



UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
CARRERA DE BIOLOGÍA
TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

**“DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE HIMENÓPTEROS
POLINIZADORES EN *Avicennia germinans* (MANGLE
NEGRO) EN PALMAR Y CHANDUY”.**

Previa a la obtención del título de:

BIÓLOGO

AUTOR:

VALERIA ESTEFANÍA MEDINA GÓMEZ

DOCENTE TUTOR:

Blga. MAYRA CUENCA ZAMBRANO, MSc.

LA LIBERTAD- ECUADOR

2023

UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
CARRERA DE BIOLOGÍA
TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
“DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE HIMENÓPTEROS
POLINIZADORES EN *Avicennia germinans* (MANGLE
NEGRO) EN PALMAR Y CHANDUY”.

Previa a la obtención del título de:

BIÓLOGO

AUTOR:

VALERIA ESTEFANÍA MEDINA GÓMEZ

DOCENTE TUTOR:

Blga. MAYRA CUENCA ZAMBRANO, MSc.

LA LIBERTAD- ECUADOR

2023

DEDICATORIA

A Dios y mi familia, incluidos en esta última mis queridos amigos.

A América† y Concepción†.

AGRADECIMIENTO

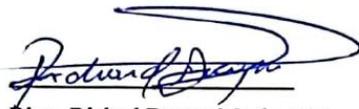
A la Universidad Estatal Península de Santa Elena, por acogerme en sus aulas durante mis años de estudio.

A Facultad Ciencias del Mar, por su importante contribución en mi formación estudiantil.

En particular a mi tutora de tesis, Blga. Mayra Cuenca Zambrano, MSc., quién con su valioso aporte científico orientó la elaboración del presente trabajo.

Al Blgo. Ronaldo Lindao Quimi, por su ardua colaboración en desarrollo de la fase de campo de esta investigación.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



Blgo. Richad Duque Marín, Mgt.
DECANO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS DEL MAR



Ing. Jimmy Villón Moreno, MSc.
DIRECTOR DE LA CARRERA DE
BIOLOGÍA



Blga. Mayra Cuenca Zambrano, MSc.
DOCENTE TUTOR



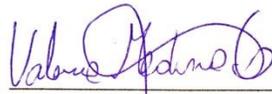
Blga. Tanya González Banchón, Mgt.
DOCENTE DEL ÁREA



Ab. María Rivera González, Mgr.
SECRETARIA GENERAL

DECLARACIÓN EXPRESA

Yo, Medina Gómez Valeria Estefanía, declaro bajo juramento que la responsabilidad por los datos, ideas y resultados expuestos en este trabajo de integración curricular corresponden exclusivamente al autor y el patrimonio intelectual de la misma y a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, por su reglamento y normativa vigente.



Medina Gómez Valeria Estefanía

CI: 2450154485

ÍNDICE GENERAL	
DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTO	II
ÍNDICE GENERAL	V
INDICE DE TABLAS	VIII
INDICE DE ILUSTRACIONES	IX
INDICE DE GRÁFICOS	X
INDICE DE ANEXOS	X
GLOSARIO	XI
ABREVIATURAS	XII
RESUMEN	XIII
ABSTRACT	XIV
1. INTRODUCCIÓN	1
2. JUSTIFICACIÓN	3
3. OBJETIVOS	4
3.1 OBJETIVO GENERAL	4
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
4. HIPÓTESIS	4
5. MARCO TEÓRICO	5
5.1. LOS MANGLARES	5
5.2. MANGLE NEGRO (<i>Avicennia germinans</i>)	6
5.3. GENERALIDADES DEL ORDEN HYMENOPTERA	7
5.4. LA POLINIZACIÓN	7
5.5. POLINIZADORES	8
5.6. TIPOS DE POLINIZACIÓN	9
5.7. ENTOMÓFILA	10
5.8. POLINIZACIÓN POR HIMENÓPTEROS	11
5.8.1. POLINIZACIÓN POR ABEJAS	11
5.8.2. POLINIZACIÓN POR HORMIGAS	11
5.8.3. POLINIZACIÓN POR AVISPAS	12

6.	MARCO METODOLÓGICO	13
6.1.	ÁREA DE ESTUDIO	13
6.1.1	SELECCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	13
6.1.2	MANGLAR DE PALMAR	13
6.1.3	MANGLAR DE CHANDUY	15
6.2	METODOLOGÍA DE CAMPO	16
6.2.1	MUESTREOS	16
6.2.2	INTERACCIÓN DE HIMENÓPTEROS CON FLOR DE <i>A. germinans</i>	17
6.2.3	MÉTODO DE CAPTURA	17
6.3	METODOLOGÍA DE LABORATORIO	17
6.3.1	IDENTIFICACIÓN DE POLEN EN EL INSECTO	17
6.3.2	IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA	18
6.4	METODOLOGIA ESTADÍSTICA	19
6.4.1	INDICES BIOLÓGICOS	19
6.4.2	INDICE DE POLINIZACIÓN	20
6.5.	CARACTERIZACIÓN DE ZONAS DE VIDA	20
7.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	23
7.1	DESCRIPCIÓN DE ESPECIES ENCONTRADAS	23
7.1.1	<i>Agapostemon sp.</i> (Guérin-Méneville, 1844)	23
7.1.2	<i>Anoplius cf. americanus</i> (Beauvois, 1811)	24
7.1.3	<i>Apis mellifera</i> (Linnaeus, 1758)	25
7.1.4	<i>Brachygastra lecheguana</i> (Latreille, 1824)	26
7.1.5	<i>Liris sp.</i> (Fabricius. 1804)	27
7.1.6	<i>Cephalotes sp.</i> (Latreille, 1802)	28
7.1.7	<i>Polistes versicolor</i> (Olivier, 1791)	29
7.1.8	<i>Polybia fastidiosuscula</i> (Saussure, 1854)	30
7.1.9	<i>Traumatotutilla vitelligera</i> (Gerstaecker, 1874)	31
7.2	DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE ESPECIES	33
7.2.1	MANGLAR DE PALMAR	33
7.2.2	MANGLAR DE CHANDUY	34

7.3	INDICES ECOLÓGICOS OBTENIDOS	36
7.3.1	SIMPSON	36
7.3.2	SHANNON	37
7.3.3	JACCARD	38
7.4	DETERMINACIÓN DE LA ZONA DE VIDA	38
7.5	DINAMICA DE POLINIZACIÓN	40
8.	DISCUSIONES	42
9.	CONCLUSIONES	42
10.	RECOMENDACIONES	43
11.	BIBLIOGRAFÍA	45
12.	ANEXOS	48

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas correspondientes a los puntos de muestreo en el manglar de la comuna Palmar. Elaborado por: Valeria Medina	13
Tabla 2. Coordenadas correspondientes a los puntos de muestreo en el manglar de la comuna Palmar. Elaborado por: Valeria Medina.	15
Tabla 3. Insumos utilizados para la identificación de himenópteros.	18
Tabla 4. Frecuencia de observación de organismos en el manglar de Palmar.	33
Tabla 5. Frecuencia de observación de organismos en el manglar de Chanduy.	34
Tabla 8. Descripción de características propias de la zona de vida del manglar de Palmar ...	38
Tabla 9. Descripción de las características propias de la zona de vida del manglar de Chanduy	38
Tabla 6. Dinámica de polinización de las especies encontradas en las áreas de muestreo.	40
Tabla 7. Transporte de polen por insecto.	41

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Área de estudio en la comuna Palmar. Elaborado por: Valeria Medina.	14
Ilustración 2. Área de estudio en la parroquia Chanduy. Elaborado por: Valeria Medina.	16
Ilustración 3. Vista dorsal de <i>Agapostemon texanus</i> . Fuente: Allan Smith-Pardo, Bees of the United States, USDA APHIS PPQ, Bugwood.org.....	23
Ilustración 4. Vista lateral de <i>Anoplius americanus</i> . Fuente: Alejandro González Hernández, CONABIO.	24
Ilustración 5. Vista dorsal, frontal y lateral de <i>Apis mellifera</i> . Autor: Valeria Medina.	25
Ilustración 6. Vista dorsal, frontal y lateral de <i>Brachygastra lecheguana</i> . Autor: Valeria Medina	26
Ilustración 7. Vista dorsal, frontal y lateral de <i>Liris haemorrhoidalis</i> . Fuente: Mohamed Braham (2019)	27
Ilustración 8. Vista lateral y dorsal de <i>Cephalotes</i> sp. Autor: Valeria Medina	28
Ilustración 9. Vista dorsal, frontal y lateral de <i>Polistes versicolor</i> . Autor: Valeria Medina. ..	29
Ilustración 10. Vista dorsal, frontal y lateral de <i>Polybia fastidiosuscula</i> . Autor: Valeria Medina.	30
Ilustración 11. Vista frontal de <i>Traumatomutilla vitelligera</i> . Fuente: (Bartholomay , Williams, Luz, Cambra, & Luz de Oliveira, 2019).....	31
Ilustración 12. Caracterización de la zona de vida del manglar de Palmar.....	39
Ilustración 13. Caracterización de la zona de vida del manglar de Chanduy.....	39

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Clasificación de zonas de vida según Holdrige. Tomado de: La Clasificación Climática de Holdrige (p.6). Por E. Bizarri, 2003, Estudios Geográficos.	21
Gráfico 2.. Frecuencia de visitas de himenópteros en el manglar de Palmar.....	34
Gráfico 3. Frecuencia de visita de himenópteros en el manglar de Chanduy	35
Gráfico 4. Índice de Simpson en ambos lugares de estudio.....	36
Gráfico 5. Índice de Shannon para ambos sitios de estudio.....	37

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Trabajo en campo en el Manglar de Palmar.....	48
Anexo 2. Trabajo en campo en el Manglar de Chanduy.....	48
Anexo 3. <i>B. lecheguana</i> en flor de <i>A. germinans</i>	49
Anexo 4. <i>P. fastidiosuscula</i> en flor de <i>A. germinans</i>	49
Anexo 5. <i>A. mellifera</i> en flor de <i>A. germinans</i>	50
Anexo 6. <i>P. versicolor</i> en flor de <i>A. germinans</i>	50
Anexo 7. <i>Cephalotes sp.</i> en flor de <i>A. germinans</i>	51
Anexo 8. <i>Agapostemon sp.</i> en flor de <i>A. germinans</i>	51
Anexo 9. Muestra de polen obtenido de patas de <i>A. mellifera</i>	52
Anexo 10. Muestra de polen obtenida de patas de <i>P. fastidiosuscula</i>	52
Anexo 11. Muestra de polen obtenida de cabeza de <i>Liris sp.</i>	53
Anexo 12. Visita técnica por parte de la docente tutora al área de estudio.....	53

GLOSARIO

Antera: Parte apical del estambre, en donde se encuentra el polen.

