal (2007, p. 62) Cualquier insecto que en su fase larvaria vive como parásito de otro artrópodo, conocido como huésped, mientras que en su forma adulta vive libremente, se denomina parasitoide. Existen características relevantes que distinguen a los parasitoides de los parásitos; por ejemplo, el parasitoide tiene como resultado la muerte del huésped en la mayoría de las ocasiones, tienen un tamaño similar al de su huésped, su ciclo de vida es relativamente sencillo y pertenecen a un grupo taxonómico cercano al de su huésped, el cual suele ser un insecto. En el pasado, se utilizaba la palabra "parásito" para describir a los parasitoides, pero actualmente se evita hacerlo para destacar las diferencias existentes, como el hecho de que los parasitoides buscan y seleccionan a sus huéspedes de manera activa y cuidadosa (Bernal, 2007, p.63).

La capacidad de un parasitoide para reproducirse depende de su habilidad para encontrar y escoger al huésped adecuado. Por lo tanto, se comprende que sus comportamientos de búsqueda y selección están influenciados por factores genéticos y han sido moldeados por la selección natural. Esto se debe a que los parasitoides que no encuentren un huésped no pueden reproducirse. Esta característica es muy valiosa para el control biológico pues, a mayor éxito en la reproducción, existe un aumento en el parasitismo, en la mortalidad de los huéspedes y en el nivel de control biológico (Bernal, 2007, p.63).

Se enumeran en orden las estrategias de vida parasitoide en:

1. La caza proactiva y concentrada del parasitoide hembra maduro en busca de hospedadores Bernal (2007, p.63).
2. Tras ser encontrado, se reproduce por oviposición sobre, cerca o dentro del hospedador. 2007, p. 63).
3. Tras devorar parcial o totalmente al hospedador, la larva parasitoide crece y emerge como parasitoide adulto. (2007, p. 63).

2.11.1 Tipos de insectos parasitoides

2.11.1.1 Según su localización respecto del huésped

- *Ectoparasitoides*: Se les denomina a aquellos parasitoides que se ubican y alimentan fuera del cuerpo del hospedero.

- *Endoparasitoides*: Se les denomina aquellos parasitoides que se localizan y alimentan dentro del cuerpo del hospedero
- *Mesoparasitoides*: Se llaman a aquellos parasitoides que se alimentan y desarrollan al interior y exterior del huésped.

2.11.1.2 Según el número de parasitoides por huésped

- *Solitarios*: Se denomina a aquellos en donde solo un ejemplar se desarrolla dentro de su hospedador (Nájera y Souza, 2010: p. 36).
- *Gregarios*: Se denominan aquellos en los que se desarrollan varios parasitoides en su hospedero (Nájera y Souza, 2010: p. 36).

2.11.1.3 Según el estadio en el cual atacan al huésped

- *Idiobiontes*: Son parasitoides de huevos, larvas y pupas que, al alimentarse de los hospedadores, estos dejan de desarrollarse tras ser parasitados en este escenario (Nájera y Souza, 2010: p. 36).
- *Koinobiontes*: Se trata de parasitoides que se alimentan de hospedadores que siguen creciendo tras ser parasitados, son parasitoides de los estadios huevo-larva, larva-pupa (Nájera y Souza, 2010: p. 36).

2.11 Género *Anaphes* Haliday

El género mundial *Anaphes* contiene una variedad de especies conocidas como parasitoides de varias órdenes de insectos; entre las características que definen este género incluyen: ala delantera con seta encajada (Huber, 1986; citado en Huber y Triapitsyn, 2017: p. 44).

El parasitoide *Anaphes nitens* hace que el parasitoidismo aumente a temperaturas superiores a 10 °C, mientras que permanece estable a temperaturas inferiores en climas más fríos (Schröder et al., 2019; Santolamazza Carbone et al., 2008: citados en Avilés, 2019, p. 20).

2.12 Técnicas de muestreo de entomofauna

Los invertebrados tienen la virtud de ser pequeños y de explotar generalmente una pequeña área (microhábitats), ocupando diferentes microhábitats durante los distintos estados del ciclo de vida (Martella et al., 2012).

Las trampas permiten obtener índices de abundancia y se debe tener en cuenta que la tasa de captura puede depender mucho de las condiciones climáticas, entre ellas se encuentra (Martella et al., 2012):

- **Trampas de platos amarillos:** Con esta técnica los insectos voladores son atraídos y atrapados en agua (especialmente himenópteros y dípteros).
- **Trampas de intersección del vuelo:** Bloquean el vuelo con una fina malla, luego los insectos caen dentro de una bandeja.
- **Trampas de luz:** Se utilizan sobre todo con insectos nocturnos que atraen la luz, como polillas y mosquitos.

2.13 Abundancia poblacional

Martella et al. (2012, p. 7) la define como una actividad esencial para la obtención de datos con fines de investigación y respaldo a la toma de decisiones de manejo; sin embargo, la abundancia es una variable de limitada utilidad debido a que no incluye ninguna información acerca del área de distribución de una población; la densidad poblacional es un factor demográfico que facilita la homogenización de datos y la comparación en diferentes momentos y lugares. Se define como el promedio de individuos de una población por cada unidad de superficie o hábitat.

2.14 Diversidad de especies

Maiti y Maiti (2017, p. 246) describen desde una perspectiva ecológica, la diversidad de especies medida por la riqueza de especies (número de especies diferentes dentro de una región, unidad taxonómica o comunidad), la composición de especies (una lista de especies o combinaciones de especies) y la abundancia relativa de especies.

Así, la diversidad de especies está relacionada con la diferenciación ecológica y evolutiva entre especies, además de ser una herramienta importante para estudiar la biodiversidad se utiliza para la conservación, ayuda a evaluar la homogeneidad del medio ambiente ya determinar la sensibilidad de especies y ecosistemas e indica el estado del ecosistema (Maiti y Maiti, 2017; p. 246).

2.15 Riqueza

La riqueza, representa una única pero importante métrica que es valiosa como moneda común de la diversidad de la vida. (Supriatna, 2018, p. 2). López-Mejía y Moreno (2017, p. 183) resaltan su importancia para detectar cuántas veces es mayor la riqueza de una comunidad con respecto a

otra, o sea, la proporción de riqueza o diferencia relativa en el número de especies entre comunidades.

2.16 Índices de diversidad

La importancia de medir la biodiversidad se justifica en los cambios continuos debido a las actividades naturales o antropogénicas que por lo general alteran el paisaje, degradan los ecosistemas y agotan los recursos. A continuación, se mencionan importantes índices utilizados en ecología para medir la diversidad de poblaciones:

2.16.1 Índice de Shannon

También recibe el nombre de índice de Shannon-Weaver y mide la heterogeneidad de una comunidad en función del número de especies presentes y su abundancia relativa (Pla, 2016, p. 583). Calcula el grado medio de incertidumbre a la hora de determinar a qué especie pertenecería un individuo elegido al azar de una colección (Magurran, 1988; Peet, 1974; Baev y Penev, 1995; citados en Moreno, 2001, p. 43) y supone que los participantes se eligen al azar y que la muestra contiene miembros de todas las especies.

2.16.2 Índices de diversidad de Simpson

El índice de Simpson mide la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar de una muestra pertenezcan a la misma especie (Moreno, 2006, p. 41), dicho de otra forma representa la dominancia de una especie con respecto hallada en una comunidad; dentro de este, se encuentra el Índice de diversidad de Simpson (expresado como 1-D) que refleja la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar de una muestra pertenezcan a especies diferentes (Maiti y Maiti , 2017, p. 254); un último índice es el Recíproco de Simpson (1/D) que expresa la presencia de una o más especies en una comunidad .

CAPÍTULO III

3 MARCO METODOLÓGICO

3.1 Localización del área de estudio

La presente investigación se realizó en las haciendas “Pisangacho” y “La Magdalena” pertenecientes a la empresa NOVOPAN del Ecuador S.A. Estas se ubican en la provincia de Imbabura, cantones San Miguel de Urcuquí e Ibarra respectivamente.

Hacienda “Pisangacho”

Tabla 1-3: Coordenadas de la Hacienda “Pisangacho”

Grado altitudinal	Coordenadas
1	0° 25′ 32.484" N 78° 12′ 20.613" W
2	0° 25′ 12.166" N 78° 13′ 58.159" W
3	0° 25′ 23.646" N 78° 15′ 3.268" W

Realizado por: Valencia Hurtado, Clara, 203

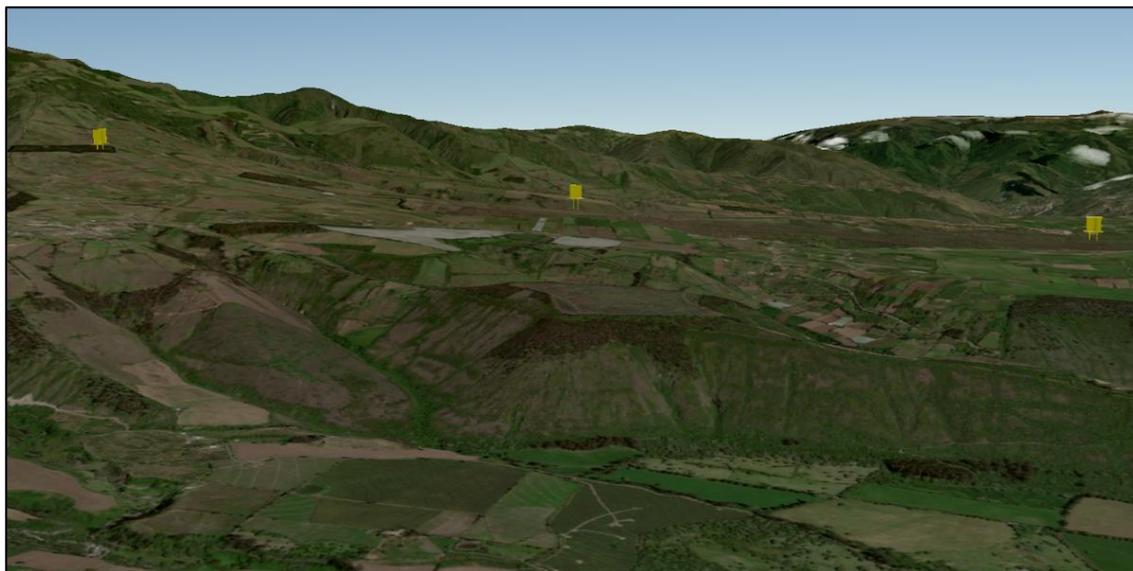


Ilustración 1-3. Distribución del gradiente altitudinal de la Hacienda “Pisangacho”

Realizado por: Valencia C., 2023

Hacienda “La Magdalena”

Tabla 2-3: Coordenadas de la Hacienda “La Magdalena”

Grado altitudinal	Coordenadas
1	0° 14' 16.948" N 78° 6' 3.401" W
2	0° 14' 3.908" N 78° 6' 19.706" W
3	0° 13' 39.594" N 78° 6' 19.979" W

Realizado por: Valencia C., 2023

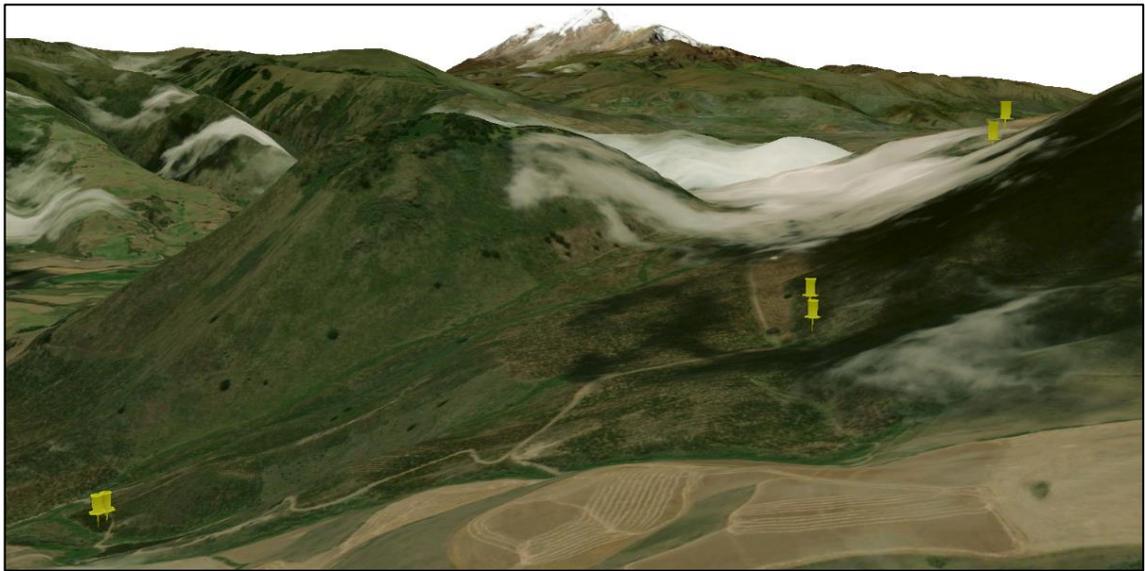


Ilustración 2-3. Distribución del gradiente altitudinal de la Hacienda “La Magdalena”

Realizado por: Valencia C., 2023

3.2 Ubicación geográfica

3.2.1 Ubicación de la Hacienda "Pisangacho"

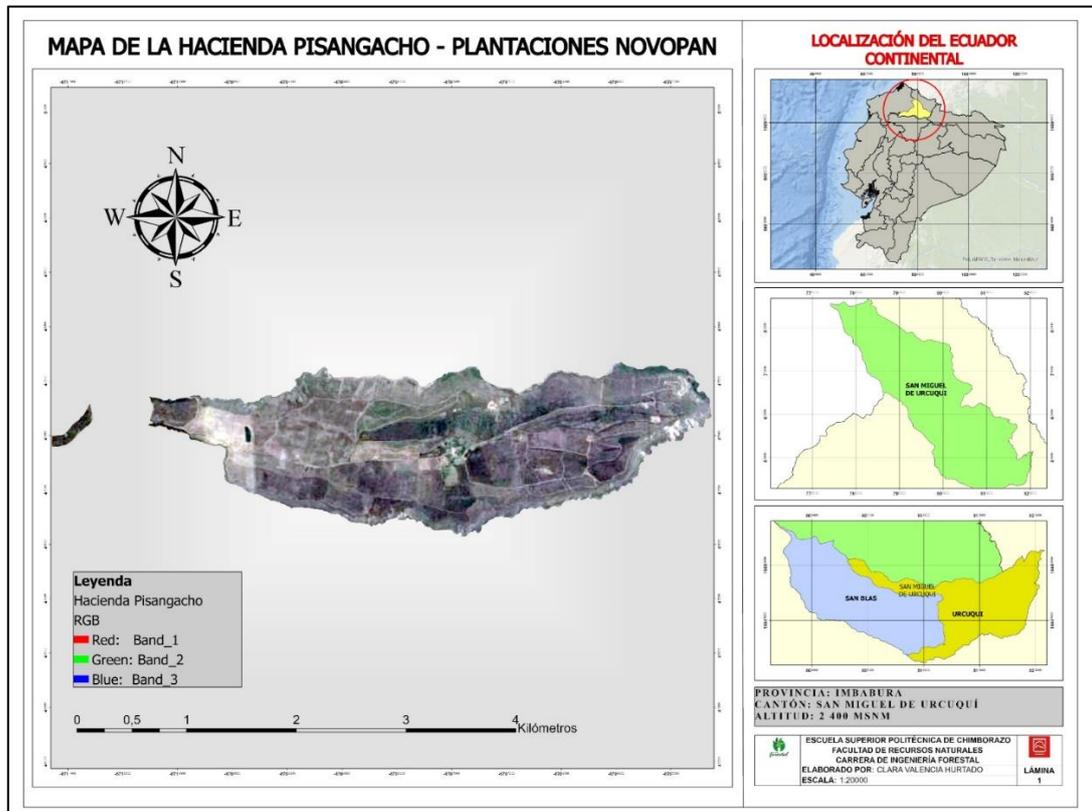


Ilustración 3-3. Mapa temático de ubicación de la Hacienda Pisangacho, San Miguel de Urcuquí

Realizado por: Valencia C., 2023

3.2.2 Ubicación de la Hacienda “La Magdalena”

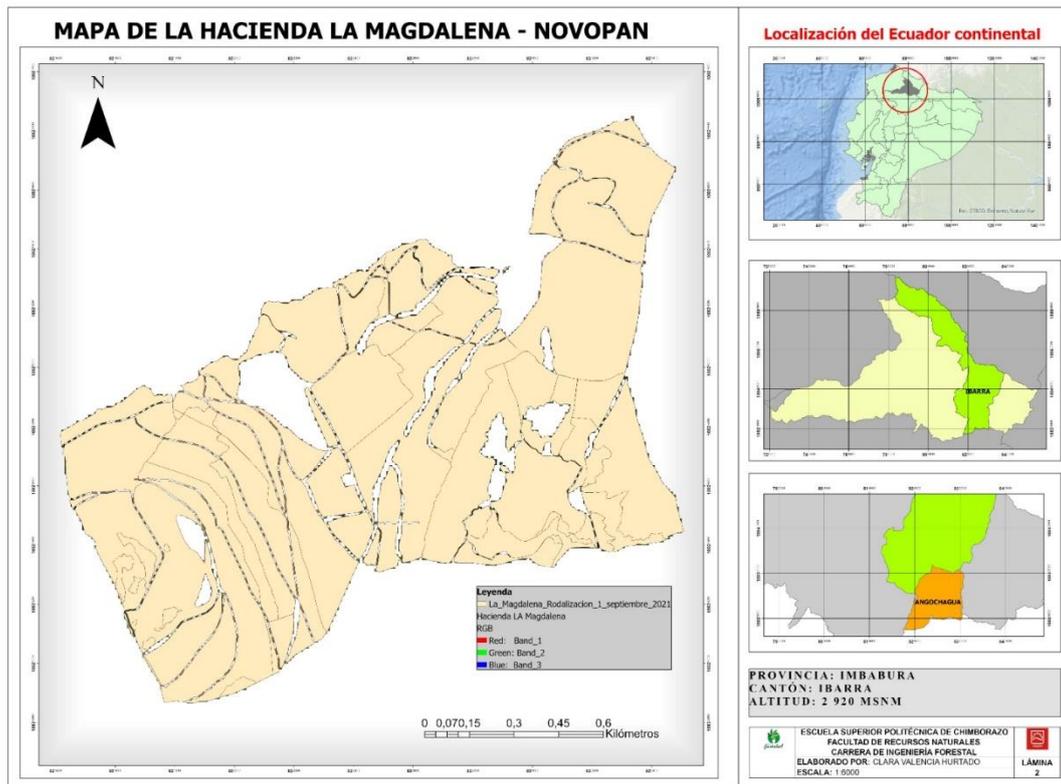


Ilustración 4-3. Mapa temático de ubicación de la Hacienda Pisangacho, San Miguel de Urquí

Realizado por: Valencia C., 2023

3.3 Condiciones climáticas

Cantón San Miguel de Urquí

Clima

El clima predominante en el cantón Urquí es el ecuatorial meso térmico semi húmedo, tiene dos estaciones lluviosas que van entre febrero-mayo y octubre-noviembre; su temperatura media oscila entre 12 y 20°C (GAD San Miguel de Urquí, 2021: p. 55).