Flor: Órgano especializado en la reproducción.

Himenóptero: Insecto con dos pares de alas membranosas y con boca de tipo masticador- lamedor.

Manglar: Bioma formado por árboles tolerantes a las sales presentes en la zona intermareal.

Mangle: Árbol o arbusto tropical de raíces adventicias, tolerantes a la sal y distribuidos en áreas estuarinas y zonas costeras.

Polinización: Proceso de transferencia de polen desde los estambres hasta el estigma de las flores angiospermas, haciendo posible la producción de semillas y de frutos.

Polen: Partículas fecundantes microscópicas, producidas por las plantas con semillas.

Polinizador: Vector que traslada polen desde las anteras hasta el estigma de la flor, permitiendo así su reproducción.

Zona de vida: Región biogeográfica delimitada por parámetros climáticos tales como precipitación y temperatura.

ABREVIATURAS

ZDV: Zona de vida

Pa: Precipitación

Bta: Biotemperatura

Retp: Relación de evapotranspiración porcentual

DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE HIMENÓPTEROS POLINIZADORES EN *Avicennia germinans* (MANGLE NEGRO) EN PALMAR Y CHANDUY

Autor: Valeria Estefanía Medina Gómez

Tutor: Blga. Mayra Cuenca Zambrano, MSc.

RESUMEN

El presente estudio evaluó, durante 10 semanas de muestreo, la diversidad y abundancia de insectos himenópteros polinizadores de la especie halófito *Avicennia germinans* en los manglares de Palmar y Chanduy, ubicados en las zonas norte y sur de la Provincia de Santa Elena respectivamente, los cuales se encuentran en zonas de vida de bosque seco y bosque muy seco. Los organismos encontrados corresponden a 9 especies pertenecientes a 7 familias en el manglar de Palmar, mientras que en el manglar de Chanduy 7 especies correspondientes a 5 familias; el índice de similitud de especies determinado mediante Jaccard resultó en 0.78, denotando alta similitud de especies para ambos sitios, mientras que, según los índices de Shannon y Simpson, evaluados en ambos lugares de muestreo, la mayor diversidad de especies se presentó en Chanduy, con 1,6 y 0.75bits respectivamente. Se evaluó también la actividad polinizadora que estos insectos ejercieron sobre el mangle negro, para lo cual se recabó información cuantitativa y cualitativa *in situ*, obteniendo así contacto del cuerpo del insecto con estructuras florales tales como estigma, corola y anteras por todos los individuos registrados, frecuencia de visitas de los organismos a la flor y tiempos de visita que van desde $3 \pm 2.64s$ hasta 11 ± 8.79 ; así como también se realizó el estudio de las cargas polínicas que el insecto transportó mediante la metodología de gelatina glicerizada e identificación de índice de polinización IPP. En base a los estudios realizados, se determinó a la especie *Apis mellifera* como principal especie polinizadora de *Avicennia germinans*.

Palabras claves: Polinizadores, mangle, diversidad, himenópteros.

HYMENOPTERAN POLLINATOR DIVERSITY AND ABUNDANCE IN *Avicennia germinans* (BLACK MANGROVE) IN PALMAR AND CHANDUY

Autor: Valeria Estefanía Medina Gómez

Tutor: Blga. Mayra Cuenca Zambrano, MSc.

ABSTRACT

The present research evaluated, by 10 sampling weeks, the diversity and abundance of pollinizer hymenopterans of the halophyte specie *Avicennia germinans* in the Palmar and Chanduy mangroves, located in the east and south of the Santa Elena province respectively, which are found in life zones of dry forest and very dry forest. The organism found correspond to 9 species belonging to 7 families in the Palmar mangrove, while in the Chanduy mangrove 7 species belonging to 5 families; the similarity species index determined by Jaccard result in 0.78, denoting high similarity species for both sites, while, according to the Shannon and Simpson index, evaluated in both sampling sites, the greatest abundance of species was registered in Chanduy, with 1,6 y 0.75bits respectively. The pollinizer activity that this insect exerted on the black mangrove was evaluated too, for which qualitative and quantitative information was collected in *situ*, thus obtaining contact of the insect body with the floral structure such as stigma, corolla and anthers by all registered individuals, frequency of visit of the organism to the flowers and visit times ranging from $3\pm 2.64s$ to $11\pm 8.79s$; as well of the study of the pollen loads that the insect transported through the glycerinated gelatin methodology was carried out and the identification of pollination index IPP. Based on the studies carried out, the species *Apis mellifera* was determined as the main pollinating species of *Avicennia germinans*.

Key words: Pollinators, mangrove, diversity, hymenopterans.

1. INTRODUCCIÓN

Los manglares son formaciones vegetales de estructura densa y bien definida, formando parte de uno de los ecosistemas más productivos y el punto de partida de la cadena trófica; además de ser el resultado de la interacción entre el medio terrestre y el acuático (Odum, 1967), caracterizándose por poseer de las pocas plantas terrestres capaces de crecer en ambientes de alta salinidad (Hogarth, 2015).

Los árboles que caracterizan estos biomas, los mangles, se adaptan a un tipo generalizado de polinizadores, y su capacidad para convertir las visitas florales en la fertilización de flores y la producción de frutos es un proceso relevante y necesario para el mantenimiento de estos biomas (Raju et al, 2016). La relación entre planta y polinizador es uno de los fenómenos más importantes en la reproducción de las flores angiospermas y esto es a menudo etiquetado como una relación estrechamente co-evolucionada y mutualista (Huang & Giray, 2012). Siendo características como la variación de color, olor, tamaño, néctar y polen, responsables de que aumente la cantidad de especies polinizadoras (Dupont & Olesen, 2009).

Avicennia germinans, conocido popularmente como mangle negro, se encuentra en la mayoría de los manglares de las áreas costeras americanas, pudiéndose encontrar a través de las costas del Golfo de México y desde el norte de la Florida hasta Espiritu Santo, en Brasil. En las costas del Océano Pacífico crece desde Punta de Lobos en

México hasta Punta Malpelo, en Perú (West, 1977). Las flores de esta especie se encuentran en inflorescencias terminales o axilares, son pequeñas, de entre 1 y 2cm de ancho, el color de sus pétalos va de amarillo a crema o blanco (Chapman, 1970), además tiene un ovario con dos células y la florescencia se da a lo largo del año. Bernal (2017) estudió visitantes florales y fenología floral de mangle negro en la Bahía de Kino, México, reportando así para el orden Hymenoptera familias como Apidae, Colletidae, Halictidae, Vespidae, Pompilidae y Formicidae. Moncada (2020) estudió insectos polinizadores y visitantes florares de *A. germinans* y *Laguncularia racemosa* en la ciudad de Guayaquil, identificando así himenópteros de las familias Apidae, Formacidae y Vespidae,

2. JUSTIFICACIÓN

En la naturaleza se dan distintos procesos que aseguran la polinización de diferentes plantas, tales como anemogamia, hidrogamia y zoogamia, dentro de este último, que hace alusión a la polinización por especies animales, se encuentra la entomogamia que es realizada por insectos y se define como el mecanismo más frecuente y ventajoso en el cual existe un verdadero mutualismo. El orden Hymenoptera, al que pertenecen abejas, abejorros, hormigas y avispa presenta alrededor de 2000 especies descritas y distribuidas por casi todo el planeta (Aquino et al, 2008). Según señalan Fernández & Sharkey (2006) los himenópteros son los visitantes más frecuentes de las flores, por lo que, si se toma a la tasa de visita como un predictor confiable de polinización, esto lo convierte en los más importantes, además de que como indica Matsson (1980), los insectos son organismos apropiados para polinizar debido a su tamaño relativamente semejante al de las flores y sobre todo por su capacidad de volar y por tanto su alta movilidad. La importancia del estudio de los manglares radica, además de su valor a nivel ecológico, en la relevancia que los mismos tienen para las comunidades costeras, pues no solo brindan recursos extraíbles, sino que también protegen a nivel estructural la línea costera y brindan belleza paisajística altamente aprovechable. El estudio de los himenópteros polinizadores en mangle negro presentes las Comunas Palmar y Chanduy representan sobre la dinámica de polinización entre taxones un conjunto significativo de formas, asegurando una diferencia de especies entre las dos comunas, ocasionado por la correcta dispersión de mangles.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar la diversidad y abundancia de himenópteros en *Avicennia germinans* presentes en las comunas Palmar y Chanduy, mediante la toma de muestras entomófilas comparando la dinámica de polinización entre las especies.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los himenópteros polinizadores en *Avicennia germinans* mediante claves taxonómicas.
- Comparar la abundancia de especies encontradas en los manglares con distinta zona de vida, mediante los índices ecológicos de Shannon Weaver y Simpson.
- Caracterizar la dinámica de polinización que las especies entomófilas presentan respecto al mangle negro.

4. HIPÓTESIS

H1: La diversidad de himenópteros polinizadores en mangle negro es mayor en el manglar de Chanduy que en el manglar de Palmar, debido a poseer una distinta zona de vida.

5. MARCO TEÓRICO

5.1. LOS MANGLARES

Los manglares son un tipo de bosque raro en el mundo se estima que ocupan solo el 3% de la superficie terrestre (Gómez et al., 2023) y cuya cobertura estimada en el mundo es de entre 14 y 24 millones de hectáreas (Kauffman et al, 2013), son bosques anfibios de plantas leñosas arbóreas o arbustivas debido a que pueden encontrarse de distintos tamaños, presentan una tolerancia a altos porcentajes de salinidad. Estos se encuentran ubicados generalmente al nivel del mar dentro de las zonas influenciadas directamente por mareas, estuarios y desembocaduras de ríos. Estos ecosistemas son nombrados manglares debido a que la especie vegetal dominante es el mangle (Cornejo, 2014), estos organismos ofrecen importantes servicios ecosistémicos como lo son: pesca artesanal, pesca industrial en zona económica exclusiva, turismo ecológico, potabilización de aguas, protección contra tormentas, maremotos, e inundaciones y la alta capacidad como sumideros y reservorios de carbono.

(Gomez y et al., 2023) mencionan que existen alrededor de 68 especies de manglares a nivel global, dentro del continente americano existen solo 10 especies, entre ellas destacan: el mangle negro (*Avicennia germinans L.*), mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle blanco (*Laguncunaria racemosa*), botoncillo mangle (*Conocarpus erectus*), mangle salado (*Avicennia bicolor Standl.*) y mangle amarillo (*Rhizophora harrisonii*).

En Ecuador existen 7 especies de mangle y abarcan aproximadamente 157,094.28 hectáreas, compuestos principalmente por: El mangle rojo (*Rhizophora mangle*), (*Rhizophora racemosa*), mangle concha (*Rhizophora harrisonii*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), (*L. racemosa* var. *glabriflora*), mangle negro (*Avicennia germinans*) y mangle botón (*Conocarpus erectus*) (Silva, 2013; Pernia et al, 2019).

5.2.MANGLE NEGRO (*Avicennia germinans*)

Cornejo (2014) menciona que el género *Avicennia* está compuesto por un total de ocho especies a nivel global. En el territorio de Ecuador se registró solo a la especie *A. germinans*, siendo árboles o arbustos de aproximadamente de 0.5m hasta los 25m de alto, con 120 cm DAP, la corteza levemente fisurada, coloración que va de negro a gris incluso café oscuro, lenticelada, las raíces secundarias son superficiales con la presencia de varios neumatóforos lineares verticales, llegando hasta los 40 cm de alto, presenta hojas decusadas, de color verde oliva en el haz y opaca a su revés, lámina lanceolada, los peciolo tiene medidas de 1cm - 2 cm. Inflorescencia terminal y axilar, en panículas o espigas densas, 1 – 5 cm. Cáliz dialisépalo; 5 sépalos. Corola campanulada, coloración blanca a cremosa, lóbulos de aproximadamente 3 a 5 mm, la garganta interna amarilla, contiene cuatro estambres. Ovario superior; estilo ca. 2 mm; estigma bifido. El fruto es asimétrico, lateralmente comprimido de 1.5-2.5 x 1-1,7 cm, dividido en 2 valvas, rugosas, de color verdoso-amarillo al exterior.

La distribución de la especie se encuentra registrada desde el sureste de los Estados

Unidos en Texas y Florida también a lo largo de las costas de México, la costa de Brasil y noroccidente de Perú. Incluyendo las Indias occidentales, islas Galápagos y la costa tropical de África occidental.

5.3.GENERALIDADES DEL ORDEN HYMENOPTERA

Más de 1200 000 especies del orden Hymenoptera han sido descritas alrededor del mundo según Van Edem (2013), este se encuentra dividido en dos grandes subórdenes: Symphita, los cuales se alimentan de plantas y Apocrita, los cuales normalmente se alimentan de otros artrópodos. En los Apocrita el abdomen y el tórax se encuentran estrechamente unidos, formando la llamada "cintura de avispa" a diferencia de Symphita que carecen de ella (Reed & Landolt, 2019)

5.4.LA POLINIZACIÓN

El proceso de polinización está relacionado con la dispersión de las microsporas de las angiospermas durante su ciclo de vida. Refiriéndose al desplazamiento del polen del estambre de una flor hasta el estigma de la misma flor u otra de la misma especie, iniciándose el proceso de fertilización en el momento en que las partículas fecundantes germinan y dando origen al tubo polínico que crece en dirección al ovario: allí el polen que es el gameto masculino se une al gameto femenino (óvulo) para formar una semilla (Vasquez et al., 2006)

Como refiere (Nates , 2016), el transporte del polen puede ocurrir espontáneamente en la misma flor, incluso antes de su apertura, como sucede en las flores cleistógamas, o después de la apertura floral como resultado de los movimientos florales, los cuales facilitan el contacto del grano de polen con el estigma de la propia flor, ante esta posibilidad de reproducción autónoma, la mayoría de las angiospermas, dada su inmovilidad y los sistemas genéticos de incompatibilidad, presentan la reproducción biparental, esta transferencia generalmente requiere un vector de polen, el cual puede ser un agente abiótico como el viento o el agua, o un agente biótico, es decir un polinizador.

5.5.POLINIZADORES

Un polinizador es un organismo biótico capaz de usar las flores de manera imprescindible o facultativa de la cual extrae un beneficio; principalmente recursos alimentarios, dormir o descansar, aparearse y ovipositar, o para incrementar su temperatura; en todos los casos el polinizador logra transportar efectivamente los gametos de las plantas y obteniendo el recurso floral sin dañar los órganos reproductivos femeninos de la planta (Nates , 2016; Vasquez et al, 2006).

Tanto invertebrados como vertebrados pueden llegar a ser polinizadores. El grupo más importante lo conforman los insectos, destacando a las abejas y a los organismos que conforman la superfamilia Apoidea, cuya alimentación es el néctar o polen de las

flores. Por otra parte, los vertebrados como ciertas aves tienen como fuente principal de energía el néctar, como las diferentes especies de colibríes, también mamíferos como los murciélagos son importantes polinizadores (Garibaldi et al, 2012).

5.6. TIPOS DE POLINIZACIÓN

El proceso donde se encuentra el polen con el estigma conocido como polinización, puede ser ejecutado por diferentes agentes externos, entre ellos existen factores abióticos como lo son el agua denominada hidrofilia y el viento denominada anemofilia, también se encuentran vectores bióticos como lo son los animales (zoofilia).

Anemofilia muchas de las especies vegetales se adaptaron a la polinización por medio del viento, estas especies producen grandes cantidades de polen y siendo de pequeño tamaño y secos, lo que permite ser transportado con mayor facilidad por el viento. Para otros casos se presentan otras adaptaciones, como estigmas plumosos permitiendo que el polen sea atrapado, también presentan filamentos estaminales como hilos largos, con las anteras al viento colgando libremente (Gordón, 2002).

Hidrofilia es transporte del polen hasta los estigmas es realizado por el agua, este tipo de polinización se presenta con menor frecuencia, está bien desarrollada en

plantas de agua dulce, así también como en las especies del género *Zostera* (Gordón, 2002), las diferentes especies vegetales ligadas a este tipo de polinización presenta las flores masculinas y femeninas sumergidas, donde los granos de polen son liberados en masa y transportados pasivamente por las mareas o corrientes. El polen de este tipo de planta presenta filamentos, siendo flexible y pegajoso (Aguado, 2015).

Zoófila este tipo de polinización suele ser más efectiva. Esta importante labor puede ser desempeñada por pájaros (ornitófila), mamíferos (quiropterófila), reptiles (saurófila) o insectos (entomófila), sobre todo los insectos en nuestras latitudes juegan un papel vital en la reproducción de las plantas al facilitar la polinización de muchas especies vegetales (Miñarro, García, & Martínez, 2018).

5.7. ENTOMÓFILA

El mecanismo de la entomófila se basa en la recolección del polen mediante la visita la flor por los insectos, siendo necesario para la reproducción y el desarrollo larvario en muchas especies. El néctar es generalmente la fuente principal de energía para adultos y larvas (Vaudo et al., 2015). La población por animales es regulada principalmente por la abundancia de los diferentes recursos tróficos florales, la disponibilidad de ambientes de nidificación, los depredadores y patógenos, y los pesticidas.

Sánchez (2009) menciona el establecimiento de un enfoque para evaluar la especialización de la polinización entomófila. entre mayor el número de especies de insectos visitantes florales visite una planta menor es el nivel de especialización. La especialización de la polinización puede también evaluarse en relación con los grupos o clases de insectos polinizadores que comparten características similares.

5.8.POLINIZACIÓN POR HIMENÓPTEROS

5.8.1. POLINIZACIÓN POR ABEJAS

Los Apiformes son el grupo de polinizadores más numeroso y extendido por el mundo (Michener, 2000), son polinizadores eficaces pues se alimentan casi exclusivamente de polen y néctar, tienen cuerpos peludos que recogen fácilmente granos de polen y visitan varias flores de la misma especie en un solo viaje.

5.8.2. POLINIZACIÓN POR HORMIGAS

(Abrol, 2012) indica que, si bien estos insectos son comúnmente antófilos, ciertas características morfológicas y comportamentales no les permiten participar de manera activa en el proceso de polinización, puesto que el polen no se adhiere fácilmente a sus cuerpos lisos y su diminuto tamaño les permite evitar tocar estructuras como anteras y estigmas.

5.8.3. POLINIZACIÓN POR AVISPAS

Dentro de este grupo grande y diversificado, los adultos, generalmente son depredadores o carroñeros, razón por la cual el néctar es importante para ellos como fuente de carbohidratos para cubrir sus necesidades energéticas. Como polinizadores no se compararían a las abejas, de hecho, pueden ejercer influencia negativa sobre otros polinizadores como abejas melíferas, abejas silvestres y mariposas (Abrol, 2012). Según Faegri & Van Der Pijl (2013) las avispas poseen partes bucales no especializadas, restringiéndolas generalmente a flores halófitas, las que se encuentran en ecosistemas salinos, permaneciendo abiertas y con néctar de fácil accesibilidad.

6. MARCO METODOLÓGICO

6.1.ÁREA DE ESTUDIO

6.1.1 SELECCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Las estaciones de muestreo de las áreas de estudio en los manglares de Palmar y Chanduy fueron establecidas mediante visitas de campo previas, las cuales garantizaron la presencia de himenópteros, los mismos que se encontraron en diferentes vegetales, observándose que estos se alojan en la composición floral, además de un factible acceso en el horario definido.

6.1.2 MANGLAR DE PALMAR

El área de estudio comprende 288m lineales de remanente de manglar, dividido en 7 estaciones de muestreo, correspondientes cada una a un ejemplar de *Avicennia germinans*, cuyas coordenadas fueron tomadas con un GPS de la marca Garmin, modelo GPSmap 60C y se describen a continuación en la Tabla 1, las mismas que fueron esquematizadas mediante el software QGIS en la Figura 1.