Precipitación

Urquí se caracteriza por presentar precipitación anual de 500 mm a 2.000 mm, sus máximos lluviosos en los meses de abril y noviembre constituyendo un régimen de precipitaciones

interanual de distribución bimodal, siendo este “regular” a lo largo del año (GAD San Miguel de Urcuquí, 2021: p. 59).

Temperatura

En el cantón Urcuquí existe una variación de temperatura considerable debido a la diferencia de altitud existente, en Urcuquí, el rango de temperatura es de 17-18°C (GAD San Miguel de Urcuquí, 2021: pp. 59-60).

Cantón Ibarra

Clima

La singular diversidad climática del cantón Ibarra abarca desde el gélido ambiente andino de la región de Angochagua hasta el clima tropical seco del valle del Chota, pasando por el calor húmedo de las regiones de Lita y Carolina (Gobierno Autónomo Descentralizado del Municipio San Miguel de Ibarra, 2021, p.60).

Temperatura

La ubicación geográfica del cantón influye en la variación de la temperatura en él. Así, las temperaturas oscilan entre 6° y 12° Celsius en las parroquias que figuran en regiones de mayor altitud, como San Antonio, La Esperanza y Angochagua, que bordean el volcán Imbabura (Gobierno Autónomo Descentralizado del Municipio San Miguel de Ibarra, 2021, p.18).

Precipitación

En las parroquias de la región sur del cantón se encuentra la parroquia de San Antonio, que recibe entre 500 mm y 1000 mm de precipitación anual. La parroquia de Angochagua tiene precipitaciones que oscilan entre 1000 mm y 2000 mm, y La Esperanza tiene precipitaciones que oscilan entre 750 mm y 1250 mm (Gobierno Autónomo Descentralizado del Municipio San Miguel de Ibarra, 2021, p.18).

3.4 Materiales

3.4.1 Equipos electrónicos

Computador portátil

Cámara fotográfica

Impresora

Internet

GPS

3.4.2 De Campo

Estacas de pigüe (*Piptocoma discolor*)

Pintura en aerosol

Viandas plásticas amarillas

Platos plásticos blancos (500cc)

Tachuelas

Papel calco

Libreta de campo

Cooler

3.4.3 De laboratorio

Estereoscopio

Pinzas entomológicas

Microtubos eppendorfs de 1.5

Frascos para muestra de laboratorio

Caja Petri de vidrio

3.4.4 De oficina

Cinta de papelería

Alfileres

Lápiz

Borrador

Esferográfico

Pincel

3.4.5 Insumos

Alcohol al 96%

Agua purificada

Detergente en barra sin aromatizantes

3.5 Diseño

Para determinar si habían diferencias con respecto a la abundancia y la riqueza (familias) de Hymenoptera en un gradiente altitudinal se aplicó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) tomando como factor de bloqueo las fechas en que se realizaron los muestreos, como tratamientos el gradiente altitudinal (zona baja, media alta), las variables dependientes correspondieron a: abundancia y riqueza de Hymenoptera, mientras que las condiciones climáticas representaron las variables independientes en este estudio; y, por último, la unidad experimental la constituyeron los platos instalados en las gradientes altitudinales.

Hacienda “Pisangacho”

Tabla 3-3: Diseño Experimental para la Hacienda “Pisangacho”

BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III
T1: 1er Plato – 2do Plato	T3: 1er Plato – 2do Plato	T2: 1er Plato – 2do Plato
T3: 1er Plato – 2do Plato	T1: 1er Plato – 2do Plato	T3: 1er Plato – 2do Plato
T2: 1er Plato – 2do Plato	T2: 1er Plato – 2do Plato	T1: 1er Plato – 2do Plato

T: Tratamientos - Gradiente altitudinal: 1 (Baja), 2 (Media), 3 (Alta). Bloque: Temporada de muestreo – I: Muestreo 1, II: Muestreo 2; III: Muestreo 3

Realizado por: Valencia C., 2023

Hacienda “La Magdalena”

Tabla 4-3: Diseño Experimental para la Hacienda “La Magdalena”

BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III
T1: 1er Plato – 2do Plato	T3: 1er Plato – 2do Plato	T2: 1er Plato – 2do Plato
T3: 1er Plato – 2do Plato	T1: 1er Plato – 2do Plato	T3: 1er Plato – 2do Plato
T2: 1er Plato – 2do Plato	T2: 1er Plato – 2do Plato	T1: 1er Plato – 2do Plato

T: Alturas: 1 (Baja), 2 (Media), 3 (Alta). Bloque: Temporada cuando se realizó el muestreo

Realizado por: Valencia C., 2023

3.6 Métodos

El presente estudio se realizó con la finalidad de identificar por familias los insectos de orden Hymenoptera colectados en el área de estudio determinada, así como la riqueza en familias y abundancia de Hymenoptera. También se estudió la distribución y abundancia de *Anaphes nitens* Haliday capturados en la zona.

En esta investigación se distribuyeron dos platos amarillos en cada una de las gradientes altitudinales, determinados como zonas baja, media y alta.

La empresa NOVOPAN DEL ECUADOR S.A. tiene plantaciones de algunas especies del género *Eucalyptus* tanto en la Hacienda “Pisangacho” como “La Magdalena”, en este estudio se instalaron las trampas cerca de individuos de *Eucalyptus globulus* y *E. benthamii*.

3.6.1 Recolección de insectos de Orden Hymenoptera

La realización de este objetivo se basó en un estudio realizado por (Vázquez et al., 2020; p.102) y (Shweta y Rajmohana, 2016: p.393) quienes utilizaron la técnica de platos amarillos en solución jabonosa, debido a la atracción que sienten los Hymenoptera por este color, mismos que, al caer en la solución jabonosa quedan atrapados.

3.6.1.1 Platos pintados con aerosol

La búsqueda de estos recipientes amarillos no fue exitosa, en consecuencia, se utilizó aerosol amarillo para conseguir este color en las bandejas.

Con el aerosol se pintó la cara externa del primer plato y la cara interna del segundo plato. Se recomienda utilizar una mascarilla para prevenir alguna intoxicación.

3.6.1.2 Preparación de solución

Se utilizó detergente en barra sin aromas (para evitar que fuertes fragancias ahuyenten a los insectos).

Se vertió agua purificada en un recipiente y posterior a esto se adicionó un poco del jabón (la cantidad de este detergente se llevó a cabo mediante una acción de lavado de manos). El detergente se usa para romper la tensión superficial del agua, así que los insectos quedaron sumergidos a la base del plato, lo que facilitó la recolección.

3.6.1.3 Instalación de trampas

Se escogieron aleatoriamente 3 sitios en las dos Haciendas en estudio con cierta diferencia en el gradiente altitudinal.

La construcción de las trampas se realizó en campo para evitar el deterioro de los platos y facilitar la instalación.

La presente metodología para la elaboración de las trampas activas necesitó de dos platos, una estaca, solución jabonosa, tachuelas. Dicho esto, se aplicaron los siguientes pasos:

1. La faz externa del primer plato se unió al lado superior plano de la estaca en el centro del primer plato se atravesó una o dos tachuelas (para asegurar que no se desprege de la estaca)

por la cara interna del primer plato hasta que la misma ingrese a la estaca (esto sirvió como base para colocar el segundo plato).

2. Una vez realizado el paso anterior, se colocó el segundo plato encima del primer plato (en este se vertió la solución jabonosa).

En cada uno de los grados altitudinales se instalaron 2 trampas (la justificación a esto es que, al colocar solo una trampa por altitud, se corre el riesgo de que factores como el clima, ganado u otros aspectos puedan provocar la caída de la trampa, y, por ende, la pérdida de todo un día de trabajo). Para obtener resultados óptimos con la recolecta, se procuró llevar a cabo la instalación en sitios que presenten flores.



Ilustración 5-3. Trampa instalada en la zona alta de la Hacienda “La Magdalena”

Registro de datos climáticos

Los muestreos se realizaron en diferentes fechas. La primera se realizó en el mes de agosto de 2022, el segundo muestreo se llevó a cabo en noviembre de 2022, finalmente, último muestreo se realizó en enero de 2023. Las variables climáticas fueron diferentes y se registraron por medio de la aplicación cartográfica web “*DATA ACCESS VIEWER*” de *The Prediction Of Worldwide Energy Resources (POWER) PROJECT*, de acuerdo con (NASA, 2022) proporciona información meteorológica para los recursos agrícolas.

Enlace de acceso a la aplicación Web: <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>

En la aplicación de la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA) POWER PROJECT Data Access, se tomaron como parámetros Precipitación, Humedad relativa a 2 metros, Temperatura a 2 metros y Velocidad del viento a 2 metros; este rango de 2 metros da una idea general de cuál es la temperatura actual y cuál será en el futuro en la superficie de la Tierra.

Además de los 4 días que duró el muestreo desde el día de la instalación de las trampas, se extrajeron los datos de una semana (7) antes de realizar el muestreo con el fin de obtener mejor precisión con respecto a las capturas. Es decir, en el eje horizontal de las gráficas se presentaron 11 datos en donde 1-7 corresponden a la semana previa al muestreo y 8-11 correspondieron a los días que duró el muestreo.

3.6.1.4 Toma de coordenadas

Las coordenadas se tomaron con la ayuda del dispositivo GPS portátil Garmin GPSMAP 64st en cada uno de los grados altitudinales en donde se instalaron las trampas (Ver Ilustración 2-3).



Ilustración 6-3. Dispositivo GPS utilizado para la toma de coordenadas

3.6.1.5 Colecta de muestras

La recolección de las muestras se realizó pasadas las 24 horas. Con ayuda de unas pinzas con punta curva de laboratorio, se retiraron las muestras de las trampas para luego ser colocadas en un frasco para muestra de laboratorio correctamente etiquetados (Ver Ilustración 7-3).

En este estudio se trabajó con alcohol al 96%, su elevado porcentaje de concentración es perfecto para procesos moleculares (Montaño et al., 2012). Los insectos que no fueron notorios a simple vista se colocaron en otro frasco etiquetado y fueron llevados a laboratorio para ser observados por medio del estereoscopio y así evitar que se pierda información del Orden Hymenoptera.



Ilustración 7-3. Traslado de insectos atrapados a los frascos de laboratorio

3.6.1.6 *Etiquetado*

Para identificar correctamente las muestras y evitar cualquier error en la alteración o confusión de la información, los frascos se etiquetaron con el siguiente código:

I-A-M-D-#plato

Donde:

I: Las dos haciendas se encuentran en la provincia de Imbabura, por lo tanto, I1 para la hacienda “Pisangacho e I2 para la hacienda “La Magdalena”.

A: Altitud. A1 altitud baja, A2 altitud media, A3 altitud alta.

M: # Muestreo. M1, M2, M3. Por los tres muestreos que este estudio tuvo.

D: # día de recolección de muestras. D1, D2, D3. Por los tres días que duró el muestreo.

#Plato: Plato 1, Plato 2

3.6.2 *Abundancia y riqueza de Hymenoptera*

3.6.2.1 *Identificación por familias Hymenoptera*

Las muestras permanecieron en el laboratorio GDETERRA perteneciente a la Carrera de Agronomía, Facultad de Recursos Naturales, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, utilizando el estereoscopio microscopio AmsCope, Estados Unidos, conectado a una cámara AmsCope MU400, el material colectado fue separado a nivel de familia bajo lupa estereoscópica.

Para efectuar la identificación se utilizaron los libros “*Borror And DeLong’s Introduction To The Study Of Insects* 7ma edición” de Triplehorn y Norman (2005; pp.492-554) y el libro “*Hymenoptera of the World*” de Goulet y Huber, 1993 tomando como claves de identificación: venación de alas, caracteres antenales (forma de antenas, número de segmentos en antenas), caracteres de patas (número de segmentos del tarso, forma del fémur o tibia).

3.6.2.2 *Cálculo de datos de abundancia y riqueza de Hymenoptera*

Con la finalidad de comprender mejor esta investigación, se utilizó el término “riqueza”, este hizo referencia al número de familias recolectadas, mientras que el término “abundancia” se tuvo un equivalente al número de individuos capturados en las zonas de muestreo.

Para determinar la abundancia se usó Visual Basic, a través de esto se hizo una programación que permitió determinar la riqueza (familias) y abundancia (individuos) presentes en los tres muestreos realizados en las Haciendas en estudio

3.6.3 *Medición de índices de diversidad*

3.6.3.1 *Índice de Simpson*

Por medio de este cálculo medimos la riqueza de la entomofauna de orden Hymenoptera encontrada en las dos haciendas. Este índice se cuantificó empezando desde el número de insectos encontrados y de su abundancia relativa. El índice varía entre 0 y 1; si el valor se acerca más a 1 significó mayor diversidad; pero, si el valor se acerca más a cero representó menor diversidad.

$$\frac{\sum ni(ni - 1)}{(N(N - 1))}$$

Fuente: Osorio, 2013

Donde:

ni = número de individuos de la especie i

N = número total de individuos de la población

S = número total de especies de la población

Para determinar la dominancia de este índice, se utilizó la tabla interpretativa de (Alcocer, 2014: p. 709) (Ver tabla 3-3).

Tabla 5-3: Guías para interpretar los valores del Índice de diversidad de Simpson

Valores	Interpretación
0,00 – 0,35	Diversidad baja
0,36 – 0,75	Diversidad media
0,76 – 1,00	Diversidad alta

Fuente: Dousdebes, 2017

3.6.3.2 Índice de Shannon

Este índice mide la variedad de especies en los ecosistemas y su abundancia relativa. Los valores en este índice van entre 0 y 3. Si el valor es mayor a 3, significará que existe una alta diversidad; si el valor varía entre 2 y 3 las especies están en equilibrio; sin embargo, si el valor es menor a 2, la diversidad es baja.

$$p_i = \frac{n_i}{N}$$

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

Fuente: Osorio, 2011

Donde:

H' = - Sumatoria $p_i \ln p_i$

p_i = n_i / N ; **p_i** = probabilidad de ocurrencia de especies i

N = número total de individuos

n_i = número de individuos de la especie i

HS = Diversidad relacionada al número de especies

S = Número total de especies

p_i = Probabilidad de ocurrencia de especies i (que es la abundancia de especies sobre el número total de individuos medidos entre 0.0 y 1.0)

Se determinó por medio de una tabla interpretativa el Índice de Diversidad de Shannon (Fernando et al, 1998; citado en Baliton, et al., 2020).