Tabla 1. Coordenadas correspondientes a los puntos de muestreo en el manglar de la comuna Palmar. Elaborado por: Valeria Medina

PUNTOS DE MUESTREO EN MANGLAR DE PALMAR	
ESTACIÓN	COORDENADA WGS84
1	S 02°01'15.2" W 080°43'34.4"
2	S 02°01'16.1" W 080°43'35.1"

3	S 02°01'16.0" W 080°43'37.5"
4	S 02°01'16.3" W 080°43'40.5"
5	S 02°01'16.4" W 080°43'41.0"
6	S 02°01'16.6" W 080°43'41.6"
7	S 02°01'17.0" W 080°43'42.6"

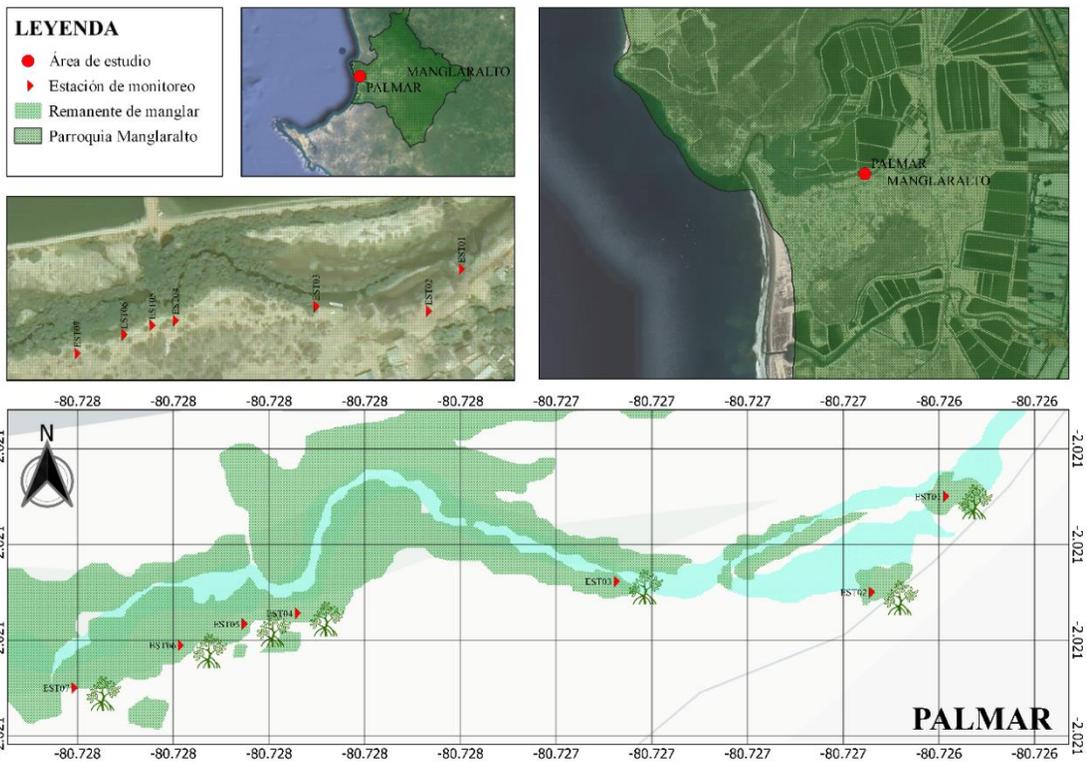


Ilustración 1. Área de estudio en la comuna Palmar. Elaborado por: Valeria Medina.

6.1.3 MANGLAR DE CHANDUY

El área de estudio comprende 288m lineales, divididos en 7 estaciones de muestreo, las cuales corresponden a arboles de *Avicennia germinans*, se describen a continuación en la Tabla 2 y se esquematizaron mediante el software QGIS en la Figura 2.

Tabla 2. Coordenadas correspondientes a los puntos de muestreo en el manglar de la comuna Palmar. Elaborado por: Valeria Medina.

PUNTOS DE MUESTREO EN EL MANGLAR DE CHANDUY	
ESTACIÓN	COORDENADA WGS84
1	S 02°23'54.2" W 080°40'58.0"
2	S 02°23'52.8" W 080°40'57.4"
3	S 02°23'52.4" W 080°40'57.1"
4	S 02°23'51.5" W 080°40'57.0"
5	S 02°23'50.7" W 080°40'56.8"
6	S 02°23'49.2" W 080°40'56.7"
7	S 02°23'48.2" W 080°40'56.7"

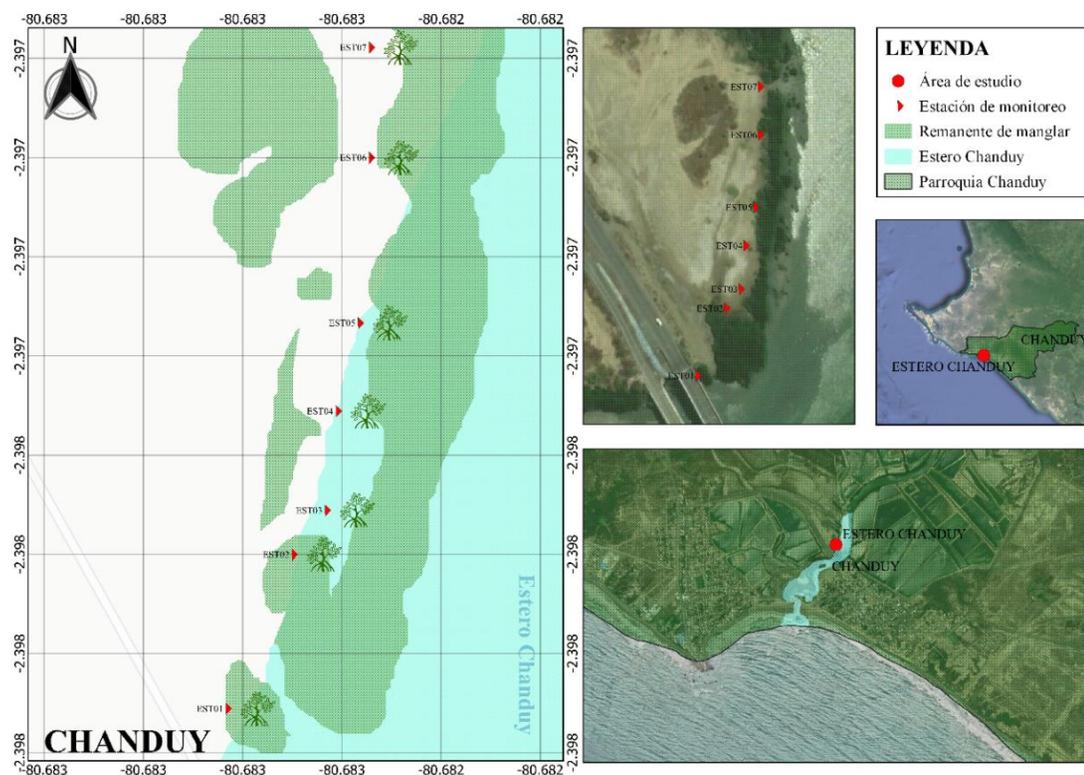


Ilustración 2. Área de estudio en la parroquia Chanduy. Elaborado por: Valeria Medina.

6.2 METODOLOGÍA DE CAMPO

6.2.1 MUESTREOS

Los muestreos se realizaron 1 vez por semana durante dos meses y medio, para lo cual los datos se tomaron de 09h30 a 13h00, como lo describen Kearns & Inouye (1993), ya que dentro de este tiempo se presenta la mayor actividad de los insectos polinizadores, se seleccionaron 3 inflorescencias aleatoriamente y por un lapso de 10 minutos cada una, siguiendo la metodología de Bernal (2017).

6.2.2 INTERACCIÓN DE HIMENÓPTEROS CON FLOR DE *A. germinans*

Se identificaron características tales como tiempo de la visita del organismo a la flor y el número de visitas realizadas durante los 10 minutos de observación, además de determinar si el insecto realizaba con su cuerpo contacto en estructuras florales tales como estigma, corola, anteras y sépalo.

6.2.3 MÉTODO DE CAPTURA

Para la captura de los organismos se utilizó el método de captura directa utilizando una red entomológica de 30cm de aro, como recomiendan Darrigan et al. (2007) y extensible hasta 1.50m, ubicándolos en recipientes plásticos cilíndricos y herméticos, de 5cm de diámetro de apertura y 6cm de altura, los cuales contenían un trozo de papel previamente embebido con acetato de etilo, formando así una cámara letal, utilizada en el caso de insectos que disponen de alas membranosas delicadas, como describe Luna (2005).

6.3 METODOLOGÍA DE LABORATORIO

6.3.1 IDENTIFICACIÓN DE POLEN EN EL INSECTO

Se utilizó la metodología descrita por Beattie (1971) la cual consiste en la elaboración de una gelatina glicerinada utilizando 175cc de agua destilada, 150cc de glicerina, 50g de gelatina, cristal fenol y fucsina básica, para efectos se utilizó fucsina fenicada, la cual es fucsina básica adicionada con fenol. Se agrega la gelatina al agua destilada y se

calienta hasta que esta se disuelva, incorporando la glicerina y las gotas de fucsina, la cantidad debe ser suficiente para obtener el color deseado, no muy oscuro para que no se opaquen los caracteres morfológicos ni muy claro que no los tiña (Beattie, 1971). Siguiendo con la metodología propuesta, para obtener las cargas de polen en los insectos se procedió a su montaje introduciendo un alfiler entomológico en el tórax, seguido a esto, se tomó un cubo de aproximadamente 2mm de la gelatina glicerinada con la ayuda de una aguja de insulina y se frotó sobre cabeza, tórax, abdomen, alas y patas del insecto individualmente, este cubo fue depositado en una placa portaobjetos colocando sobre él un cubreobjetos y fijándolo con calor. Las placas fueron observadas en un microscopio biológico Carson MS-040 en objetivos de 10 y 40x.

Para la identificación del polen de *Avicennia germinans* se utilizó la clave del Atlas palinológico de la Región Caribe de Colombia de Fernández (2011).

6.3.2 IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA

Para la identificación de los organismos se utilizaron los insumos descritos en la *Tabla 3*, además de la colaboración del Blg. Gerardo Quintos Andrade.

Tabla 3. Insumos utilizados para la identificación de himenópteros.

NOMBRE	AUTOR/ES	AÑO
Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical.	Nieves-Aldrey, J. L., Fontal-Cazalla, F., & Fernández, F	2006

Guía ilustrada de las avispas sociales del Paraguay (Hymenoptera: Vespidae: Polistinae)	Garcete-Barrett, B. R., Peña-Chocarro, M., & Short, M. J	1999
Introducción a las Hormigas de la Región Neotropical	Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt	2003
Fauna de Colombia: Avispas Cazadoras de Arañas de Colombia:(Hymenoptera: Pompilidae).	Fernández, F., Castro, V., Rodríguez, J., Waichert, C., & Pitts, J. P.	2017
iNaturalist	Academia de Ciencias de California	2008

6.4 METODOLOGIA ESTADÍSTICA

6.4.1 INDICES BIOLÓGICOS

Se evaluaron los índices de diversidad de Shannon- Weaver (H') y de Simpson (D) mediante el programa estadístico PAST *Versión 4.03*.