Tabla 6-3: Esquema de clasificación para el Índice de Shannon

Valores	Interpretación
0,1 – 1,5	Diversidad baja
1,6 – 3,0	Diversidad media
3,1 – 4,5	Diversidad alta

Fuente: Dousdebes, 2017

3.6.4 Muestreo de *Anaphes nitens*

Se seleccionaron 3 árboles por cada grado altitudinal (zona baja, zona media y zona alta). Por cada árbol escogido, se extrajeron 10 ootecas pseudo parasitadas y colocaron en frascos de muestras de laboratorio para su traslado al laboratorio.

Para efectuar la recolección se basó en un estudio realizado por (Gonzalez et al., 2014), con ciertos cambios. Se recolectaron 10 ootecas ni muy nuevas (por ausencia de parasitoidismo aún), ni muy antiguas (los parasitoides ya pudieron haber eclosionado).

3.6.4.1 Creación de cámaras de crianza

Con ayuda de tijeras se recortó un círculo pequeño en el centro de las tapas de tarrinas de 500 cc para proporcionarles aireación y que estos no logren escapar se pegará retazo de tela filtro, para este proceso se requirió de pegamento en aerosol.

3.6.4.2 Etiquetado para muestreo de *Anaphes nitens*

El código utilizado para identificar las muestras fue el siguiente:

I-A-M-D-#árbol

Donde:

I: Imbabura. I1 (Hacienda. Pisangacho) e I2 (Hacienda. La Magdalena)

A: Altitud. A1 (baja), A2 (media), A3 (alta)

M: # Muestreo. M1, M2, M3

Árbol: 1, 2, 3

3.6.4.3 Selección de árboles

Se escogió de manera aleatoria los árboles de los cuales se recogieron las ootecas, estas fueron 3 por cada zona, se buscaron árboles en los alrededores de las trampas instaladas para la diversidad de Hymenoptera. Las zonas, al igual que para la diversidad fue por grado altitudinal; es decir, zona baja, zona media, zona alta.

3.6.4.4 *Recolección de ootecas*

Inicialmente para alcanzar este objetivo, se pensó en una misma metodología con el inventario de diversidad de Hymenoptera. Pero en el primer muestreo se observó inexistencia de *Anaphes nitens* en las trampas; por ello, se procedió a cambiar a una técnica más falible enfocada en la obtención de este parasitoide.

Para esta metodología, se recogieron 10 ootecas por cada árbol, de manera que se obtuvieron 30 ootecas por los 3 árboles y 90 ootecas por las 3 zonas (Este valor fue inexacto debido al número de ootecas que tuvo el árbol al momento de la recolecta).

Al ejecutar la recolección en campo, se dispuso las ootecas en frascos de muestra de laboratorio acondicionadas para la colocación de las posibles ootecas parasitadas hasta llevarlas al laboratorio.

3.6.4.5 *Traslado de muestras a laboratorio*

Se llevaron las muestras al laboratorio y se trasladaron de los frascos a cajas Petri. En estas, colocar papel absorbente con un poco de agua purificada, luego de esto, ingresar las ootecas, finalmente sellar con Parafilm.

Para el segundo muestreo, por problemas de humedad con cajas Petri, se cambiaron estas por tarrinas plásticas de 500cc, en donde se adecuaron como cámaras de crianza, correctamente etiquetadas.

Esperamos un aproximado de 20 días para observar cuántos individuos eclosionaron de los huevos. Además de eso, al terminar los 20 días, se llevaron las ootecas al microscopio estereoscopio (marca, país) para revisar huevo por huevo, si se hallaron huevos eclosionados y no eclosionados de *Anaphes nitens*; y huevos eclosionados y no eclosionados de *Gonipterus* sp.

Esto sirvió para determinar el porcentaje de parasitoidismo mediante una relación entre el porcentaje del total de huevos de *Gonipterus* sp sin parasitar (tanto eclosionados como no eclosionados) encontrados en las ootecas y el porcentaje del total de *A. nitens* (tanto eclosionados como no eclosionados) encontrados en la misma.



Ilustración 8-3. Cámaras de crianza utilizadas para eclosión de *Anaphes nitens*

CAPÍTULO IV

4 MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Procesamiento, análisis e interpretación de resultados

4.1.1 Recolección de insectos de orden Hymenoptera

Las trampas instaladas no solo fueron atrayentes de insectos de orden Hymenoptera, sino que también de otros órdenes como (en su mayoría) Diptera, Collembola y Thysanoptera.

La Hacienda “La Magdalena” posee pocas superficies de plantaciones del género *Eucalyptus*, siendo dominante plantaciones del género *Pinus*. Cabe mencionar que las plantaciones de la zona alta pertenecen a *E. benthamii* y *E. nitens*. Por otro lado, la Hacienda “Pisangacho” posee grandes superficies de especies del género *Eucalyptus*.

Hacienda “Pisangacho”

Tabla 1-4: Individuos de orden Hymenoptera recolectados en la Hacienda “Pisangacho”

Zona	Especie de Eucalipto	CODIGO	Abundancia	Altitud
Baja	<i>E. globulus</i>	I1A1M1D1	18	2294
Media	<i>E. benthamii</i>	I1A2M1D1	2	2553
Alta	<i>E. globulus</i>	I1A3M1D1	12	2828
Baja	<i>E. globulus</i>	I1A1M1D2	4	2294
Media	<i>E. benthamii</i>	I1A2M1D2	13	2553
Alta	<i>E. globulus</i>	I1A3M1D2	13	2828
Baja	<i>E. globulus</i>	I1A1M1D3	2	2294
Media	<i>E. benthamii</i>	I1A2M1D3	11	2553
Alta	<i>E. globulus</i>	I1A3M1D3	1	2828
Baja	<i>E. globulus</i>	I1A1M2D1	3	2294
Media	<i>E. benthamii</i>	I1A2M2D1	1	2553
Alta	<i>E. globulus</i>	I1A3M2D1	8	2828
Baja	<i>E. globulus</i>	I1A1M1D2	0	2294
Media	<i>E. benthamii</i>	I1A2M1D2	4	2553
Alta	<i>E. globulus</i>	I1A3M1D2	2	2828
Baja	<i>E. globulus</i>	I1A1M1D3	0	2294
Media	<i>E. benthamii</i>	I1A2M1D3	2	2553
Alta	<i>E. globulus</i>	I1A3M1D3	3	2828
Baja	<i>E. globulus</i>	I1A1M3D1	2	2294
Media	<i>E. benthamii</i>	I1A2M3D1	10	2553

Alta	<i>E. globulus</i>	I1A3M3D1	6	2828
Baja	<i>E. globulus</i>	I1A1M3D2	1	2294
Media	<i>E. benthamii</i>	I1A2M3D2	5	2553
Alta	<i>E. globulus</i>	I1A3M3D2	6	2828
Baja	<i>E. globulus</i>	I1A1M3D3	5	2294
Media	<i>E. benthamii</i>	I1A2M3D3	5	2553
Alta	<i>E. globulus</i>	I1A3M3D3	2	2828

I: Imbabura – **1:** Hacienda “Pisangacho” – **2:** Hacienda “La Magdalena”; **A:** Gradiente – **1:** bajo – **2:** medio – **3:** alto; **M:** muestreo – **1:** 1 – **2:** 2 – **3:** 3; **D:** día – **1:** 1ero – **2:** 2do – **3:** 3ero

Realizado por: Valencia C., 2023

En la columna denominada abundancia, las celdas con un cero hicieron referencia a que se ejecutó el muestreo, pero hubo ausencia de insectos en la trampa, (Ver tabla 2-4).

Se recolectaron 76 individuos en el primer muestreo, distribuidos en el gradiente altitudinal con 24 individuos en la zona baja, 26 en la zona media y 26 en la zona alta.

En el segundo muestreo la cantidad bajó abruptamente a un valor de 23 individuos distribuidos en el gradiente altitudinal con 3 individuos en la zona baja, 7 en la zona media y 13 en la zona alta.

Por último, en el tercer muestreo la población subió a un número de 42 especímenes distribuidos en el gradiente altitudinal con 8 en la zona baja, 20 en la zona media y 14 en la zona alta.

Hacienda “La Magdalena”

Tabla 2-4: Individuos de orden Hymenoptera recolectados en la Hacienda “La Magdalena” en un gradiente altitudinal

Zona	Especie de Eucalipto	CODIGO	Abundancia	Altitud
Baja	<i>E. globulus</i>	I1A1M1D1	11	2912
Media	<i>E. globulus</i>	I1A2M1D1	4	3094
Alta	<i>E. benthamii</i>	I1A3M1D1	30	3266
Baja	<i>E. globulus</i>	I1A1M1D2	17	2912
Media	<i>E. globulus</i>	I1A2M1D2	38	3094
Alta	<i>E. benthamii</i>	I1A3M1D2	77	3266
Baja	<i>E. globulus</i>	I1A1M1D3	7	2912
Media	<i>E. globulus</i>	I1A2M1D3	2	3094
Alta	<i>E. benthamii</i>	I1A3M1D3	9	3266
Baja	<i>E. globulus</i>	I1A1M2D1	20	2916
Media	<i>E. globulus</i>	I1A2M2D1	7	3015

Alta	<i>E. benthamii</i>	I1A3M2D1	4	3266
Baja	<i>E. globulus</i>	I1A1M1D2	12	2916
Media	<i>E. globulus</i>	I1A2M1D2	4	3015
Alta	<i>E. benthamii</i>	I1A3M1D2	10	3266
Baja	<i>E. globulus</i>	I1A1M1D3	10	2916
Media	<i>E. globulus</i>	I1A2M1D3	6	3015
Alta	<i>E. benthamii</i>	I1A3M1D3	6	3266
Baja	<i>E. globulus</i>	I1A1M3D1	5	2921
Media	<i>E. globulus</i>	I1A2M3D1	6	3091
Alta	<i>E. benthamii</i>	I1A3M3D1	11	3268
Baja	<i>E. globulus</i>	I1A1M3D2	19	2921
Media	<i>E. globulus</i>	I1A2M3D2	6	3091
Alta	<i>E. benthamii</i>	I1A3M3D2	7	3268
Baja	<i>E. globulus</i>	I1A1M3D3	4	2921
Media	<i>E. globulus</i>	I1A2M3D3	11	3091
Alta	<i>E. benthamii</i>	I1A3M3D3	3	3268

I: Imbabura – **1:** Hacienda “Pisangacho” – **2:** Hacienda “La Magdalena”; **A:** Gradiente – **1:** bajo – **2:** medio – **3:** alto; **M:** muestreo – **1:** 1 – **2:** 2 – **3:** 3; **D:** día – **1:** 1ero – **2:** 2do – **3:** 3ero

Realizado por: Valencia C., 2023

En la columna de individuos recolectados, las celdas con un cero hacen referencia a que se ejecutó el muestreo, pero hubo una inexistencia de los insectos en la trampa, (Ver tabla 2-4). Se recolectaron 195 individuos en el primer muestreo, distribuidos en el gradiente altitudinal con 35 individuos en la zona baja, 44 en la zona media y 116 en la zona alta.

Como resultado del segundo muestreo la población llegó a un número de 79 individuos; distribuidos en el gradiente altitudinal con 42 individuos en la zona baja, 17 en la zona media y 20 en la zona alta.

Por último, en el tercer muestreo la se mantuvo a un valor similar que el segundo muestreo con un total de 72 especímenes distribuidos en el gradiente altitudinal con 28 individuos en la zona baja, 23 en la zona media y 21 en la zona alta.

4.1.2 Abundancia y riqueza de Hymenoptera en las Haciendas “Pisangacho” y “La Magdalena”

Familias representativas de Hymenoptera recolectadas en las Haciendas “Pisangacho” y “La Magdalena”

Hacienda “Pisangacho”

a. PARASITOIDES

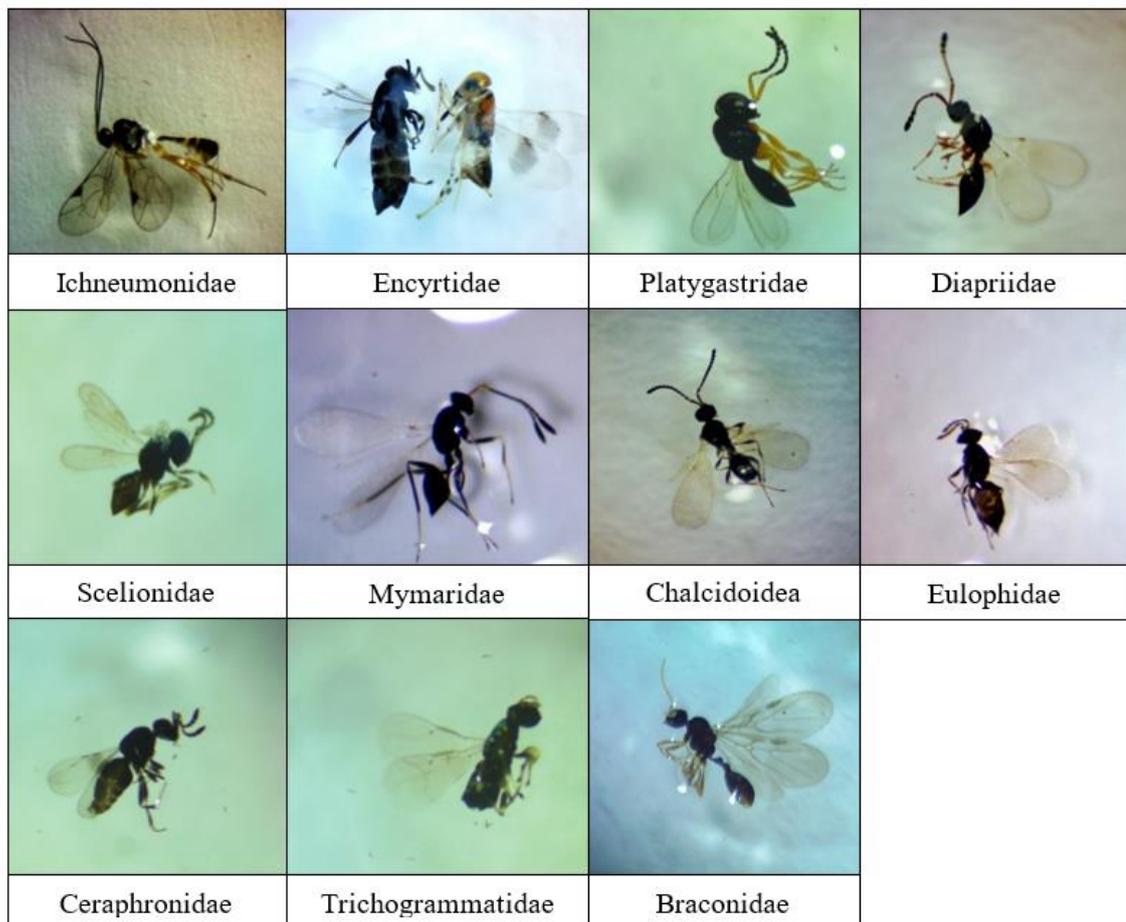


Ilustración 1-4. Familias de Hymenoptera (parasitoides) capturadas en la Hacienda “Pisangacho”

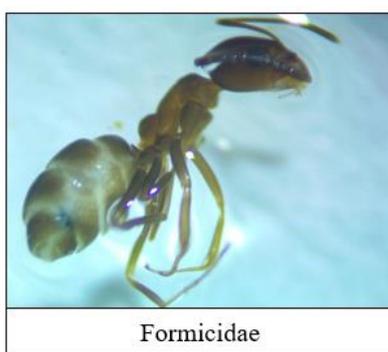
b. POLINIZADORES



Halictidae

Ilustración 2-4. Polinizadores capturados en la Hacienda “Pisangacho”

c. HERBÍVOROS, DEPRADADORES, O DETRITÍVOROS



Formicidae

Ilustración 3-4. Detritívoro capturado en la Hacienda “Pisangacho”

Tabla 3-4: Familias y abundancia por familias recolectadas en Hacienda “Pisangacho”

Familia	Rol Funcional	Individuos
Braconidae	Parasitoide	5
Ceraphronidae	Parasitoide	4
Chalcidoidea	Parasitoide	1
Diapriidae	Parasitoide	2
Encyrtidae	Parasitoide	45
Eulophidae	Parasitoide	1
Eupelmidae	Parasitoide	1
Formicidae	Herbívoras, Depredadoras, o detritívoras y colaboran en procesos fisicoquímicos del suelo	3
Halictidae	Polinizador	1
Ichneumonidae	Parasitoide	8
Mymaridae	Parasitoide	32
Platygastridae	Parasitoide	25

Pteromalidae	Parasitoide	6
Scelionidae	Parasitoide	2
Trichogrammatidae	Parasitoide	5

Realizado por: Valencia C., 2023

En la Hacienda Pisangacho se recolectaron un total de 141 individuos pertenecientes a 15 familias.

Expresado en porcentajes, el 86,67% lo componen a familias cuyo rol funcional es ser parasitoides; por consiguiente, el 6,67% de la población Hymenoptera muestreada corresponde a los polinizadores y, de forma similar, con un 6,67% aquellas familias que comparten más de un rol funcional.

Hacienda “La Magdalena”

a. PARASITOIDES

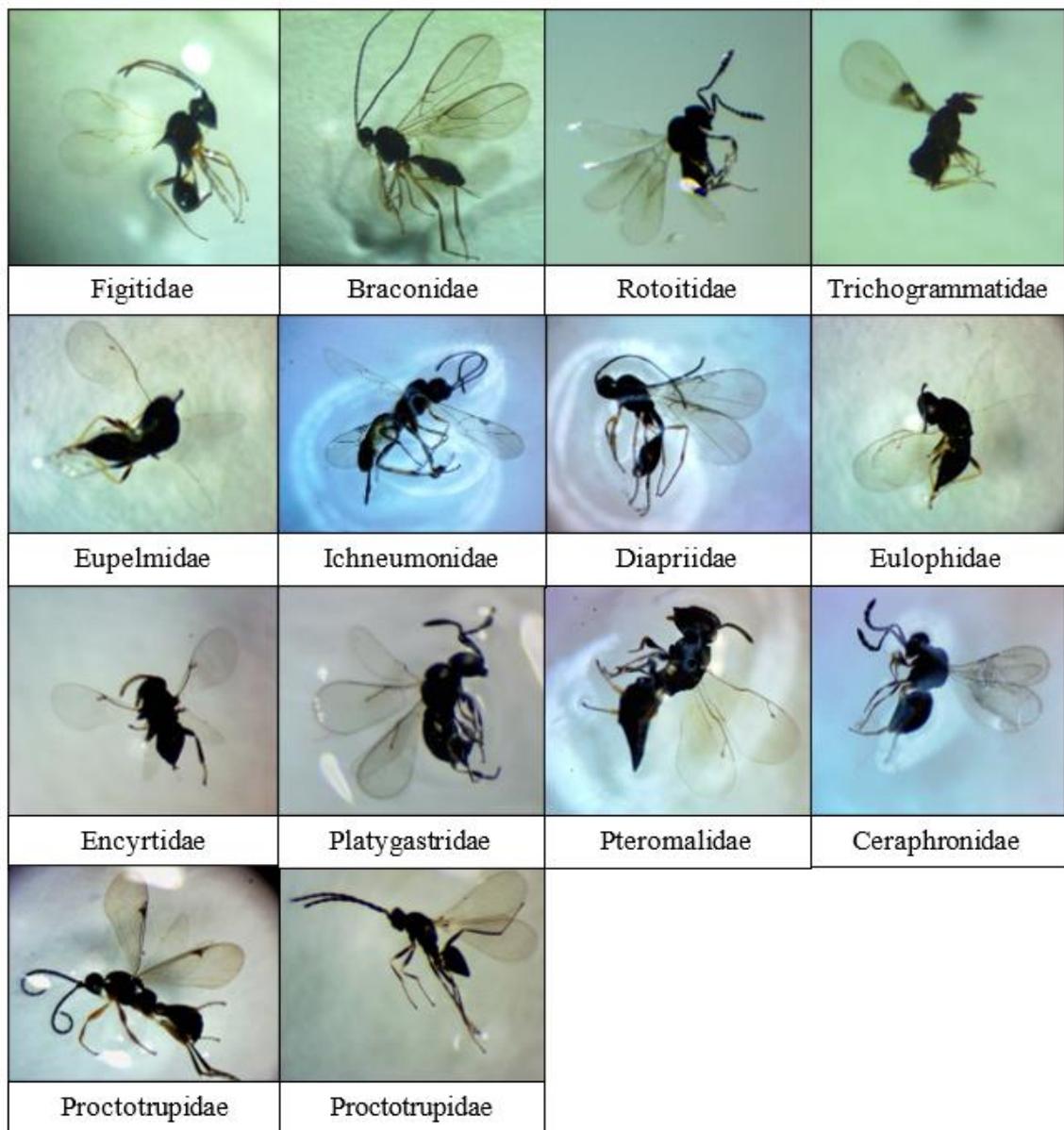


Ilustración 4-4. Familias de Hymenoptera (parasitoides) capturadas en la Hacienda “Pisangacho”

b. POLINIZADORES



Ilustración 5-4. Polinizadores capturados en la Hacienda “Pisangacho”

c. DEPREDADORES



Ilustración 6-4. Familias de Hymenoptera (depredadores) capturados en la Hacienda “Pisangacho”

Tabla 4-4: Familias y abundancia por familias de Hymenoptera recolectadas en Hacienda “La Magdalena”

Familia	Rol Funcional	Individuos
Andrenidae	Polinizador	7
Braconidae	Parasitoide	27
Ceraphronidae	Parasitoide	2
Crabronidae	Depredador	6
Diapriidae	Parasitoide	33
Encyrtidae	Parasitoide	121
Eulophidae	Parasitoide	4
Eupelmidae	Parasitoide	3
Evaniidae	Depredador, Polinizador	4
Figitidae	Parasitoide	50

Halictidae	Polinizador	2
Ichneumonidae	Parasitoide	21
Megaspilidae	Parasitoide	1
Mymaridae	Parasitoide	44
Platygastridae	Parasitoide	8
Proctotrupidae	Parasitoide	4
Pteromalidae	Parasitoide	4
Rotoitidae	Parasitoide	1
Trichogrammatidae	Parasitoide	6

Realizado por: Valencia C., 2023

La suma individuos recolectados en la Hacienda “La Magdalena”, fue un total de 346 especies pertenecientes a 19 familias.

Expresado en valores porcentuales, el 84,21% de los insectos Hymenoptera identificados tienen como rol funcional el parasitoidismo; por el contrario, los polinizadores conforman el 10,53% de los individuos recolectados. Finalmente, los depredadores lo componen el 5,26% de los individuos. Asimismo, con un 5,25% de la población Hymenoptera recolectada, se encuentran familias de himenópteros que comparten más de un rol funcional, tal es el caso de la familia Evaniidae, que tiene funciones como depredadores y polinizadores,

4.1.3 Evaluación de la abundancia y riqueza de Hymenoptera en un gradiente altitudinal en las Haciendas “Pisangacho” y “La Magdalena”

4.1.3.1 Abundancia de Hymenoptera en las Haciendas “Pisangacho” y “La Magdalena”

Hacienda “Pisangacho”

Tabla 5-4: Análisis de la Varianza (SC tipo III) de la abundancia de Hymenoptera en la Hacienda “Pisangacho” con respecto a la abundancia de Hymenoptera

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	490,44	4	122,61	9,85	0,0239
Bloque	468,22	2	234,11	18,81	0,0092
Tratamiento	22,22	2	11,11	0,89	0,478
Error	49,78	4	12,44		
Total	540,22	8			

Realizado por: Valencia C., 2023

En la tabla 5-4 el ANOVA indicó que no hubo diferencias estadísticas significativas del gradiente altitudinal en la abundancia de Hymenoptera en la Hacienda “Pisangacho”.

Hacienda “La Magdalena”

Tabla 6-4: Análisis de la Varianza (SC tipo III) en la Hacienda “La Magdalena” con respecto a la abundancia de Hymenoptera

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4034,67	4	1008,67	1,18	0,4367
Bloque	3134	3	1567	1,84	0,2712
Tratamiento	900,67	3	450,33	0,53	0,6254
Error	3405,33	4	851,33		
Total	7440	8			

Realizado por: Valencia C., 2023

De acuerdo con el análisis realizado con un nivel de confianza de 95%, el valor de p dio como resultado 0,6524 (p-valor>0,05), por ende, los datos no son estadísticamente significantes (ver tabla 6-4).

4.1.3.2 Riqueza de Hymenoptera

Hacienda Pisangacho

Tabla 7-4: Análisis de la Varianza (SC tipo III) en la Hacienda “Pisangacho” con respecto a la riqueza de Hymenoptera

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	31,11	4	7,78	3,68	0,1173
Tratamiento	22,89	2	11,44	5,42	0,0726
Bloque	8,22	2	4,11	1,95	0,2567
Error	8,44	4	2,11		
Total	39,56	8			

Realizado por: Valencia C., 2023

Los datos correspondientes a la Hacienda “Pisangacho” con respecto a la riqueza del sector detallado en la Tabla 7-4, mediante el análisis estadístico presentó un p-valor de 0,07, que, siendo mayor que 0,05 detalló que no existe significancia estadística.

Hacienda “La Magdalena”

Tabla 8-4: Análisis de la Varianza (SC tipo III) con respecto a la riqueza de Hymenoptera en la Hacienda “La Magdalena”

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	25,78	4	6,44	3,31	0,1363
Tratamiento	10,89	2	5,44	2,8	0,1736
Bloque	14,89	2	7,44	3,83	0,1177
Error	7,78	4	1,94		
Total	33,56	8			

Realizado por: Valencia C., 2023

En la tabla 8-4 se observó que, mediante el análisis estadístico con 95% de confianza, el valor de p resultó 0,17 (pvalor>0,05) por ende, los datos no son estadísticamente significativos.

4.1.4 Análisis de la diversidad de Hymenoptera

4.1.4.1 Índice de Simpson

Hacienda “Pisangacho”

Tabla 9-4: Diversidad de Simpson para las familias identificadas en la Hacienda “Pisangacho”

ESPECIES	ni	N	ni/N	ni*(ni-1)	N*(N-1)	ni*(ni-1) /N*(N-1)
Braconidae	5	141	0,03546099	20	19740	0,001013171
Ceraphronidae	4	141	0,02836879	12	19740	0,000607903
Chalcidoidea	1	141	0,0070922	0	19740	0
Diapriidae	2	141	0,0141844	2	19740	0,000101317
Encyrtidae	45	141	0,31914894	1980	19740	0,100303951
Eulophidae	1	141	0,0070922	0	19740	0
Eupelmidae	1	141	0,0070922	0	19740	0
Formicidae	3	141	0,0212766	6	19740	0,000303951
Halictidae	1	141	0,0070922	0	19740	0
Ichneumonidae	8	141	0,05673759	56	19740	0,002836879
Mymaridae	32	141	0,22695035	992	19740	0,050253293
Platygastridae	25	141	0,17730496	600	19740	0,030395137
Pteromalidae	6	141	0,04255319	30	19740	0,001519757
Scelionidae	2	141	0,0141844	2	19740	0,000101317
Trichogrammatidae	5	141	0,03546099	20	19740	0,001013171
SIMPSON INDEX						0,188449848

1/D (SIMPSON):	5,306451613
1-D (SIMPSON):	0,811550152

Realizado por: Valencia C., 2023

Según los resultados de la tabla 9-4 pertenecientes a la Hacienda “Pisangacho”, la dominancia es de 0,18 lo cual indicó que es un valor relativamente bajo. Esto significó que no hay una familia que predomine sobre las demás. Por otra parte, el índice de diversidad de Simpson fue 0,81, por lo que al ser un valor cercano a 1, indica una alta diversidad en la Hacienda estudiada.

Hacienda “La Magdalena”

Tabla 10-4: Diversidad Simpson para las familias capturadas en la Hacienda “La Magdalena

ESPECIES	ni	N	ni/N	ni*(ni-1)	N*(N-1)	ni*(ni-1)/N*(N-1)
Andrenidae	7	346	0,02023121	42	119370	0,0003518
Braconidae	27	346	0,07803468	702	119370	0,0058809
Ceraphronidae	2	346	0,00578035	2	119370	0,0000168
Crabronidae	6	346	0,01734104	30	119370	0,0002513
Diapriidae	33	346	0,09537572	1056	119370	0,0088464
Encyrtidae	121	346	0,34971098	14520	119370	0,1216386
Eulophidae	4	346	0,01156069	12	119370	0,0001005
Eupelmidae	3	346	0,00867052	6	119370	0,0000503
Evaniidae	4	346	0,01156069	12	119370	0,0001005
Figitidae	50	346	0,14450867	2450	119370	0,0205244
Halictidae	2	346	0,00578035	2	119370	0,0000168
Ichneumonidae	21	346	0,06069364	420	119370	0,0035185
Megaspilidae	1	346	0,00289017	0	119370	0,0000000
Mymaridae	42	346	0,12138728	1722	119370	0,0144257
Platygastridae	8	346	0,02312139	56	119370	0,0004691
Proctotrupidae	4	346	0,01156069	12	119370	0,0001005
Pteromalidae	4	346	0,01156069	12	119370	0,0001005
Rotoitidae	1	346	0,00289017	0	119370	0,0000000
Trichogrammatidae	6	346	0,01734104	30	119370	0,0002513
SIMPSON INDEX						0,1766440
1/D (SIMPSON):						5,6611022
1-D (SIMPSON):						0,8233560

Realizado por: Valencia C., 2023

Como muestra la tabla 11-4 correspondiente a la Hacienda “Pisangacho”, la dominancia en esta hacienda es muy pobre, los cálculos arrojaron un valor de 0,18 es decir que la probabilidad de que dos individuos escogidos aleatoriamente sean de una misma familia es muy baja. Por otro parte, el índice de diversidad de Simpson para esta hacienda fue 0,82 lo que indica una alta diversidad.

4.1.4.2 Índice de Shannon

Hacienda Pisangacho

Tabla 11-4: Diversidad de Shannon para las familias identificadas en la Hacienda “La Magdalena”

ESPECIES	ni	N	pi resp. ni/N	ln pi	pi*ln pi
Braconidae	5	141	0,03546099	-3,33932198	-0,11841567
Ceraphronidae	4	141	0,02836879	-3,56246553	-0,10106285
Chalcidoidea	1	141	0,0070922	-4,94875989	-0,03509759
Diapriidae	2	141	0,0141844	-4,25561271	-0,0603633
Encyrtidae	45	141	0,31914894	-1,1420974	-0,36449917
Eulophidae	1	141	0,0070922	-4,94875989	-0,03509759
Eupelmidae	1	141	0,0070922	-4,94875989	-0,03509759
Formicidae	3	141	0,0212766	-3,8501476	-0,08191803
Halictidae	1	141	0,0070922	-4,94875989	-0,03509759
Ichneumonidae	8	141	0,05673759	-2,86931835	-0,1627982
Mymaridae	32	141	0,22695035	-1,48302399	-0,33657282
Platygastridae	25	141	0,17730496	-1,72988407	-0,30671703
Pteromalidae	6	141	0,04255319	-3,15700042	-0,13434044
Scelionidae	2	141	0,0141844	-4,25561271	-0,0603633
Trichogrammatidae	5	141	0,03546099	-3,33932198	-0,11841567
TOTAL	141				-1,98585686
INDICE DE SHANNON:					1,98585686

Realizado por: Valencia C., 2023

Por medio de los cálculos realizados, la fila correspondiente al Índice de Shannon expresó un valor de 1,98 por medio de la tabla de interpretación de Shannon (Fernando et al., 1998; citado por Baliton et al., 2020) se categorizó como una zona con diversidad muy baja; es decir, los individuos pertenecientes a las familias estudiadas en el presente trabajo no se encuentran equilibrados.

Hacienda “La Magdalena”

Tabla 12-4: Cálculo de Diversidad de Shannon en la Hacienda “La Magdalena”

FAMILIAS	ni	N	pi resp. Ni/N	ln pi	pi*ln pi
Andrenidae	7	346	0,02023121	-3,90052863	-0,07891243
Braconidae	27	346	0,07803468	-2,55060191	-0,19903541
Ceraphronidae	2	346	0,00578035	-5,15329159	-0,02978781
Crabronidae	6	346	0,01734104	-4,05467931	-0,07031236
Diapriidae	33	346	0,09537572	-2,34993121	-0,22412639
Encyrtidae	121	346	0,34971098	-1,05064823	-0,36742322

Eulophidae	4	346	0,01156069	-4,46014441	-0,05156236
Eupelmidae	3	346	0,00867052	-4,74782649	-0,04116613
Evaniidae	4	346	0,01156069	-4,46014441	-0,05156236
Figitidae	50	346	0,14450867	-1,93441577	-0,27953985
Halictidae	2	346	0,00578035	-5,15329159	-0,02978781
Ichneumonidae	21	346	0,06069364	-2,80191634	-0,17005851
Megaspilidae	1	346	0,00289017	-5,84643878	-0,01689722
Mymaridae	42	346	0,12138728	-2,10876916	-0,25597776
Platygastridae	8	346	0,02312139	-3,76699723	-0,0870982
Proctotrupidae	4	346	0,01156069	-4,46014441	-0,05156236
Pteromalidae	4	346	0,01156069	-4,46014441	-0,05156236
Rotoitidae	1	346	0,00289017	-5,84643878	-0,01689722
Trichogrammatidae	6	346	0,01734104	-4,05467931	-0,07031236
TOTAL					-2,14358213
SHANNON INDEX					2,14358213

Realizado por: Valencia C., 2023

Los cálculos presentados en la tabla 12-4 presentaron un valor de 2,14. Acorde con la tabla interpretativa correspondiente al Índice de Shannon las familias se encuentran medianamente equilibradas.