Además, se evaluó la similitud entre taxones encontrados en los dos sitios de interés utilizando el índice de Jaccard, donde:

- a: Número de especies presentes solo en el sitio A
- b: Número de especies presentes sólo en el sitio B
- c: Número de especies presentes en ambas estaciones

$$I_j = \frac{c}{a + b + c}$$

6.4.2 INDICE DE POLINIZACIÓN

Se evaluó el índice de intensidad de polinización IPP, descrito por (Sánchez, 2009),
dónde:

IPP es la intensidad de polinización

CTP es el número de granos de polen transportados por el insecto

CP es la frecuencia de visitas de cada individuo durante todo el tiempo de muestreo

$$IPP = CTP * CP$$

6.5. CARACTERIZACIÓN DE ZONAS DE VIDA

Mediante la información obtenida a través de la plataforma NASA Data Access Viewer, se determinó la caracterización de las zonas de vida (ZDV) estandarizada por Holdridge (1971) para los manglares de Palmar y Chanduy, clasificación descrita en el Gráfico 1, como se observa a continuación:

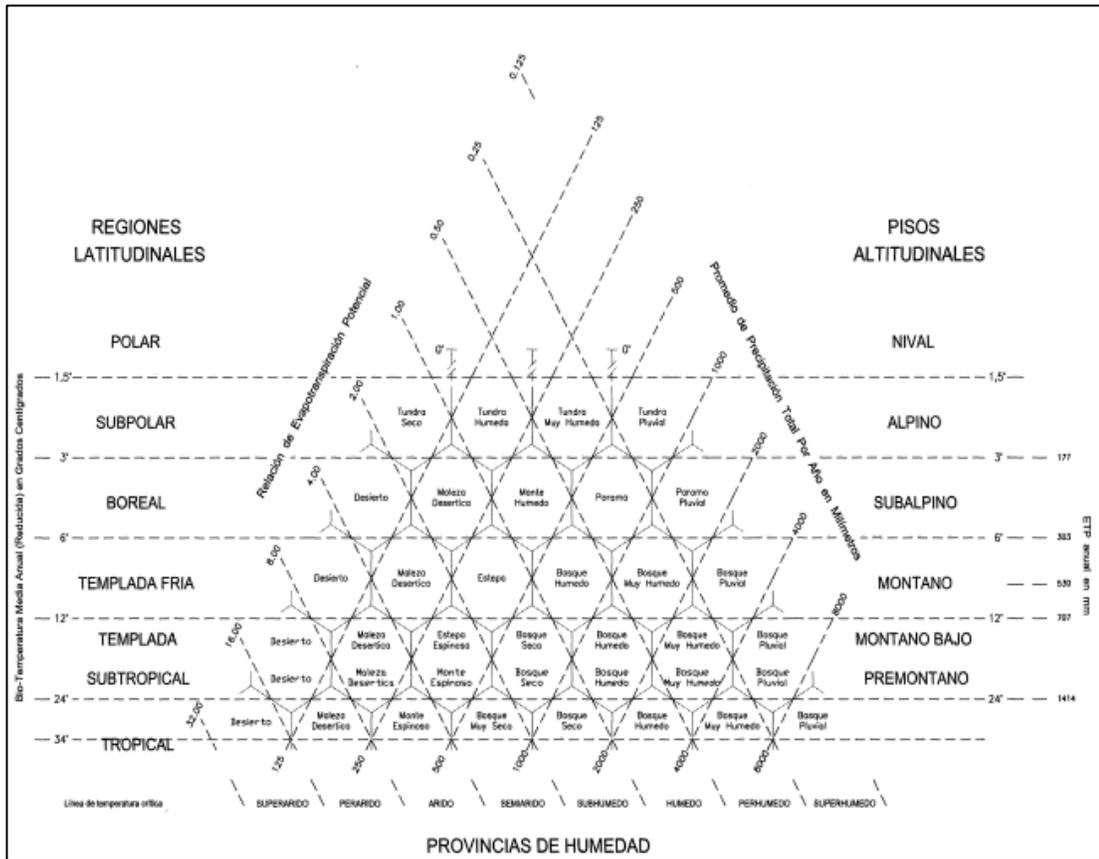


Gráfico 1. Clasificación de zonas de vida según Holdrige. Tomado de: La Clasificación Climática de Holdrige (p.6). Por E. Bizarri, 2003, Estudios Geográficos.

Como indica Bizarri (2003) estas zonas están representadas por hexágonos formados a partir de mediatrices que resultan de la intersección de variables tales como biotemperatura (Bta) y la precipitación (Pa), bases para el cálculo de la relación de evapotranspiración potencial (Retp). Para localidades con altitudes inferiores a los 2000m.s.n.m, tales como el manglar de Chanduy (1m.s.n.m) y de Palmar (4 m.s.n.m) la biotemperatura anual es equivalente a la temperatura anual en grados Celsius.

La temperatura anual fue calculada a partir de las temperaturas máximas y mínimas del año 2021 (ONERN, 1976), La temperatura media es un promedio entre la temperatura mínima y máxima para este caso se cambia a 30°C a las temperaturas mayores a esta.

Es así que la Evapotranspiración Potencial se obtiene al multiplicar la Biotemperatura Media Anual por el factor 58.93 y la Relación de Evapotranspiración Potencial = Evapotranspiración Potencial / Promedio de Precipitaciones Anuales.

7. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

7.1 DESCRIPCIÓN DE ESPECIES ENCONTRADAS

A continuación, se describen los himenópteros encontrados en las áreas de muestreo:

7.1.1 *Agapostemon* sp. (Guérin-Méneville, 1844)

Reino: Animal

Filo: Artropoda

Subfilo: Hexapoda

Clase: Insecta

Subclase: Pterygota

Orden: Hymenoptera

Suborden: Apocrita

Familia: Halictidae

Subfamilia: Halictinae

Tribu: Halictini

Género: *Agapostemon*

Nombre científico: *Agapostemon* sp.

Nombre común: Abeja verde metálico



Ilustración 3. Vista dorsal de Agapostemon texanus. Fuente: Allan Smith-Pardo, Bees of the United States, USDA APHIS PPQ, Bugwood.org

Descripción: Son abejas con tonalidades azul brillante o verde en cabeza tórax, caracterizadas por una tibia posterior pectinada en las hembras y una escopa en las patas posteriores que se forma desde el trocánter hasta la tibia (Vélez Ruíz, 2019).

Como indica Michener (2000) unas pocas especies del neotrópico presentan cuerpo de coloración negra con reflejos metalizados fuertes.

Biología: Según menciona Michener (2000) sus nidos son profundos y más o menos verticales, ubicados en suelos planos o inclinados y en algunas especies las madrigueras suelen estar ocupadas por grupos de 2 a 12 docenas de hembras.

7.1.2 *Anoplius cf. americanus* (Beauvois, 1811)

Reino: Animal

Filo: Artropoda

Subfilo: Hexapoda

Clase: Insecta

Subclase: Pterygota

Orden: Hymenoptera

Suborden: Apocrita

Familia: Pompilidae

Subfamilia: Pompilinae

Tribu: Pompilini

Género: *Anoplius*

Nombre científico: *Anoplius cf. americanus*



Ilustración 4. Vista lateral de *Anoplius americanus*. Fuente: Alejandro González Hernández, CONABIO.

Descripción: Esta avispa cazadora de arañas tiene aproximadamente 20mm de largo, su cuerpo es completamente negro, exceptuando el segundo y tercer terguito del

abdomen, los cuales poseen manchas de color naranja brillante (FFNSAdmin, 2019)

7.1.3 *Apis mellifera* (Linnaeus, 1758)

Reino: Animal

Filo: Artropoda

Subfilo: Hexapoda

Clase: Insecta

Subclase: Pterygota

Orden: Hymenoptera

Suborden: Apocrita

Familia: Apidae

Subfamilia: Apinae

Tribu: Apini

Género: *Apis*

Nombre científico: *Apis mellifera*

Nombre común: Abeja melífera europea

Descripción: Dentro de las características principales se encuentran cabeza con ojos compuestos y antenas, dos pares de alas y tres pares de patas que se adhieren al tórax, la característica externa más notable es el aguijón el cual solo presentan las hembras (Mortensen et al, 2013) son reconocibles por ser abejas grandes con lenguas cortas (5.7 a 6.4 mm) cuyo abdomen es ancho, el color de su quitina es muy oscuro y uniforme y



Ilustración 5. Vista dorsal, frontal y lateral de *Apis mellifera*. Autor: Valeria Medina.

poseen parcialmente pequeñas manchas amarillas en el segundo y tercer tergito del mesosoma, además de poseer largos pelos que recubren su cuerpo.

Biología: Conocidas por su vida altamente social, se considera a una colonia como una unidad biológica, por tanto, las abejas melíferas se reproducen formando así más colonias, este proceso se denomina enjambre; en el cual se producen de 10 a 20 reinas hijas y en su última etapa de pupa, las obreras exploradoras buscarán un nuevo lugar para establecer su colonia (Mortensen et al, 2013)

7.1.4 *Brachygastra lecheguana* (Latreille, 1824)

Reino: Animal

Filo: Artropoda

Subfilo: Hexapoda

Clase: Insecta

Subclase: Pterygota

Orden: Hymenoptera

Suborden: Apocrita

Familia: Vespida

Género: *Brachygastra*

Nombre científico: *Brachygastra lecheguana*

Nombre común: Avispa melífera mexicana



Ilustración 6. Vista dorsal, frontal y lateral de *Brachygastra lecheguana*. Autor: Valeria Medina

Descripción: Conocida también como avispa de papel negro este es un insecto depredador, de alrededor de 11mm de longitud, es distinguido principalmente por poseer un abdomen compacto de color negro y la parte posterior de su abdomen pequeñas rayas amarillas laterales, además de una cabeza hipognata de color negro la cual posee suaves pelos de color amarillo. Forma pequeñas colonias, construyendo así nidos de "papel" en lugar de cera. (*Lista de Especies de Galápagos*, s. f.) (Gómez et al, 1991)

Biología: Son avispas sociales cuyos panales principales son elaborados debajo de uno previamente construido y sus panales formados de celulosa con textura blanda rugosa (Gómez et al, 1991)

7.1.5 *Liris sp.* (Fabricius. 1804)

Reino: Animal

Filo: Artropoda

Subfilo: Hexapoda

Clase: Insecta

Subclase: Pterygota

Orden: Hymenoptera

Suborden: Apocrita

Familia: Crabronidae

Género: *Liris sp.*

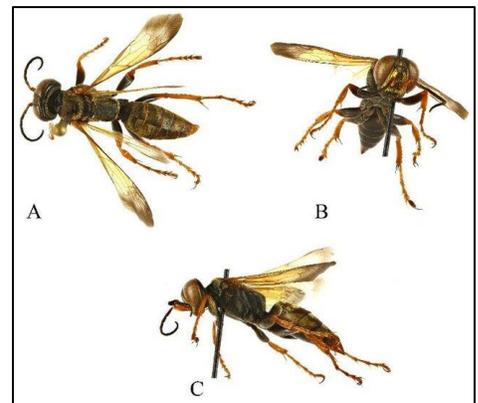


Ilustración 7. Vista dorsal, frontal y lateral de *Liris haemorrhoidalis*. Fuente: Mohamed Braham (2019)

Descripción: Bohart & Mencke (1976) señalan a Larrinae como una de las familias más numerosas de Sphecidae, con alrededor de 2000 especies descritas, mientras que el género *Liris*, cosmopolita pero predominantemente tropical, contiene alrededor de 260 especies, sin embargo, la fauna neotropical ha sido pobremente estudiada.