4.1.5 Determinación de Abundancia y Distribución de individuos *Anaphes nitens* en las Haciendas “Pisangacho” y “La Magdalena”

4.5.1.1 Abundancia

Hacienda “Pisangacho”

Tabla 13-4: Análisis de correlación lineal entre Altitud y Abundancia en la Hacienda “Pisangacho” correspondiente al Muestreo 1

	Altitud	Abundancia
Altitud	1,00	0,40
Abundancia	-0,81	1,00

Realizado por: Valencia C., 2023

En el primer muestreo, el p-valor resultó mayor a 0,05 lo que indicó que la relación entre las dos variables no se pudo explicar mediante un modelo lineal.

Tabla 14-4: Análisis de correlación lineal entre Altitud y Abundancia en la Hacienda “Pisangacho” correspondiente al Muestreo 2

	Altitud	Abundancia
Altitud	1,00	0,20
Abundancia	0,95	1,00

Realizado por: Valencia C., 2023

Al segundo muestreo, la tabla 14-4 mostró un p-valor de 0,01 ($p\text{-valor} > 0,05$). Se observó el valor de r negativo lo que expresó inexistencia de asociación inversa entre las variables Altitud y Abundancia.

Hacienda “La Magdalena”

Tabla 15-4: Análisis de correlación lineal entre Altitud y Abundancia en la Hacienda “La Magdalena” correspondiente al Muestreo 1

	Altitud	Abundancia
Altitud	1,00	0,06
Abundancia	-1,00	1,00

Realizado por: Valencia C., 2023

En la tabla 15-4 el p-valor indicó que un modelo lineal no nos ayuda a explicar la asociación entre la altitud y la abundancia. Por lo tanto, la altitud no influyó en la abundancia del parasitoide en la Hacienda “La Magdalena”.

Tabla 16-4: Análisis de correlación lineal entre Altitud y Abundancia en la Hacienda “La Magdalena” correspondiente al Muestreo 2

	Altitud	Abundancia
Altitud	1,00	0,55
Abundancia	-0,65	1,00

Realizado por: Valencia C., 2023

Para la Hacienda “La Magdalena”, el valor de p de la segunda columna, primera fila fue mayor a 0,05, ($p\text{-valor} > 0,05$), esto explicó que no existe una asociación entre las variables en estudio (Altitud y Abundancia); como este fue mayor, se volvió innecesario revisar el segundo valor. Por tanto, no se explica el modelo con una correlación lineal.

Porcentaje de Parasitoidismo

Hacienda “Pisangacho”

Tabla 17-4: Análisis de correlación lineal entre Altitud y Porcentaje de Parasitoidismo en la Hacienda “Pisangacho” correspondiente al Muestreo 1

	Altitud	% Parasitoidismo
Altitud	1,00	0,43
% Parasitoidismo	-0,78	1,00

Realizado por: Valencia C., 2023

En la Hacienda “Pisangacho”, la tabla 17-4 perteneciente a la columna de porcentaje de Parasitoidismo expresó un valor de 0,002 (menor a 0,05), lo que indica que una correlación no explica el modelo lineal, es decir no existió una relación lineal estadísticamente significativa, moderada y directamente proporcional, entre los gradientes altitudinales y la abundancia de *A. nitens* dentro de las ootecas colectadas.

Tabla 18-4: Análisis de correlación lineal entre Altitud y Porcentaje de Parasitoidismo en la Hacienda “Pisangacho” correspondiente al Muestreo 2

	Altitud	% Parasitoidismo
Altitud	1,00	0,11
% Parasitoidismo	0,98	1,00

Realizado por: Valencia C., 2023

Dado el resultado de la columna de porcentaje de Parasitoidismo, no existió relación lineal estadísticamente significativa, moderada y directamente proporcional, entre la altitud en la que se recolectaron las ootecas y el porcentaje de parasitoidismo.

Hacienda “La Magdalena”

Tabla 19-4: Análisis de correlación lineal entre Altitud y Porcentaje de Parasitoidismo en la Hacienda “La Magdalena” correspondiente al Muestreo 1

	Altitud	% Parasitoidismo
Altitud	1,00	0,01
% Parasitoidismo	-1,00	1,00

Realizado por: Valencia C., 2023

Mientras que para la Hacienda “La Magdalena” la tabla 19-4 mostró que el valor de p resultó menor a 0,05 ($p\text{-valor} < 0,05$) y un r de -0,78 ($r = -0,78$).

Con este dato se pudo interpretar la existencia de una correlación inversa estadísticamente significativa entre la variable de Altitud y el porcentaje de Parasitoidismo de las ootecas recolectadas en la Hacienda, entendiéndose así que la altitud sí explica el % de parasitoidismo. Por lo tanto, a mayor altitud, mayor porcentaje de parasitoidismo.

Tabla 20-4: Análisis de correlación lineal entre Altitud y Porcentaje de Parasitoidismo en la Hacienda “La Magdalena” correspondiente al Muestreo 2

	Altitud	% Parasitoidismo
Altitud	1,00	0,59
% Parasitoidismo	-0,60	1,00

Realizado por: Valencia C., 2023

En la tabla 20-4 el valor de p es estadísticamente significativo ($p\text{-valor} < 0,05$) lo que indica que no existió una asociación entre las variables Altitud y porcentaje de parasitoidismo con una fuerte correlación negativa.

4.5.1.2 Distribución

Hacienda “Pisangacho”

Tabla 21-4: Distribución por grado altitudinal en la Hacienda “Pisangacho” pertenecientes a los Muestreos 1 y 2

Muestreo	Zonas		
	Baja	Media	Alta
1	17	19	1
2	48	81	90

Realizado por: Valencia C., 2023

Mediante el análisis realizado anteriormente en la Hacienda “Pisangacho” de Abundancia y Porcentaje de parasitoidismo se pudo identificar las zonas en donde se encontró el parasitoide *A. nitens*. (Ver tabla 21-4) Debido a las liberaciones de *A. nitens* que se realizaron en el mes de agosto del 2022 en la Hacienda “Pisangacho” en las zonas baja y media, los muestreos reflejan y verifican la existencia de en los sectores ya mencionados.

En el primer muestreo, la zona baja presentó una abundancia de 17 individuos, en la zona media tuvo 19 *A. nitens* y en la zona alta solo se presentó un solo individuo de *Anaphes nitens* entre eclosionadas y no eclosionadas presentes en el sitio.

Hacienda “La Magdalena”

Tabla 22-4. Distribución por grado altitudinal de *Anaphes nitens* en la Hacienda “La Magdalena” pertenecientes a los Muestreos 1 y 2

Muestreo	Zonas		
	Baja	Media	Alta
1	12	7	0
2	34	51	0

Realizado por: Valencia C., 2023

Los valores de la tabla 22-4 el primer muestreo reflejó una distribución muy pobre en la Hacienda, encontrándose 12 individuos en la zona baja, 7 en la zona media y sin presencia del parasitoide en la zona alta en el muestreo realizado en el mes de noviembre del 2022.

El segundo muestreo, realizado en los días 03, 04 y 05 de enero del 2023, se mostraron diferencias con el muestreo anterior, hallándose ahora 34 individuos en la zona baja, 51 en la zona media y la zona alta continuó sin presencia del parasitoide.

4.5.2 Datos climáticos de las Haciendas “Pisangacho” y “La Magdalena”

Hacienda “Pisangacho”

Temperatura

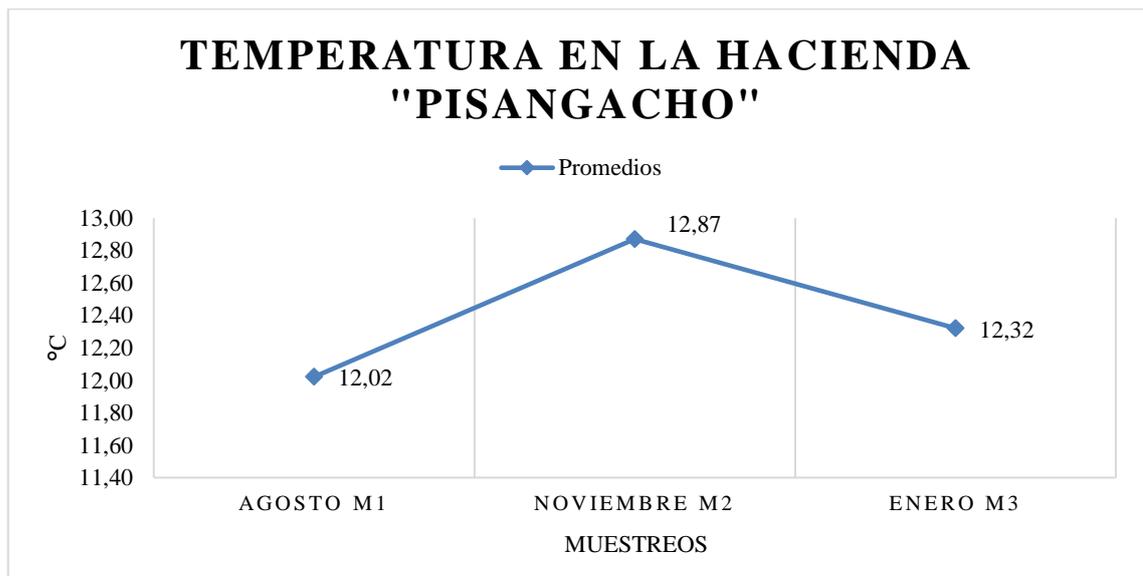


Ilustración 7-4. Datos extraídos de la Hacienda “Pisangacho” correspondiente a los 3 muestreos

El primer muestreo se realizó los días 18, 19, 20, 21 de agosto de 2022 en estos días la Hacienda presentó temperaturas máximas de 13,12°C y mínimas de 11,42°C, con una media de 12,02°C

El segundo muestreo se realizó los días 06, 07, 08, 09 de noviembre de 2022 tuvo temperaturas máximas de 13,6°C y mínimas de 12,15°C y con una media de 12,87°C

El tercer muestreo se llevó a cabo los días 06, 07, 08, 09 de enero de 2023; durante el muestreo se registraron temperaturas máximas de 12,76°C y mínimas de 11,18°C, con una media de 12,32°C.

Como muestra la Ilustración 6-4, el primer muestreo registró temperaturas más bajas, y como resultado de esto, un total de 76 individuos colectados; el segundo muestreo presentó picos más altos de temperatura, la cantidad de insectos colectados se redujo a 23 ejemplares; en el último muestreo, las temperaturas fueron más bajas a diferencia del muestreo 2, por ello, incrementó la cantidad en comparación al segundo muestreo, sin embargo no logró superar a la población encontrada en el muestreo uno.

Humedad relativa

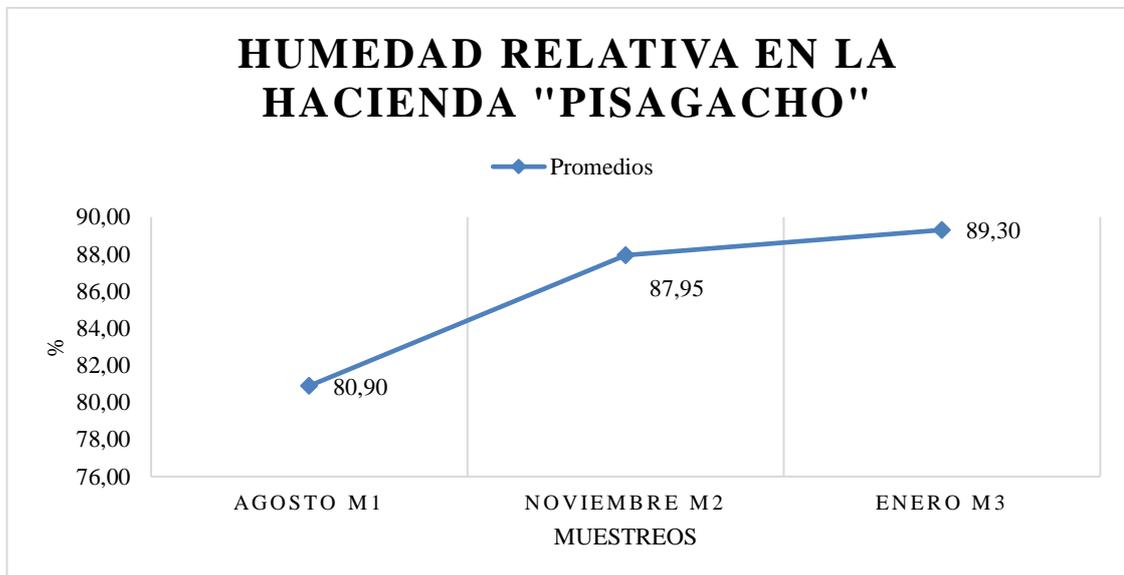


Ilustración 8-4. Humedad Relativa a 2 metros correspondiente a los tres muestreos realizados en la Hacienda “Pisangacho”

La humedad relativa de la Hacienda “Pisangacho” en el mes de agosto de 2022 correspondiente al primer muestreo los valores de humedad tuvieron máximas de 83,81% y mínimas de 77,44 con un promedio de 80,90%.

El segundo muestreo realizado los días 06, 07, 08, 09 de noviembre de 2022 presentó porcentajes de humedad que oscilaron desde porcentajes máximos de 91,25% y mínimos de 81,88%, con un promedio de 87,95%.

Durante el tercer muestreo realizado los días 06, 07, 08, 09 de enero de 2022, la Hacienda presentó valores de humedad relativa que variaban desde máximas de 91,69% y mínimas de 86,75%, con un promedio de 89,30%.

En la ilustración 7-4, el muestreo 1 presentó los porcentajes más bajos de humedad relativa, este muestreo tuvo como resultado una población de 76 individuos. Sin embargo, en el muestreo 2 los valores incrementaron abruptamente, como resultado de este muestreo se colectaron 23 Hymenoptera, al muestreo 3 los valores más humedad relativa aumentaron levemente, teniendo como población colectada 42 individuos.

Precipitación



Ilustración 9-4. Precipitación corregida correspondiente a los tres muestreos realizados en la Hacienda "Pisangacho"

Los datos de precipitación se expresaron en unidades de milímetros/día. Los datos obtenidos en el primer muestreo realizado los días 18, 19, 20, 21 de agosto de 2022 presentaron valores máximos de precipitación de 5,29 mm/día y mínimos de 0,27 mm/día, con un promedio de precipitación de 1,94 mm/día

En el segundo muestreo realizado los días 06, 07, 08, 09 de noviembre de 2022, los valores de precipitación obtenidos tuvieron datos que oscilaban con máximas de 52,80 mm/día y mínimas de 5,4 mm/día; y con un promedio de precipitación de 22,70 mm/día.

Los valores de precipitación extraídos en el tercer muestreo llevado a cabo los días 06, 07, 08, 09 de enero 2023 variaron con máximas de 41,74 mm/día y mínimas de 9,87 mm/día; el valor promedio fue 28,02 mm/día.

Como muestra la Ilustración 8-4, la precipitación en el muestreo 1 tuvo los valores más bajos; sin embargo, presentó la mayor cantidad de especímenes capturados (76 insectos Hymenoptera); por consiguiente, se encuentra el muestreo 2 con la menor cantidad de individuos capturados (23 insectos Hymenoptera); por último, el tercer muestreo con precipitaciones más elevadas tuvo como población colectada 42 individuos.

Velocidad del viento

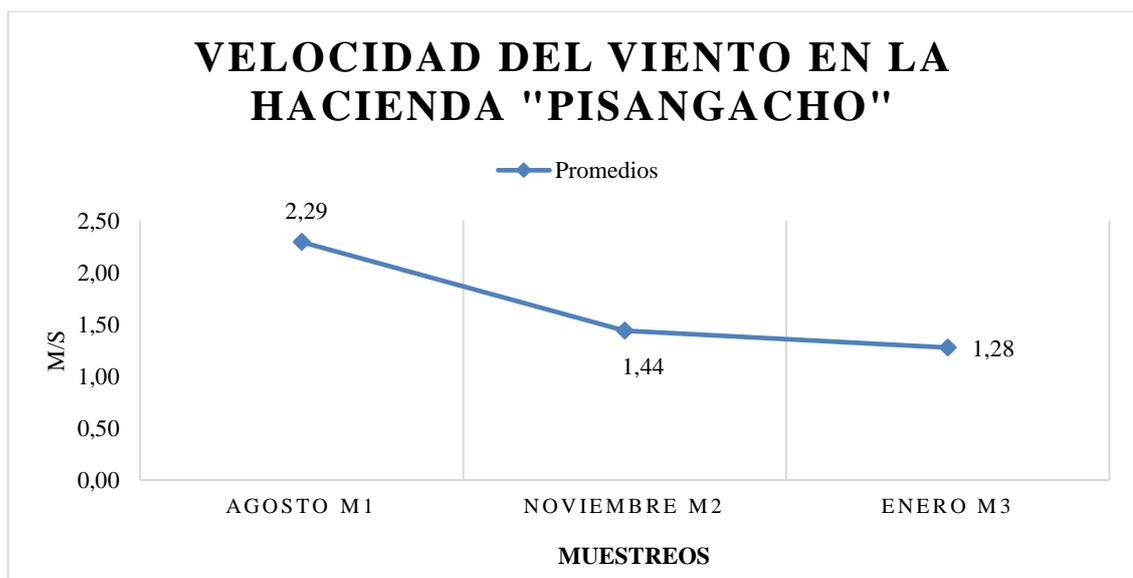


Ilustración 10-4. Velocidad del viento a 2 metros correspondiente a los tres muestreos realizados en la Hacienda "Pisangacho"

El primer muestreo se llevó a cabo los días 18, 19, 20, 21 de agosto de 2022, con respecto a la velocidad del viento a 2 metros, los valores oscilaban con máximas de 3,27 m/s y mínimas de 1,45 m/s; el promedio registrado fue de 2,29 m/s.