Biología: Como indican Bohart & Mencke (1976) todas las especies de este género anidan en el suelo, frecuentemente en madrigueras previamente construidas por otros artrópodos, además de que los nidos pueden ser unicelulares, pluricelulares o multicelulares dependiendo de la especie.

7.1.6 *Cephalotes* sp. (Latreille, 1802)

Reino: Animal

Filo: Artropoda

Subfilo: Hexapoda

Clase: Insecta

Subclase: Pterygota

Orden: Hymenoptera

Suborden: Apocrita

Familia: Formicidae

Subfamilia: Myrmicinae

Tribu: Attini

Género: *Cephalotes* sp.



Ilustración 8. Vista lateral y dorsal de *Cephalotes* sp. Autor: Valeria Medina

Descripción: Tal como indica Powell (2020), este género de hormigas de la subfamilia Mymicinae con distribución mundial, se caracterizan por poseer un fuerte exoesqueleto, además de incluir tres castas femeninas con variación morfológica entre especies.

Biología: Powell (2020), refiere que todas las especies conocidas de este género anidan en cavidades de los árboles del sotobosque, se indica que su inusual morfología está relacionada a la anidación y búsqueda de alimento.

7.1.7 *Polistes versicolor* (Olivier, 1791)

Reino: Animal

Filo: Artropoda

Subfilo: Hexapoda

Clase: Insecta

Subclase: Pterygota

Orden: Hymenoptera

Suborden: Apocrita

Familia: Vespidae

Subfamilia: Polistinae

Género: *Polistes*

Nombre científico: *Polistes versicolor*

Nombre común: Avispa papelera versicolor



Ilustración 9. Vista dorsal, frontal y lateral de *Polistes versicolor*. Autor: Valeria Medina.

Descripción: Como señalan Gómez et al (1991), estas son avispas de aproximadamente 13mm de largo, poseen color amarillo con presencia de manchas pardas, de cabeza hipognata y antenas marrón oscuro, además de alas membranosas de color amarillo mostaza.

Biología: Indican Gómez et al. (1991) que esta es una especie agresiva, la cual construye sus avisperos debajo de troncos celulóceos y del suelo, en celdas con una profundidad aproximada de 1.3cm.

7.1.8 *Polybia fastidiosuscula* (Saussure, 1854)

Reino: Animal

Filo: Artropoda

Subfilo: Hexapoda

Clase: Insecta

Subclase: Pterygota

Orden: Hymenoptera

Suborden: Apocrita

Familia: Vespidae

Subfamilia: Polistinae

Tribu: Epiponini

Género: *Polybia*

Nombre científico: *Polybia fastidiosuscula*



Ilustración 10. Vista dorsal, frontal y lateral de *Polybia fastidiosuscula*. Autor: Valeria Medina.

Nombre común: Avispa melífera de cintura

Descripción: Propodeo con dos puntos amarillos. Clípeo usualmente con puntos amarillos sólo en los lados. Pubescencia del propodeo y del primer segmento metasomal reducida.

Biología: Avispa social ampliamente distribuida en Sudamérica, esta construye grandes nidos de tipo fragmocitaro de unos 30cm de longitud (Saraiva, et al., 2017) y según de Souza et al. (2010) su actividad de alimentación cubre un radio de alrededor de 81m a partir de su nido.

7.1.9 *Traumatomutilla vitelligera* (Gerstaecker, 1874)

Reino: Animal

Filo: Artropoda

Subfilo: Hexapoda

Clase: Insecta

Subclase: Pterygota

Orden: Hymenoptera

Suborden: Apocrita

Familia: Mutillidae

Subfamilia: Sphaerophthalminae

Tribu: Dasymutillini



Ilustración 11. Vista frontal de *Traumatomutilla vitelligera*. Fuente: (Bartholomay, Williams, Luz, Cambra, & Luz de Oliveira, 2019)

Género: Traumatomutilla

Especie: *Traumatomutilla vitelligera*

Nombre común: Hormiga de felpa

Descripción: Las hormigas de la familia Mutillidae se caracterizan por un marcado dimorfismo sexual en el que solo los machos son alados, además de que su pelaje puede variar según la región, se les ha visto principalmente de color rojo, pero también se les puede encontrar naranja, negro, plateado, y dorado. Los machos de *T. vitelligera*, según indica Bartholomay et al. (2019) pueden identificarse por su patrón único de color, puesto que su tegumento es completamente negro, pero revestidos también de densas setas de color como plateado.

7.2 DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE ESPECIES

7.2.1 MANGLAR DE PALMAR

Durante el periodo de investigación, como se muestra en la Tabla 4, fueron observadas en el manglar de Palmar 9 especies, pertenecientes a 7 familias del orden Hymenoptera, siendo aquellas más frecuentes la abeja melífera europea, *Apis mellifera*, seguida de una hormiga perteneciente al género *Cephalotes*, y escasamente se presentó un ejemplar macho de *Traumatomutilla vitelligera* y uno de *Anoplius cf. americanus*

Tabla 4. Frecuencia de observación de organismos en el manglar de Palmar.

		ORGANISMO	FRECUENCIA DE VISITAS
ORDEN	FAMILIA		
<i>HYMENOPTERA</i>	<i>Apidae</i>	<i>Apis mellifera</i>	311
	<i>Formicidae</i>	<i>Cephalotes sp.</i>	112
	<i>Vespidae</i>	<i>Polybia fastidiosuscula</i>	32
		<i>Brachygastra lecheguana</i>	13
		<i>Polistes versicolor</i>	11
	<i>Halictidae</i>	<i>Agapostemon sp.</i>	12
	<i>Crabronidae</i>	<i>Liris sp.</i>	4
	<i>Pompilidae</i>	<i>Anoplius cf. americanus</i>	1
	<i>Mutillidae</i>	<i>Traumatomutilla vitelligera</i> ♂	1

En el *Gráfico 2* se muestra la distribución porcentual de las visitas de himenópteros en el manglar de Palmar, ampliamente dominada por *A. mellifera* con un 62.58% sobre el total.

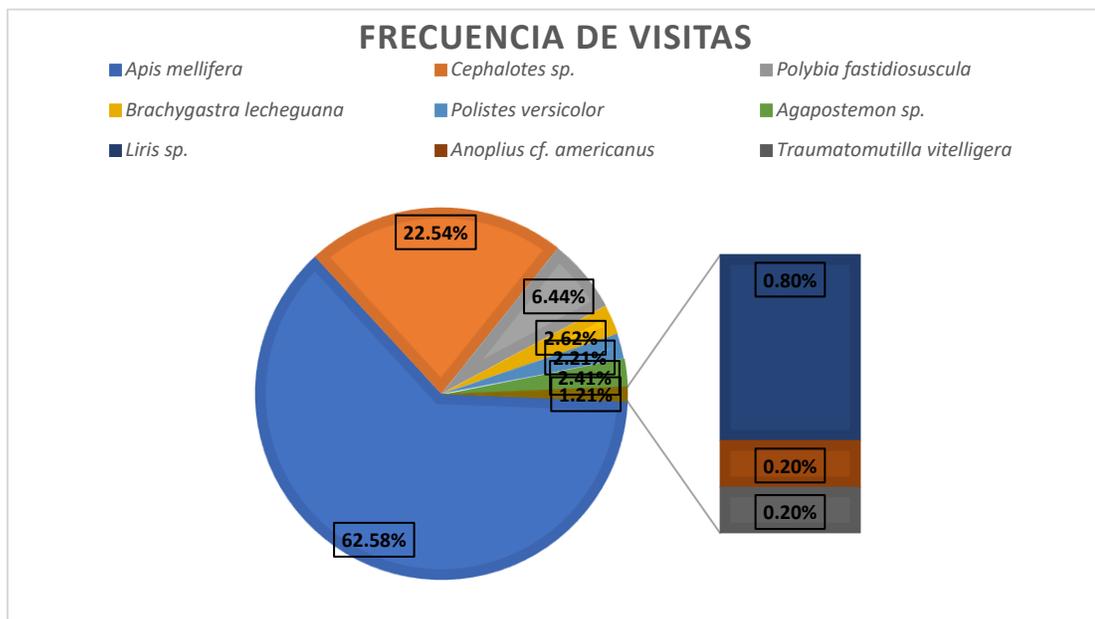


Gráfico 2.. Frecuencia de visitas de himenópteros en el manglar de Palmar

7.2.2 MANGLAR DE CHANDUY

Como se muestra en la *Tabla 5*, en el manglar de Chanduy se observaron un total de 7 especies, pertenecientes a 5 familias, las más frecuentes en este caso fueron una hormiga perteneciente al género *Cephalotes*, seguida de *Brachygastra lecheguana*.

Tabla 5. Frecuencia de observación de organismos en el manglar de Chanduy.

		ORGANISMO	FRECUENCIA DE VISITAS
ORDEN	FAMILIA		
<i>HYMENOPTERA</i>	<i>Apidae</i>	<i>Apis mellifera</i>	30
	<i>Formicidae</i>	<i>Cephalotes sp.</i>	89
	<i>Vespidae</i>	<i>Polybia fastidiosuscula</i>	44
		<i>Brachygastra lecheguana</i>	52
		<i>Polistes versicolor</i>	11
	<i>Halictidae</i>	<i>Agapostemon sp.</i>	4
	<i>Crabronidae</i>	<i>Liris sp.</i>	6

Como se puede apreciar en el Gráfico 3, a diferencia de en el manglar de Palmar, Chanduy presenta una dominancia de visitas dada por el género de hormigas *Cephalotes* con un 37,71%.

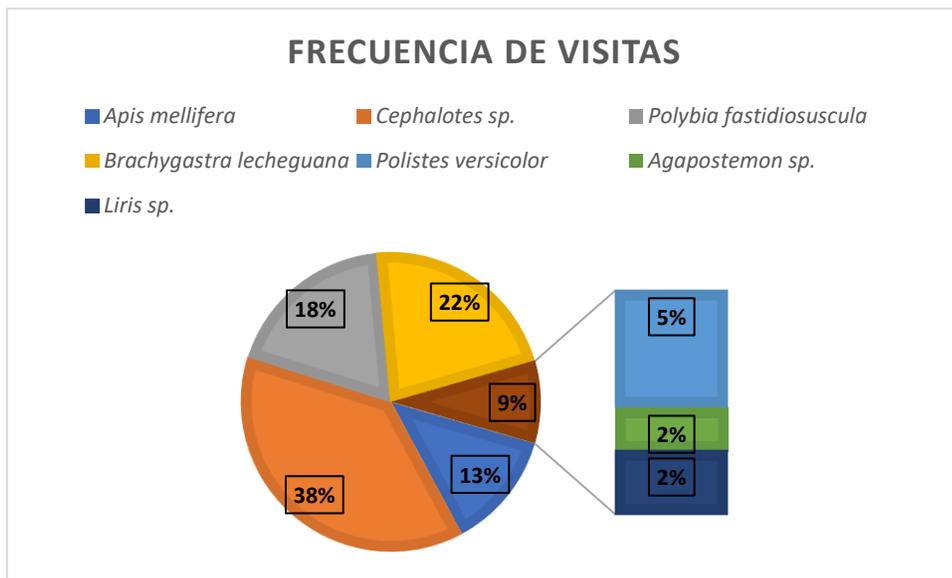


Gráfico 3. Frecuencia de visita de himenópteros en el manglar de Chanduy

7.3 INDICES ECOLÓGICOS OBTENIDOS

7.3.1 SIMPSON

En el *Gráfico 3* se puede observar el Índice de Simpson para el manglar de Palmar y de Chanduy, en donde se denota 0.75bits para Chanduy, esta cifra, cercana a 1, indica que la diversidad de la muestra tomada en el lugar es superior a la determinada para el manglar de Palmar, con 0.55bits.

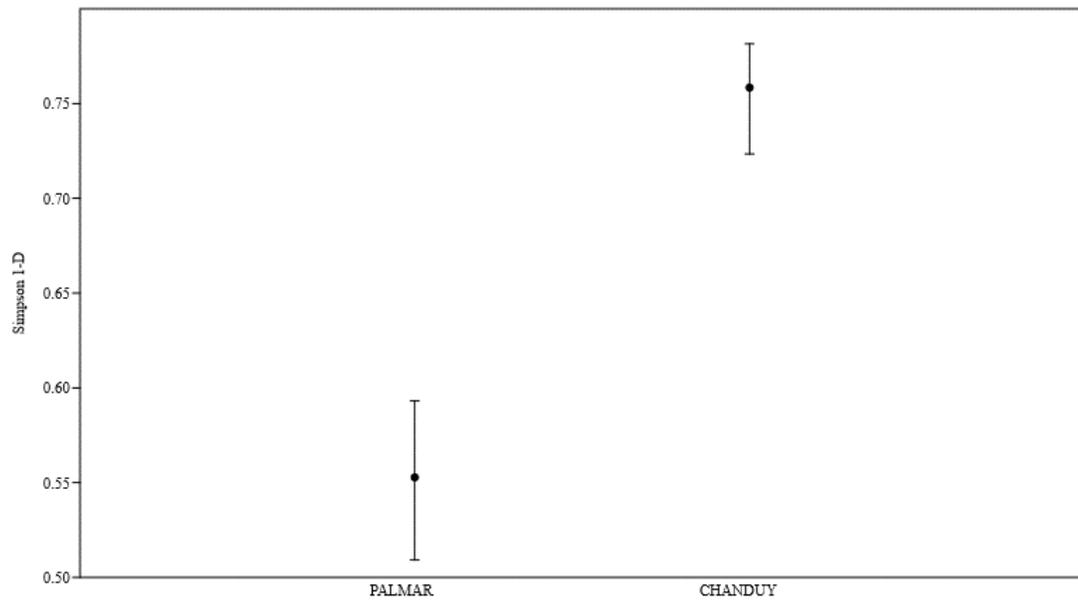


Gráfico 4. Índice de Simpson en ambos lugares de estudio

7.3.2 SHANNON

Como se logra observar en el Gráfico 4, los índices de diversidad de himenópteros calculados mediante Shannon, en el manglar de Palmar y Chanduy se encuentran por debajo de 3, estos valores denotarían así una baja diversidad para ambos sitios de estudio.

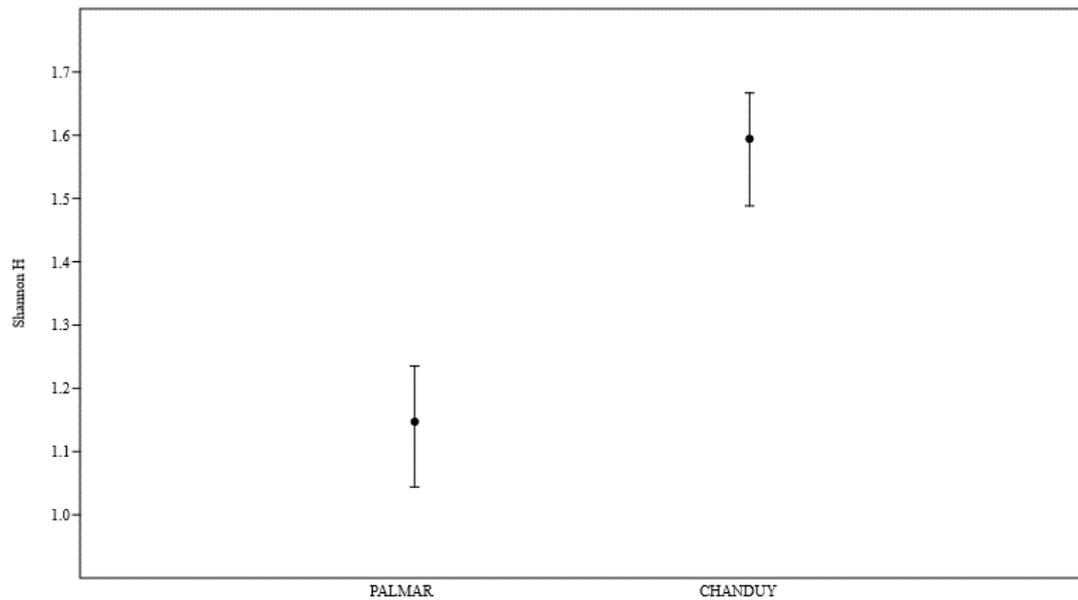


Gráfico 5. Índice de Shannon para ambos sitios de estudio

7.3.3 JACCARD

Con 0.78%, el índice de Jaccard indica que las poblaciones de himenópteros existentes en los manglares de Palmar y Chanduy son altamente similares o, en otras palabras, es mayor el número de especies que comparten que aquel que no lo hacen.

$$I_j = \frac{c}{a + b + c}$$

$$I_j = \frac{7}{0 + 2 + 7}$$

$$I_j = 0.78\%$$

7.4 DETERMINACIÓN DE LA ZONA DE VIDA

Luego de la obtención de la información de las características para el establecimiento de la zona de vida, estas son descritas en las Tablas 8 y 9:

Tabla 6. Descripción de características propias de la zona de vida del manglar de Palmar

ESTACIÓN	BIO TMA	ETPA	PPTA	ETPA/PPTA
PALMAR	25.20	1485.45	1009.59	1.47

Tabla 7. Descripción de las características propias de la zona de vida del manglar de Chanduy

ESTACIÓN	BIO TMA	ETPA	PPTA	ETPA/PPTA
CHANDUY	24.96	1476.52	794.37	1.85

En las Ilustraciones 9 y 10 se caracteriza la zona de vida de los manglares de Palmar y Chanduy mediante del diagrama de Holdrige, obteniendo así: bosque seco para el manglar de Palmar y bosque muy seco para el manglar de Chanduy.