Al segundo muestreo (realizado los días 06, 07, 08, 08 de noviembre de 2022), los valores correspondientes a la velocidad del viento oscilaban entre 1,1 m/s hasta 2,66 m/s y un promedio en la velocidad de 12,87 m/s.

Los valores registrados en la tercera temporada de muestreo realizado los días 06, 07, 08, 09 de enero de 2023, se registraron velocidades de viento máximas de 12,76 m/s y mínimas de 1,92 m/s, con un promedio de 12,32 m/s.

Como muestra la Ilustración 9-4, el muestreo 1 presentó valores de velocidad del viento más elevados (en este muestreo se colectaron 76 individuos Hymenoptera) a diferencia de todos los muestreos realizados; los muestreos 2 y 3 registraron velocidades similares y producto de estos obtuvo una población de 23 y 42 insectos del orden Hymenoptera respectivamente.

Hacienda “La Magdalena”

Temperatura

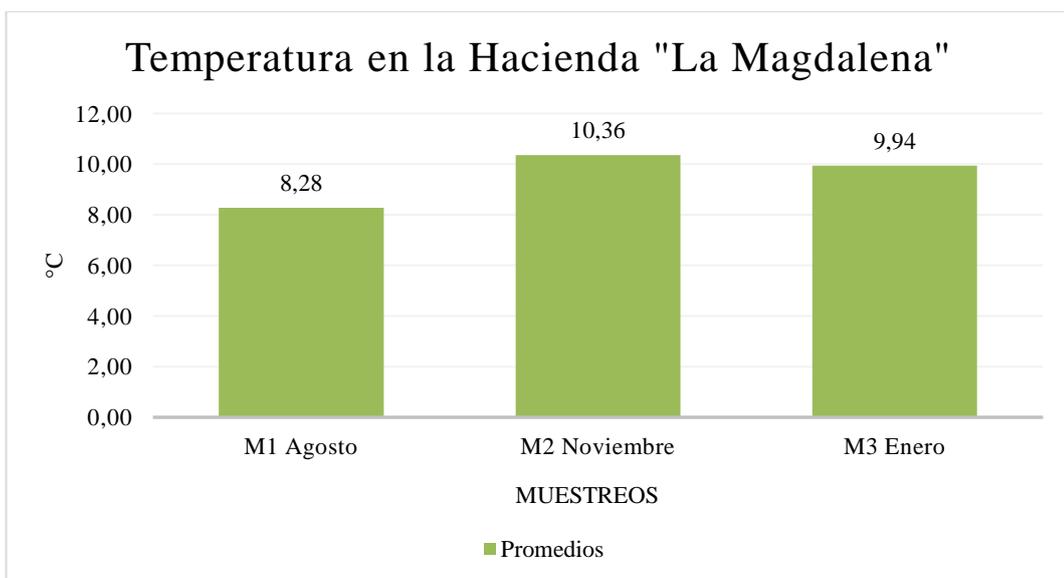


Ilustración 11-4. Temperatura a 2 metros correspondiente a los tres muestreos realizados en la Hacienda “La Magdalena”

Las fechas del primer muestreo correspondieron a los días 22, 23, 24, 25 de noviembre de 2022; los datos correspondientes a las condiciones climáticas en la Hacienda “La Magdalena” presentaron temperaturas que oscilaron desde 7,07°C hasta 9,44°C, con una media de 8,28°C.

El segundo muestreo se realizó los días 03, 04, 05, 06 de noviembre del 2022, las temperaturas registradas oscilaron con mínimas desde 9,20°C hasta máximas de 11,16°C. El valor promedio de temperatura fue 10,36°C.

Los valores registrados en la temporada de tercer muestreo tuvieron temperaturas mínimas de 8,02°C hasta máximas de 10,98°C y una media de 9,94°C. Las fechas respectivas al tercer muestreo fueron los días 03, 04, 05, 06 de enero de 2023.

Como muestra la Ilustración 10-4, las temperaturas registradas en el primer muestreo fueron las más bajas de todos los muestreos realizados, aquí se observó mayor cantidad de insectos colectados (195 himenópteros); en contraste, los muestreos 2 y 3 presentaron valores altos y bajos de temperatura.

Humedad Relativa

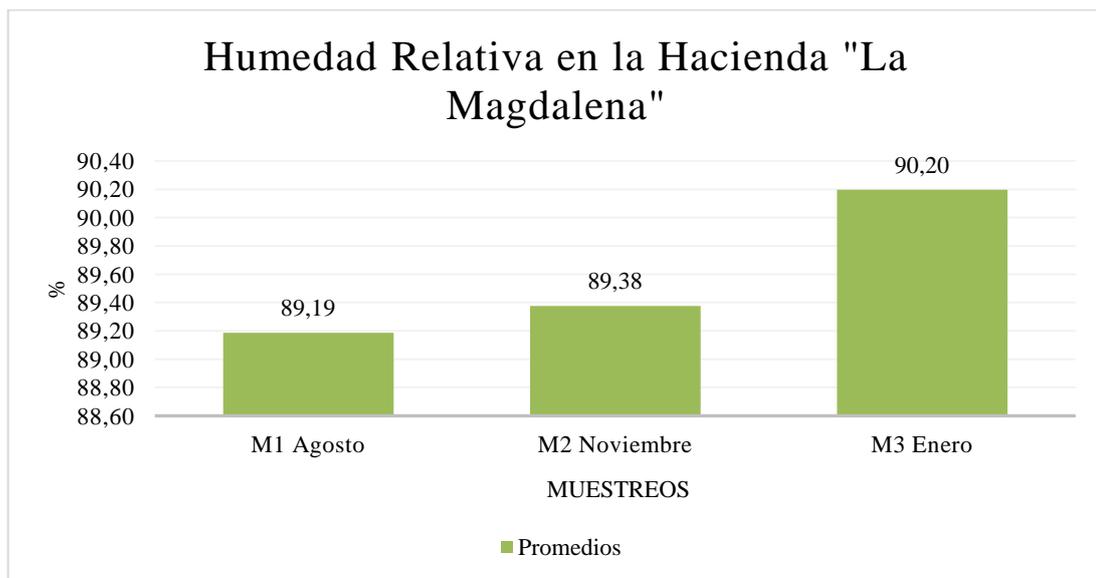


Ilustración 12-4. Humedad relativa a 2 metros correspondiente a los tres muestreos realizados en la Hacienda “La Magdalena”

El primer muestreo se realizó los días 22, 23, 24, 25 de agosto de 2022. Los valores de humedad se expresaron en porcentaje. La Hacienda “La Magdalena” presentó valores de humedad relativa con valores mínimos de 86,25% hasta máximos de 92,06%, y una media de 89,19%.

El segundo muestreo se llevó a cabo en los días 03, 04, 05, 06 de noviembre de 2022, como resultado, se registraron valores de humedad con mínimas de 85,50% hasta máximas de 93,81%, el valor promedio de humedad relativa fue 89,38%.

Al tercer muestreo, realizado los días 03, 04, 05, 06 de enero de 2023, se obtuvieron valores de humedad relativa con mínimas de 87,19% hasta máximas de 94,25%, la humedad relativa promedio fue 90,20%.

Como muestra la Ilustración 11-4, en la Hacienda “La Magdalena” los resultados registrados correspondientes a Humedad, el muestreo 1 obtuvo los valores más bajos con respecto a los muestreos restantes (195 insectos de Hymenoptera capturados); el porcentaje de humedad relativa reflejaron valores porcentuales algo similares para el segundo y tercer muestreo, siendo menor el promedio de los valores del muestreo 2 (79 insectos colectados); y, por último el muestro 3 registró mayor humedad relativa (72 insectos colectados).

Precipitación

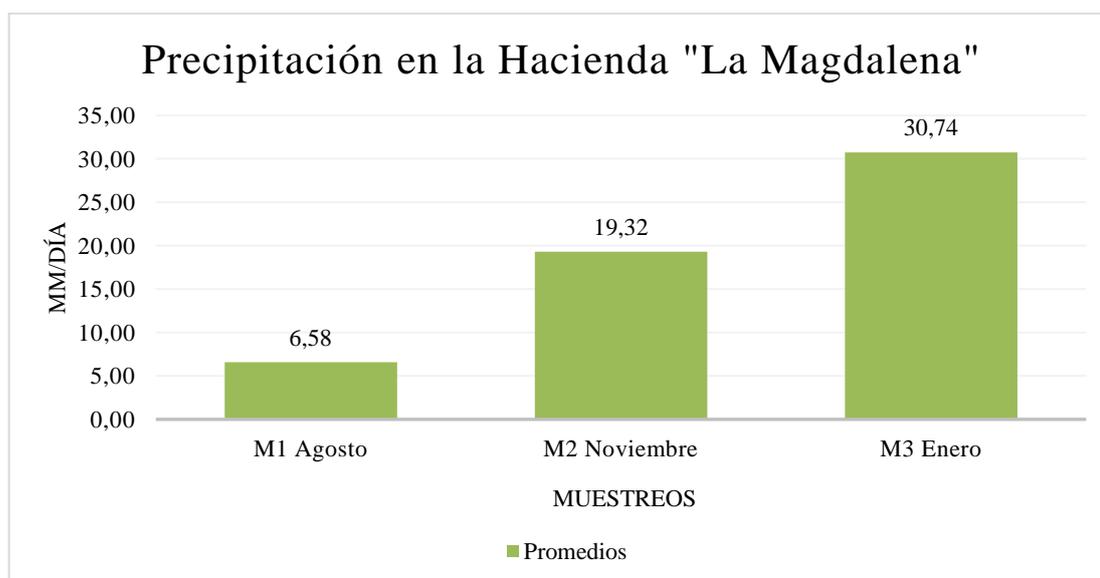


Ilustración 13-4. Precipitación correspondiente a los tres muestreos realizados en la Hacienda “La Magdalena”

La semana correspondiente al primer muestreo la aplicación arrojó valores de precipitación con mínimas de 0,75 mm/día hasta máximas de 17,43 mm/día, con una media de 6,58 mm/día. Los días seleccionados para el primer muestreo fueron 22, 23, 24, 25 de agosto de 2022.

A la segunda temporada de muestreo, realizada los días 03, 04, 05, 06, de noviembre de 2022, los valores oscilaron con mínimas desde 2,43 mm/día hasta máximas de 57,71 mm/día, con una media de 19,32 mm/día.

los resultados obtenidos de la aplicación correspondientes al tercer muestreo (días 03, 04, 05, 06 de enero de 2023), lanzaron valores mínimos desde 17,13 mm/día hasta máximos de 63,76 mm/día, con un promedio de 30,74 mm/día.

Como muestra la Ilustración 12-4, el muestreo 1 que obtuvo un total de 195 insectos de Hymenoptera registró las precipitaciones más bajas a comparación de los 2 muestreos restantes; por consiguiente, se registra el muestreo 2 con los datos medios, como resultado se colectaron 79 individuos Hymenoptera; por último, con los valores más altos se encuentra el muestreo 3 que presentó precipitaciones más altas, este muestreo, como total se colectaron 72 individuos.

Velocidad del viento

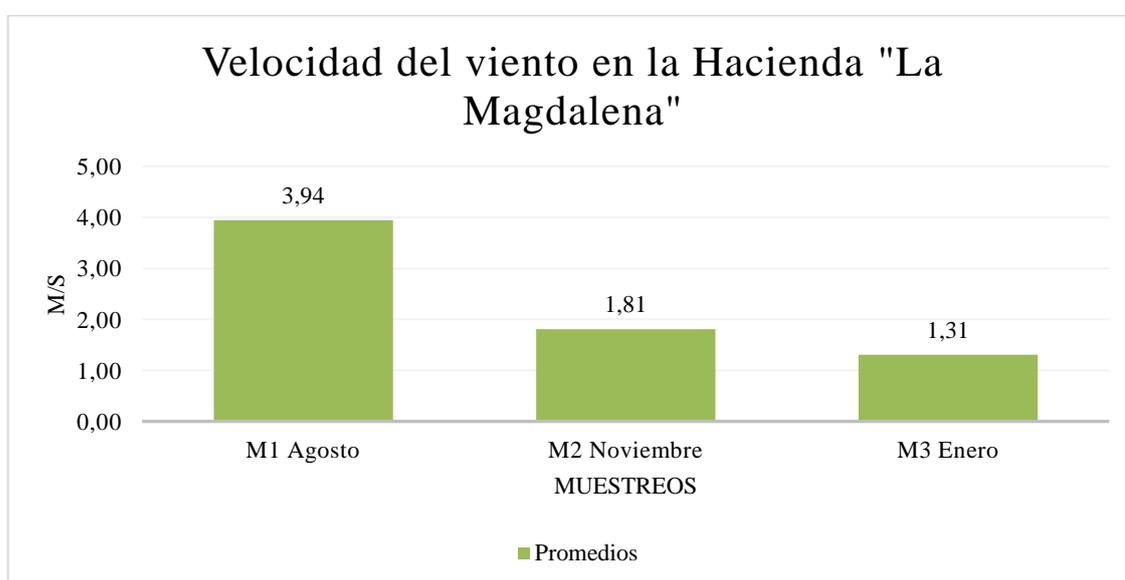


Ilustración 14-4. Velocidad del viento a 2 metros correspondiente a los tres muestreos realizados en la Hacienda “La Magdalena”

Los datos velocidad del viento correspondientes al primer muestreo llevado a cabo los días 22, 23, 25 de agosto de 2022 oscilaron obteniendo valores mínimos desde 2,38 m/s hasta valores máximos de 6,37 m/s, con un valor promedio de 3,94 m/s.

Con respecto al segundo muestreo realizado los días 03, 04, 05, 06 de noviembre de 2022, presentó valores mínimos desde 1,01 m/s hasta valores máximos de 4,01 m/s y un promedio de 1,81 m/s.

Al tercer muestreo, los valores obtenidos de la aplicación variaron desde velocidades mínimas de 0,79 m/s hasta valores máximos de 1,73 m/s, la media de velocidad de viento fue 1,31 m/s.

Como muestra la Ilustración 13-4, el muestreo 1 que obtuvo una población de 195 insectos colectados registró los valores en la velocidad del viento más altos en contraste con los muestreos restantes; a continuación, se encuentra el muestreo 2 que obtuvo un total de 79 individuos capturados, registró valores medios de velocidad; por último, en el último muestreo en cual la cantidad de insectos colectados bajó a 72 con respecto al segundo muestreo 3 presentó menor velocidad del viento.

4.4 Discusión

La presente investigación contribuye al conocimiento de individuos de Orden Hymenoptera los cuales ofrecen una serie de servicios ambientales importantes en el ámbito ecológico y económico en los gradientes altitudinales de las Haciendas “Pisangacho” y “La Magdalena” ubicadas en los cantones San Miguel de Urcuquí e Ibarra respectivamente.

Después de haber capturado 141 individuos de Orden Hymenoptera en la Hacienda “Pisangacho” y 346 especímenes en la Hacienda “La Magdalena” se pudo evidenciar que existe una alta diversidad de Hymenoptera en las Haciendas estudiadas.

Los resultados obtenidos en los tres muestreos realizados en las Haciendas “Pisangacho” y “La Magdalena” variaron con respecto a las variables climáticas, que según Vanegas (2022, p.27) factores como la humedad relativa y temperatura afectan la abundancia de insectos, debido a la fenología de cada una de las familias (Lanterman, J., et.al, 2019; Gould, J. R., et.al, 2020; Henríquez-Piskulich, P., et.al, 2020; citados en Vanegas, 2022, p. 27), asimismo, Vanegas (2022, p.29) sustenta que las condiciones climáticas podrían estar afectando en la presencia de adultos debido a que en los meses de estación seca, los adultos estarían buscando recursos (florales, presas y hospederos); por lo tanto, serían evidenciados en las trampas; pero, en las épocas lluviosas los insectos estarían en etapa larval, por lo que cuando existe mayor precipitación permite el crecimiento de tejido vegetal del cual se estarían alimentando la gran mayoría de hospederos y presas sean estos Lepidópteros, Dípteros, Coleópteros, etc (Audusseau, H., et.al, 2020; Ward, S., et.al, 2021; Guo, Q., et.al, 2022).

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y QUIPRO (2020: p. 2) evaluaron la entomofauna asociada al cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en la provincia de Chimborazo, mediante la técnica de platos amarillos para la captura de insectos de Orden Hymenoptera y Diptera. Como resultado de ese estudio, entre las familias colectadas se encontraron

Polinizadores: Halictidae, Apidae, Megachilidae, Parasitoides: Diapriidae, Perilampidae, Figitidae, Megaspilidae, Mymaridae, Braconidae, depredadores: Ichneumonidae, Crabronidae.

Por otro lado, Shweta y Rajmohana (2016 p.4), en su estudio probaron diferentes técnicas de muestreo para comprobar la eficiencia en la colecta de especímenes de la familia Platygasteridae, aquí sugirieron el uso de las trampas Malaise que resultaron ser la más eficientes a comparación de las trampas con platos amarillos; no obstante, en el presente estudio a través de la técnica aplicada se colectó un considerable número de individuos de la familia Platygasteridae tanto para la Hacienda “Pisangacho” como para la Hacienda “La Magdalena” con la técnica de platos amarillos. Del mismo modo, Rossi-La Torre (2022, p. 953) evaluó la riqueza de insectos en Perú mediante dos técnicas de muestreo para la estimación de riqueza, y observó mejor desempeño empleando trampas amarillas.

Toledo (2018, p. 76) en su estudio sobre el uso de plaguicidas sintéticos y sus efectos perjudiciales para la flora y la fauna, señaló que este método provocó un desequilibrio en los ecosistemas, especialmente en los insectos beneficiosos, y que los parasitoides y depredadores se encuentran entre los más afectados. Para demostrarlo, recogió muestras en cultivos de guisantes chinos en el altiplano de Guatemala durante un año y encontró una población muy baja de parasitoides y polinizadores, lo que demuestra que la diversidad allí sigue presente, pero en peligro de desaparecer.

Por lo general, en estas Haciendas se encuentra ganado vacuno, ovino, llamingos. En uno de los muestreos realizados en la Hacienda “Pisangacho”, el ganado vacuno hizo caer la trampa, lo que eliminó todo un día de trabajo de la trampa, esto podría justificar la baja abundancia de insectos en esta Hacienda, además de los fuertes vientos que también fueron factores influyentes en los resultados en cuanto a la ausencia de insectos.

Según Barragán (2019), aunque tenga una superficie pequeña, Ecuador cuenta con una variedad de ecosistemas con diversos microclimas y hábitats (Ministerio del Ambiente, 2018; citado en Barragán, 2019), ubicándolo en el puesto 13 de las naciones más diversas del mundo. Adicionalmente, por estar situado en la línea ecuatorial, Ecuador está sujeto a los efectos de corrientes submarinas como El Niño y Humboldt, entre otras, lo que resulta en una variedad de ecosistemas (RainforestMongaby.com, 2019). En el estudio no se pudo obtener datos específicos de cada uno de los gradientes debido a que no hubo una distancia considerable (estas variaban por 200 msnm aproximadamente), entonces la aplicación tomó un punto específico entre las tres zonas muestreadas.

Los índices de diversidad de Hymenoptera estimada, en la Hacienda “Pisangacho” correspondieron a 0,81 para Simpson y 1,98 para el índice Shannon; mientras que en la Hacienda “La Magdalena” se obtuvieron 0,82 y 2,14 para Simpson y Shannon respectivamente. En lo que respecta a los índices de diversidad, Vanegas (2022, p. 18) en su estudio de diversidad de Hymenoptera en la zona periurbana al norte de la ciudad de Cuenca, expresó valores de 0,91 para Simpson y 0,91 para Shannon, aquí mencionó que no existió un rango significativo de familias debido a que cada una presenta una fenología que difiere dependiendo de las variables climáticas que se presenten. Es así como en la época que presentó disminución de humedad relativa (considerada como época seca), aumentó la abundancia de insectos; por el contrario, cuando aumenta la humedad (considerada como época lluviosa), decrece la población de Hymenoptera. Esto se pudo evidenciar en la Hacienda “Pisangacho” en donde el segundo muestreo que registró menor porcentaje de humedad relativa a comparación con los dos muestreos restantes presentó mayor abundancia de Hymenoptera (Ver Ilustración 7-4). Por otro lado, la Hacienda “La Magdalena” las variables climáticas no influyeron en la presencia de Hymenoptera.

Westerberg et al. (2020, p. 3838) realizaron un estudio en Suecia sobre el efecto de las flores sobre la cantidad de muestras en platos amarillos, obtuvieron menor cantidad de insectos capturados con densidades grandes de flores en sus alrededores; sin embargo, mencionaron que esto variaría entre taxones y la temporada de muestreo, los colores de las flores y la escala espacial.

Para la captura del parasitoide *A. nitens*, principalmente se utilizó la misma metodología que se aplicó para determinar la diversidad de Hymenoptera; sin embargo, los datos recolectados en el primer muestreo no dataron existencia del parasitoide, dando a entender que *Anaphes nitens* no sintió atracción por las trampas de platos amarillos situadas en las Haciendas “Pisangacho” y “La Magdalena”. Es por ello por lo que, se llevó a cabo mediante la técnica de recolección manual de ootecas como nueva metodología, esta tuvo una respuesta positiva para determinar la presencia del parasitoide en los gradientes. En la Hacienda “Pisangacho” tuvo éxito la distribución y abundancia del parasitoide con la nueva metodología debido a las liberaciones de *Anaphes nitens* que la empresa realizó anteriormente. La distribución del microhimenóptero parasitoide se encontró en las tres gradientes altitudinales. La distribución del parasitoide se encontró en los gradientes 1, 2 y 3 respectivamente, siendo la altitud 2 la que presentó mayor abundancia de *Anaphes nitens* debido al grado de afectación del rodal que es el más afectado a diferencia de los rodales de los gradientes alto y bajo.

La distribución en La Hacienda “La Magdalena” se encontró en las zonas baja y media; la abundancia fue baja en el primer muestreo (19 ejemplares de *A. nitens*); en contraste, en el muestreo 2 la población del parasitoide incrementó a 85 especímenes.

No existe una amplia información científica relacionada a la recolección de *A. nitens*; sin embargo, (González et. al, 2019; p. 25) llevaron a cabo la recolección, producción y reproducción del parasitoide y para efectuar la producción de *Anaphes nitens* en laboratorio, mencionaron que el nivel de mojado del algodón o papel que se utilice en las cajas Petri es de vital importancia, pues eso influye en que *A. nitens* emerja o no; es decir, si existe falta de humedad en las ootecas, estas se pudieron haber secado, como lo que pasó en este estudio, pues encontramos *Anaphes* dentro de los huevos sin eclosionar debido a la falta de hidratación de las ootecas; sin embargo, un exceso de humedad dio paso a la proliferación de hongos que fue otro factor que afectó a las ootecas en este trabajo.

La identificación y determinación del rol funcional de estos insectos benéficos ayudará a la empresa en la toma de decisiones sobre la solución al problema de plagas y los recursos para su control de forma ecológica.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Ecuador es un país megadiverso, por ello se generan una gran variedad de microclimas dependiendo de las condiciones climáticas presentes en el sitio. Las dos Haciendas estudiadas presentaron variables climáticas distintas; la Hacienda “Pisangacho” presentó una baja abundancia de individuos de Orden Hymenoptera en comparación con la Hacienda “La Magdalena”, siendo las variables climáticas influyentes en la presencia o ausencia de los especímenes.

La diversidad de Hymenoptera en las dos haciendas ubicadas en los cantones San Miguel de Urcoquí e Ibarra reflejaron valores altos de diversidad a pesar de estar en diferentes gradientes. Refiriéndonos a la primera Hacienda “Pisangacho”, los resultados expresaron no haber una gran abundancia de orden Hymenoptera, esto, debido al uso constante de controles químicos que se aplicaba en esta Hacienda que posee una mayor actividad productiva forestal con respecto a plantaciones de Eucalipto. En su mayoría se encontraron parasitoides y polinizadores. Para la hacienda “La Magdalena”, se encontró, mayor abundancia de insectos diferentes a la Hacienda anterior, la mayoría de actividad parasítica, por consiguiente, polinizadora y por último depredadora.

Se lograron identificar 15 familias en la Hacienda “Pisangacho”, entre las familias más frecuentes se encontró Encyrtidae, Platygasteridae y Mymaridae, los cuales tienen como rol funcional ser parasitoides; por otro lado, se identificaron 19 familias en la Hacienda “La Magdalena” teniendo a Encyrtidae, Figitidae, Mymaridae y Braconidae como familias más representativas de la Hacienda, los cuales comparten el mismo rol funcional como parasitoides.

La abundancia de *A. nitens* en la Hacienda “Pisangacho” fue exitosa, incrementándose en el último muestreo. La distribución del parasitoide en la Hacienda “Pisangacho” se mostró presente en cada uno de los gradientes altitudinales muestreados. Sin embargo, la abundancia de *A. nitens* en la Hacienda “La Magdalena” fue nula para la zona alta; presentándose la distribución y abundancia solo en las zonas baja y media.

Cabe mencionar que la curva del parasitoide aumentará o disminuirá de acuerdo con el ciclo de vida de *Gonipterus* sp., esto debido a que cuando el gorgojo se encuentre en su fase larval o pupal, no habrán ootecas que parasitar, por lo tanto, el objetivo del parasitoide concluye y finaliza el ciclo de vida de este.

5.2 Recomendaciones

Se recomienda continuar con investigaciones que aporten a los estudios sobre la diversidad del Orden Hymenoptera en Ecuador, puesto que no existen registros científicos que faciliten información con respecto a su abundancia y riqueza en el país a distinto gradiente altitudinal.

Proporcionar un suplemento alimenticio como miel, azúcar o instalar cultivos de plantas con flores vistosas que contribuyan al incremento del vigor reproductivo de *Anaphes nitens* en los gradientes altitudinales que reflejaron presencia de *A. nitens* y así aumentar el porcentaje de parasitoidismo.

Recolectar ootecas en las zonas en donde evidenció la presencia del parasitoide, para así llevar a cabo una crianza de estos con el fin de realizar liberaciones en los gradientes que carecen de la presencia de *A. nitens* e incrementar su abundancia.

GLOSARIO

Cladístico: Herramienta biológica dedicada al estudio de relaciones evolutivos entre las especies

Diploide: Célula, tejido u organismo que posee un número doble de cromosomas.

Estadio: Etapa del desarrollo de artrópodos.

Filiforme: Que posee forma de hilo.

Filogenia: Rama de la biología que estudia la evolución de una especie en específico (desde su origen hasta su descendencia).

Haploide: Célula o tejido que dispone de un solo juego de cromosomas.

Monofilético: Organismos que incluyen un ancestro común y todos los descendientes

Ooteca: Cápsula o envoltura de consistencia dura cuando seca en que permanecen los huevos de los insectos.

Ovipositar: Acción de depositar o poner huevos.

Parafilético: Grupo cuyos integrantes que, a pesar de compartir un ancestro en común, no se incluyen en el conjunto de todos los descendientes de este antepasado.

Progenie: Descendencia

Trampa activa: Tipo de trampa que posee algún atractivo para los insectos, generando el acercamiento de estos a las trampas.

BIBLIOGRAFÍA

AVILÉS RAMOS, Ana Belén. Posible amenaza del complejo *Gonipterus scutellatus* Gylenhall (1833) sobre las especies de *Eucalyptus* L'Hér (1789), debido a su introducción a Ecuador (Trabajo de Titulación). [en línea]. Pontificia Universidad Católica Del Ecuador, Facultad De Ciencias Exactas Y Naturales, Escuela De Ciencias Biológicas. Quito-Ecuador. 2019. Página inicial – página final [Consulta: 22 enero 2023]. Disponible en: http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/17402/Monografia_final%20Ana%20Bel%c3%a9n%20Avil%c3%a9s.pdf?sequence=1&isAllowed=y

BALITON, R., LANDICHO, L. D., CABAUG D., R. E., PAELMO, R. F., LARUAN., K. A., RODRIGUEZ R. S., VISCO, R. G., A., CASTILLO, A., K. “Ecological services of agroforestry systems in selected upland farming communities in the Philippines”. *BIODIVERSITAS* [en línea], 2020, (Filipinas), 21(2), pp. 707-717. Disponible en: <https://doi.org/10.13057/biodiv/d210237>

BARRAGÁN, M.E. *Análisis de la Biodiversidad en Ecuador* [blog]. [Consulta: 28 febrero 2023]. Disponible en: <https://www.udla.edu.ec/2019/11/analisis-de-la-biodiversidad-en-ecuador/>

BERNAL, Julio S. *Biología, Ecología y Etología de Parasitoides* [en línea] DF-México: L. A. Rodríguez-del-Bosque y H. C. Arredondo-Bernal, 2007. [Consulta: 08 septiembre 2022]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/257638154_Biologia_Ecologia_y_Etologia_de_Parasitoides

FAO. *Evaluación de los recursos forestales mundiales 2020 – Informe principal* [en línea]. Roma. FAO, 2021. Disponible en: <https://doi.org/10.4060/ca9825es>.

FAO. *Global review of forest pests and diseases 2005* [en línea]. Roma. FAO, 2009. Disponible en: <https://www.fao.org/3/i0640e/i0640e00.htm>

FERNÁNDEZ GUAYUBO, Severiano; & PUJADE-VIVAR, Juli. “Orden Hymenoptera”. *Revista IDE@ - SEA* [en línea], 2015 (España) 1 (59), pp. [Consulta: 07 noviembre 2022]. ISSN 2386-7183. Disponible en: <http://diposit.ub.edu/dspace/handle/2445/122086>

GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO SAN MIGUEL DE IBARRA.

Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón San Miguel de Ibarra [en línea] [Consulta: 08 marzo 2023]. Disponible en: <https://www.ibarra.gob.ec/site/docs/lotaip2021/anexos/s/PDOT%202020-2040%20CANTON%20SAN%20MIGUEL%20DE%20IBARRA.pdf>

GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO SAN MIGUEL DE URQUQUÍ.

Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón San Miguel de Urququí – Provincia de Imbabura [en línea] [Consulta: 16 diciembre 2022]. Disponible en: <https://www.urcuqui.gob.ec/planes/>

GONZALEZ, A., SAVORNIN, P., AMARA, L.

“Control Biológico del *Gonipterus scutellatus* por *Anaphes nitens* en Uruguay”. [en línea], Uruguay 2010. pp. 25-32. [Consulta: 1 marzo 2023]. <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/12555/1/SAD629p2532.pdf>

GRANADOS-SÁNCHEZ, D; & LÓPEZ-RÍOS, G.F.

“FITOGEOGRAFÍA Y ECOLOGÍA DEL GÉNERO *Eucalyptus*”. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente Chapingo-México* [en línea], 2007, (México) 13(2), pp. 143-156. [Consulta: 16 diciembre 2022]. ISSN 2007-4018. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2007-40182007000200143&lng=es&nrm=iso#:~:text=Se%20conocen%20m%C3%A1s%20de%20500,a%20los%20periodos%20de%20sequ%C3%ADa.

HUBER, J. T., & TRIAPYTSIN, S. V.

“Two genera of Mymaridae (Hymenoptera) new to Africa, a remarkable new species of *Anaphes* and new generic synonymy”. *Zookeys* [en línea], 2017, (United States of America) 658, pp. 39-61. [Consulta: 16 diciembre 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.3897/zookeys.658.11569>

JEGER, M., Bragard, C., CAFFIER, D., CANDRESSE, T., CHATZIVASSILIOU, E., DEHNEN-SHMUTZ, K., GILIOLI, G., JACQUES MIRET, J. A., MACLEOD, A., NAVAJAS NAVARRO, M., NIERE, B., PARNELL, S., POTTINF, R., RAFOSS, T., ROSSI, V., UREK, G., VAN BRUGGEN, A., VAN DER WERF, W., WEST, J., WINTER, S., SANTOMALAZZA-CARBONE, S., KERTESZ, V., AUKHOJEE, M., GREFOIRE, J. C. “Pest categorization of the *Gonipterus scutellatus* species complex”. *EFSA Journal* [en línea],

2018, (Unión Europea) 16(1), pp. 1-34. [Consulta: 03 marzo 2023]. ISSN 1831-4732. Disponible en: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5107>

LOYOLA GUILLERMO, Nube Alexandra, & PEZO YAGUANA, Karla Vanessa. Diversidad de insectos polinizadores y su respuesta a recursos florales, temperatura, humedad, precipitación y viento en un matorral andino del Ecuador [en línea] (Trabajo de titulación) Universidad del Azuay, Facultad de Ciencia y Tecnología, Escuela de Biología, Ecología y Gestión. Azuay, Ecuador. 2018. pp. 1-39. Disponible en: <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/8195/1/13917.pdf>

MAITI, P., K., & MAITI, P. *Biodiversity: Perception, Peril and Preservation*. [en línea]. 2da ed. Lugar ciudad-pais: PHI Learning Private Limited, 2017. [Consulta: 13 marzo 2023]. Disponible en: https://books.google.com.ec/books?id=ecwnDwAAQBAJ&pg=PA254&lpg=PA254&dq=In+this+case,+the+index+represents+the+probability+that+two+individuals+randomly+selected+from+a+sample+will+belong+to+different+species.&source=bl&ots=_YINMxnr4C&sig=ACfU3U1LK8IrymEyblAVNFA894DTVP2tzQ&hl=en&sa=X&ved=2ahUKEwjxgP_7zdf9AhXUQjABHU4UB2A4ChDoAXoECBcQAw#v=onepage&q&f=true

MÁRQUEZ, J. M., REYES, E., LLEMUS, J., M., LÓPEZ, E., TORRES, L., DUARTE, R., LEAL, S., ARROYO, L., C., PEE, M., LÓPEZ, E. “Entomofauna benéfica (Hymenoptera: Parasítica) en caña de azúcar, asociada a las áreas con infestación del barrenador del tallo.”

MARTELLA, Mónica B.; TRUMPER, Eduardo; BELLIS, Laura M.; RENISON, Daniel; GIORDANO, Paola F.; BAZZANO, Gisela; GLEISER, Raquel M. “Manual de Ecología Poblaciones: Introducción a las técnicas para el estudio de las poblaciones silvestres”. *Revista Reduca*. [en línea], 2012 (Argentina) 5(1), pp. 1-31 [Consulta: 22 enero 2023]. ISSN 1989-3620. Disponible en: <http://www.revistareduca.es/index.php/biologia/article/viewFile/905/918&a=bi&pagenumber=1&w=100>

MUKUNDAN, Shweta, & RAJMOHANA, K. “A comparison of efficiencies of Sweep Net, Yellow Pan Trap and Malaise Trap in sampling Platygastriidae (Hymenoptera: Insecta)”. *J. Exp. Zool. India* [en línea], 2016, (India) 19(1), pp. 393-396 [Consulta: 16 febrero 2023]. ISSN 0972-0030. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Shweta-Mukundan-2/publication/298425507_A_COMPARISON_OF_EFFICIENCIES_OF_SWEEP_NET_YELL

OW_PAN_TRAP_AND_MALAISE_TRAP_IN_SAMPLING_PLATYGASTRIDAE_HYMENOPTERA_INSECTA/links/56e969a608ae47bc651c717a/A-COMPARISON-OF-EFFICIENCIES-OF-SWEEP-NET-YELLOW-PAN-TRAP-AND-MALAISE-TRAP-IN-SAMPLING-PLATYGASTRIDAE-HYMENOPTERA-INSECTA.pdf

NÁJERA RINCÓN, Miguel; & SOUZA, Brígida. *Insectos Benéficos: Guía para su Identificación* [en línea]. Michoacán-México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), 2010. [Consulta: 16 diciembre 2022]. Disponible en: [https://www.ciaorganico.net/documypublic/551_INSECTOS_BENEFICOS_Guia_\(2\).pdf](https://www.ciaorganico.net/documypublic/551_INSECTOS_BENEFICOS_Guia_(2).pdf)

NIEVES-ALDREY, José Luis; & FONTAL-CASALLA, Félix. *INVENTARIO DE HIMENÓPTEROS PARASITOIDES (CYNIPOIDEA y CHALCIDOIDEA HYMENOPTERA, INSECTA) DE LA ISLA DE COIBA (PANAMÁ)* [en línea]. Madrid-España: MUSEO NACIONAL DE CIENCIAS NATURALES (CSIC). [Consulta: 16 diciembre 2022]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/36123383.pdf>

NIEVES-ALDREY, J. L., & FONTAL-CAZALLA, F. M. “Filogenia y Evolución del Orden Hymenoptera”. *S.E.A* [en línea], 1999, (España) 26(1), pp. 459-474 [Consulta: 04 marzo 2023]. Disponible en: http://sea-entomologia.org/PDF/BOLETIN_26/B26-032-459.pdf

PETERS, R., KROGMAN, L., MAYER, C., DONATH, A., GUNKEL, S., MEUSEMANN, K., KOZLOV, A., PODSIADLOWSKI, L., PETERSEN, M., LANFEAR, R., DIEZ, P. A., HERAT, J., KJER, K. M., KLOPSFSTEIN, S., MEIER, R., POLIDORI, C., SCHMITT, T., LIU, S., ZHOU, X., WAPPLER, T., RUST, B., MISOF, B., NIEHUIS, O. “Evolutionary History of the Hymenoptera”. *Current Biology* [en línea], 2017, 27(7), pp. 1013-1018 [Consulta: 1 marzo 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cub.2017.01.027>

PLA, L. “Biodiversidad: Inferencia basada en el índice de Shannon y la Riqueza”. *Interciencia* [en línea], 2006, (Venezuela) 31(8), pp. 583-590 [Consulta: 12 noviembre 2022]. ISSN: 0378-1844. Disponible en: https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442006000800008

RICCI, Elisabet Mónica.; & MARGARÍA, Cecilia Beatriz. *Insectos y ambiente: el agrónomo en la secundaria: el rol de los jóvenes en demanda de hortalizas saludables y el cuidado del ambiente* [en línea] La Plata-Argentina: Universidad Nacional de La Plata, 2018 [Consulta: 16

diciembre 2022]. Disponible en:
<https://libros.unlp.edu.ar/index.php/unlp/catalog/view/937/925/3073-1>

SALMERÓN LÓPEZ, A., GEADA LÓPEZ, G., FAGILDE ESPINOZA, M. “Propuesta de un índice de diversidad funcional. Aplicación a un bosque semideciduo micrófilo de Cuba Oriental”. *Bosque (Valdivia)* [en línea], 2017, (Cuba) 38(3), pp. 457-466 [Consulta: 17 febrero 2023]. ISSN 0717-9200. Disponible en:
https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-92002017000300003

SUPRIATNA, S. “Biodiversity Indexes: Value and Evaluation Purposes”. *EDP Sciences* [en línea], 1997, (United State of America) 48(1), pp. 1-4. [Consulta: 12 marzo 2023]. ISSN 1090-7807. Disponible en: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20184801001>

VANEGAS VÁSCONEZ, Melissa Elizabeth. Diversidad y composición de Hymenoptera durante los meses de mayo de 2020 hasta abril de 2021, y su relación con factores climáticos en una zona periurbana al norte de la ciudad de Cuenca – Ecuador [en línea] (Trabajo de titulación) Universidad del Azuay, Facultad de Ciencia y Tecnología, Escuela de Biología. Azuay, Ecuador. 2022. pp. 1-41. Disponible en: <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/11927/1/17454.pdf>

VÁZQUEZ URIBE, S., WILHELMUS GERRITSEN, P., R., URQUIOLA GUERRERO, I. “Posibilidades y limitaciones de la actividad apícola en el Municipio de Tolimán, Querétaro, México”. [en línea] 2021. México. pp. 1-21. 1018 [Consulta: 20 febrero 2023]

WESTERBERG, L., BERGLUND, H., JONASON, D., MILBERG, P. “Color Pan Traps often catch less when there are more flowers around”. *Ecology and Evolution* [en línea], 2021, (Suecia) 11(9), pp. 3830-3840. [Consulta: 10 marzo 2023]. ISSN 2045-7758. Disponible en:
<https://doi.org/10.1002/ece3.7252>



ANEXOS

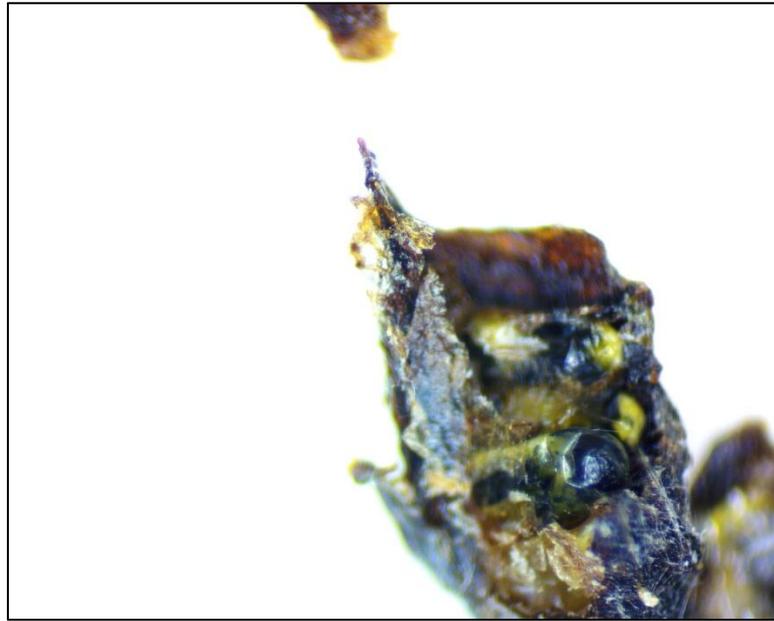
ANEXO A. HEMBRA DE *Gonipterus sp.* OVIPOSITANDO OOTECAS.



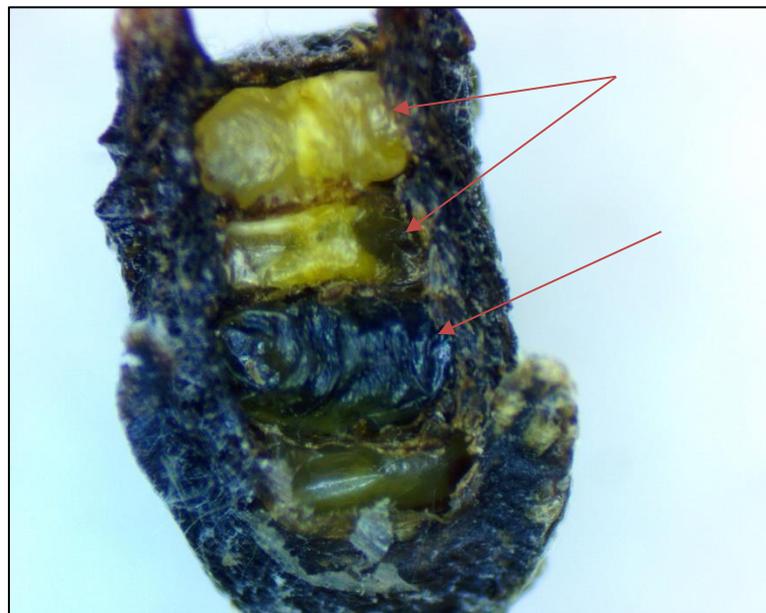
ANEXO B. ECLOSIÓN DE *Anaphes nitens* DEL HUEVO DE *Gonipterus sp.*



ANEXO C. OOTECAS DE *Gonipterus* sp. PARASITADA POR *A. nitens*



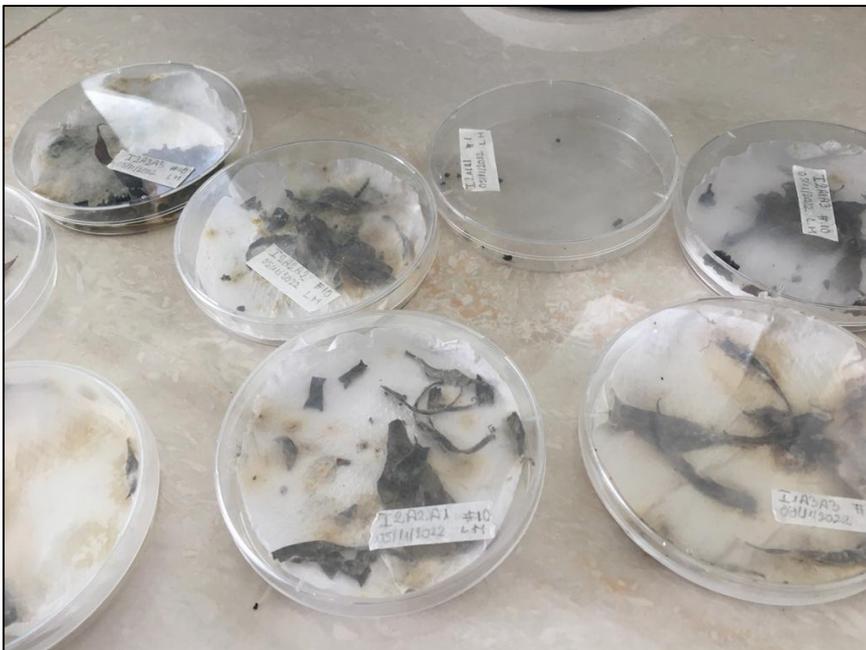
ANEXO D. DIFERENCIA ENTRE HUEVOS PARASITADOS POR *A. nitens* EN INSTARES DE LARVA Y ADULTO



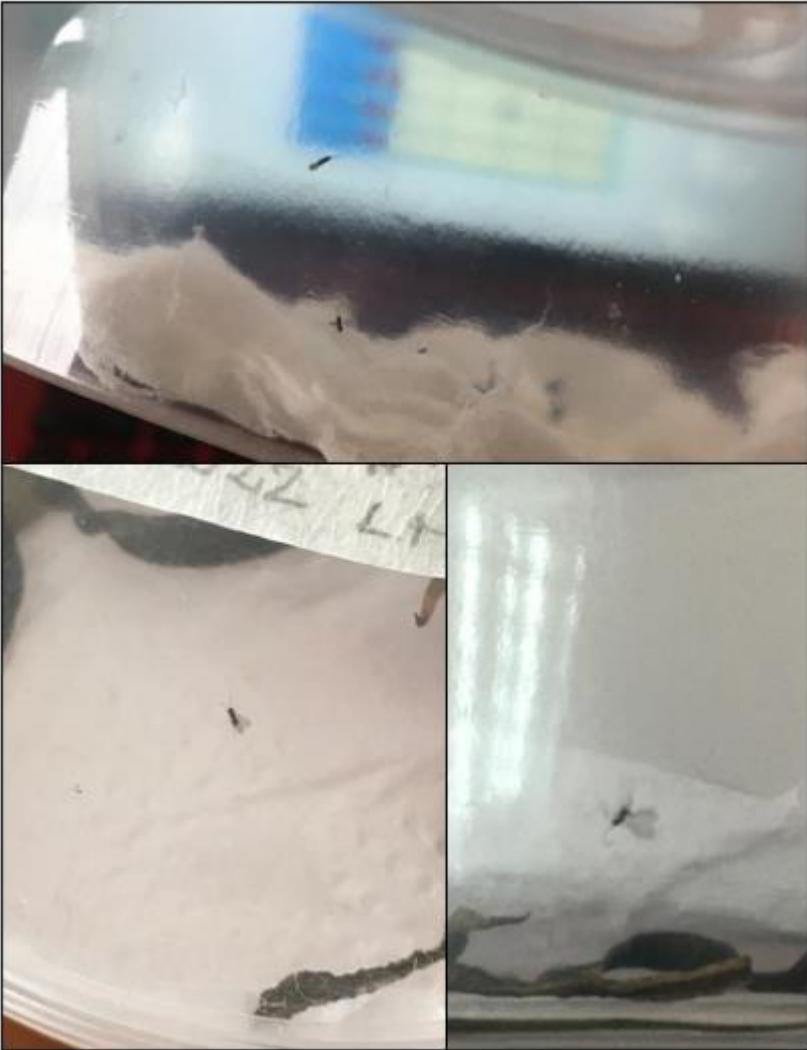
ANEXO E. INDUCCIÓN PARA LA METODOLOGÍA DE DIVERSIDAD DICTADA POR EL ING. CARPIO Y EL ING. MUÑOZ



ANEXO F. CAJAS PETRI CON *A. NITENS* UTILIZADAS PARA ECLOSIÓN DEL PARASITOIDE



ANEXO G. PRESENCIA DE *A. NITENS* EN CÁMARAS DE CRIANZA DE CAJAS PETRI Y TARRINAS DE PLÁSTICO



ANEXO H. INSECTOS CAPTURADOS EN LAS TRAMPAS AMARILLAS



ANEXO I. TRAMPA DE PLATOS AMARILLOS EMPLEADA EN CAMPO





epoch

Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 30 / 06 / 2023

INFORMACIÓN DE LA AUTORA
Nombres – Apellidos: Clara Anabella Valencia Hurtado
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Recursos Naturales
Carrera: Ingeniería Forestal
Título a optar: Ingeniera Forestal
f. responsable: Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz

Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz



0971-DBRA-UTP-2023