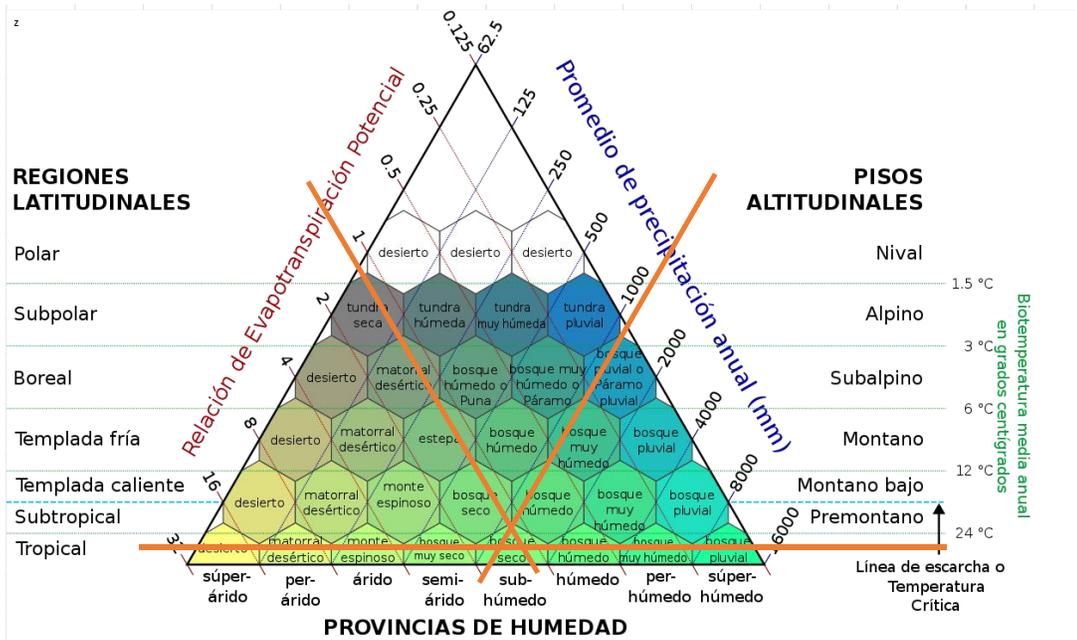


Ilustración 12. Caracterización de la zona de vida del manglar de Palmar

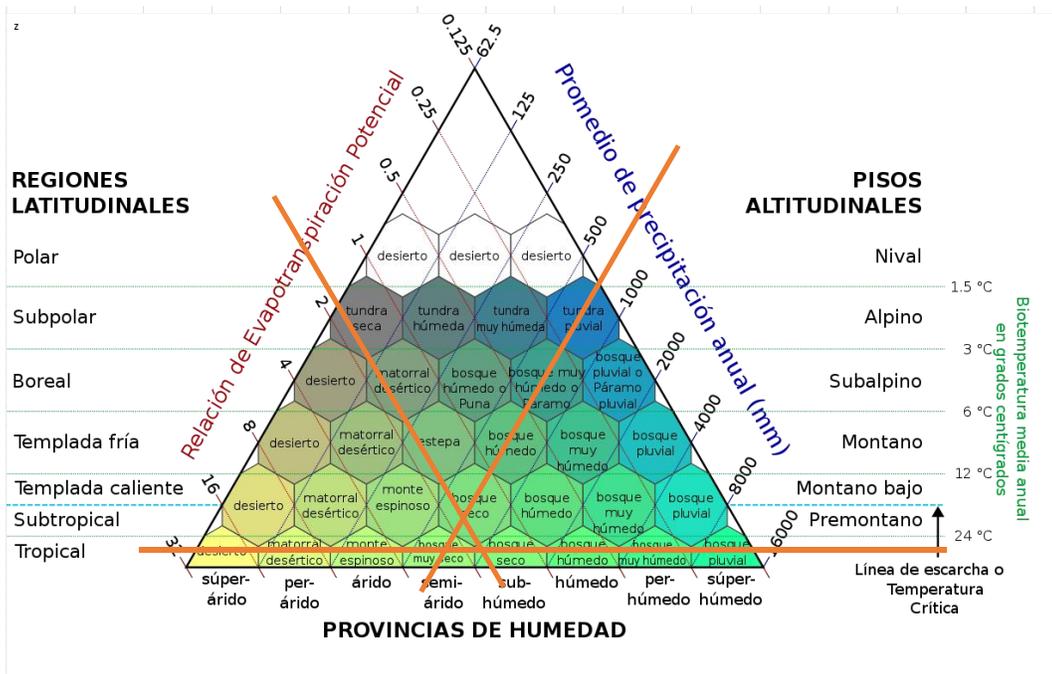


Ilustración 13. Caracterización de la zona de vida del manglar de Chanduy

7.5 DINAMICA DE POLINIZACIÓN

En la Tabla 6 se puede observar la dinámica de polinización de los organismos respecto a la duración en las visitas y el contacto que su cuerpo tuvo con las estructuras de la flor, siendo aquellos con mayor duración en su visita *Cephalotes sp.* y *Polybia fastidiosuscula*, se excluyeron aquellas especies con una sola observación.

Tabla 8. Dinámica de polinización de las especies encontradas en las áreas de muestreo.

ORGANISMO	DURACIÓN DE LAS VISITAS (S)	CONTACTO FLORAL
<i>Apis mellifera</i>	5±3.06	Est, cor, ant
<i>Cephalotes sp.</i>	11±8.79	Est, cor, ant, sep
<i>Polybia fastidiosuscula</i>	8±2.73	Est, cor, ant
<i>Brachygastra lecheguana</i>	7±5	Est, cor, ant
<i>Polistes versicolor</i>	4±1.75	Est, cor, ant
<i>Agapostemon sp.</i>	4±1.5	Est, cor, ant
<i>Liris sp.</i>	3±2.64	Est, cor, ant

Est: estigma, Cor: corola, Ant: antera, Sep: sépalo.

En la Tabla 7 se describe el índice de polinización de los himenópteros de estudio, denotando que el mayor transporte se dio por la abeja *A. mellifera* (2052) cuyo polen se encontró en las estructuras: cabeza, alas y patas

Tabla 9. Transporte de polen por insecto.

TRANSPORTE DE POLEN		
ORGANISMO	IPP	Lugar de transporte
<i>Apis mellifera</i>	2052	Cabeza, alas y patas
<i>Polybia fastidiosuscula</i>	76	Patas
<i>Brachygastra lecheguana</i>	228	Cabeza
<i>Agapostemon sp.</i>	104	Cabeza
<i>Liris sp.</i>	60	Cabeza, alas y patas
<i>Traumatotilla vitelligera</i>	4	Cabeza, tórax

8. DISCUSIONES

- Bernal (2017) identificó a *Apis mellifera* asociada a *A. germinans* como una de las especies más frecuentes de su estudio y consideró, tal como en el presente estudio, el polinizador más importante debido además a su interacción con los órganos reproductivos de la flor.
- Moncada (2020) estudió visitantes florales de *Avicennia germinans* en el Estero Salado de la ciudad de Guayaquil y tal como en el presente estudio, no se reportó la presencia de abejorros, conocidos mundialmente por su actividad polinizadora, sin embargo, Bernal (2017) identificó a la especie *Xylocopa californiana*, asociada al mangle negro, en la Bahía de Sonora, México.

9. CONCLUSIONES

- Si bien el número de especies encontradas en el manglar de Palmar es mayor que el encontrado en el manglar de Chanduy, la similitud de estas es muy alta para ambos lugares, sin embargo, los índices ecológicos evaluados denotan que la diversidad de especies es mayor para el manglar de Chanduy.
- El contacto de los himenópteros con las estructuras florales de *Avicennia germinans* y a su vez el tiempo de visita, no garantizaron el transporte de polen

en las estructuras morfológicas, puesto que, en su mayoría los organismos tocaron estigma, corola y anteras de la flor, pero solo la abeja melífera europea y *Liris sp.* llevaron consigo polen en cabeza, alas y tórax.

- *Agapostemon sp.* fue la única especie de abeja silvestre encontrada y su abundancia no es equivalente a la de *Apis mellifera*, por lo que existe una dominancia marcada de abejas introducidas por sobre las abejas silvestres de la zona.
- *Apis mellifera* se impone ante las demás especies de himenópteros encontradas como un potencial polinizador de *Avicennia germinans* en los manglares de Palmar y Chanduy.

10.RECOMENDACIONES

- Se recomienda estudios palinológicos similares en las zonas de estudio debido a que las muestras de polen colectadas del cuerpo de los himenópteros contenían polen que no era exclusivo de *Avicennia germinans*, sino también de otras especies florales no identificadas en el presente estudio.

- Se considera relevante un estudio de la diversidad de lepidópteros en los manglares de Chanduy y Palmar debido a que durante el periodo de muestreo se pudo observar en estos sitios estos insectos asociados a la vegetación no solo de mangles sino de arbustos adyacentes.

11. BIBLIOGRAFÍA

- Aguado, L. (2015). Guía de campo de los polinizadores de España.
- Bartholomay, P., Williams, K., Luz, D., Cambra, R., & Luz de Oliveira, M. (2019). Traumatomutilla André miscellanea: Revision of the bellica, bifurca, diabolica, and vitelligera species groups, and a new group for the new species T. pilkingtoni Bartholomay and Williams (Hymenoptera: Mutillidae: Sphaerophthalminae: Dasymutillini). *Insecta Mundi*.
- Beattie, A. (1971). A technique for the study of insect-borne pollen. *The Pan-Pacific Entomologist*, 82.
- Bizarri, E. C. (2003). La clasificación climática de Holdridge: incoherencias y soluciones. *Estudios geográficos*.
- Bohart, R. M., & Mencke, A. S. (1976). *Sphecid Wasps of the World: A Generic Revision*. University of California Press.
- Braham, M. (2019). CHECK LIST AND NEWLY RECORDED CRABRONID WASPS (HYMENOPTERA: CRABRONIDAE) FOR THE FAUNA OF TOZEUR PROVINCE, TUNISIA. *6th international conference on Sustainable Agriculture and Environment*. Kynoa.
- Cornejo, X. (2014). ÁRBOLES Y ARBUSTOS DE LOS MANGLARES DEL ECUADOR. (Ministerio del Ambiente del Ecuador), 48p. Obtenido de <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/catalog/resGet.php?resId=55818>
- Darrigan, G., Vilches, A., Legarralde, T., & Damborenea, C. (2007). Guía para el estudio de macroinvertebrados I.-Métodos de colecta y técnicas de fijación. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata.
- de Souza, A. R., Rocha, M., Netro, P., Venâncio, D., & Prezoto, F. (2010). Preliminary Homing Ability Study of Polybia fassidiosuscula. *Sociobiology*.
- Dupont, Y., & Olesen, J. (2009). Ecological Modules and Roles of Species in Heathland Plant-Insect Flower Visitor Networks. *Journal of Animal Ecology*, 78(2).
- Faegri, K., & Van Der Pijl, L. (2013). *Principles of pollination ecology*. (Elsevier, Ed.)
- Fernández, F., & Sharkey, M. (2006). *Introducción a los Hymenoptera de la Región*. Humboldt, Colombia: Neotropical Sociedad Colombiana de Entomología y Universidad Nacional de Colombia.
- FFNSAdmin. (25 de 01 de 2019). *Fontenelle Forest Nature Search*. Obtenido de <https://ffnaturesearch.org/anoplius-americanus/>
- Garibaldi, L. A., Morales, C. L., Ashworth, L., Chacoff, N. P., & Aizen, M. A. (2012). Los polinizadores en la agricultura. *21*(126), 37.
- Gómez, E., Negrete, J. d., & Lobatón, V. (1991). CARACTERIZACION DE AVISPAS DEPREDADORES DEL SINU MEDIO. *Revista Colombiana de Entomología*.
- Gomez, N., Rodríguez, L., López Serrano, F., & Pinzón, R. (2023). Assessment of soil respiration process in a mangrove swamp of Panama's Bay. *Heliyon*, Vol. 9. doi:<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e18189>
- Gordón, M. (2002). Polinizadores y biodiversidad. *Asociación española de Entomología, Jardín Botánico Atlántico y Centro Iberoamericano de la Biodiversidad*.
- Hogarth, P. J. (2015). *The Biology of Mangroves and Seagrasses*. (O. U. Press, Ed.)
- Huang, Z., & Giray, T. (2012). Factors Affecting Pollinators and Pollination. *Psyche : a Journal of Entomology*.

- Kauffman, J., Donato, D., & Adame, M. (2013). Protocolo para la medición, monitoreo y reporte de la estructura, biomasa y reservas de carbono de los manglares. *Cifor*, Vol. 117.
- Luna, J. (2005). *Técnicas de colecta y preservación de insectos*. Pachuca, Hidalgo, México: Boletín sociedad entomológica Aragonesa.
- Michener, C. D. (2000). *The bees of the world*. JHU press.
- Miñarro, M., García, D., & Martínez, R. (2018). Los insectos polinizadores en la agricultura: importancia y gestión de su biodiversidad. *Ecosistemas*, 27(2), 81-90. doi:Doi.: 10.7818/ECOS.1394
- Mortensen, A., Schmehl, D., & Ellis, J. (2013). *European Honey Bee - Apis mellifera*. Recuperado el 31 de 07 de 2023, de Entomology and Nematology.: https://entnemdept.ufl.edu/creatures/misc/BEES/euro_honey_bee.htm
- Nates, G. (2016). Iniciativa Colombiana de Polinizadores Capítulo Abejas. *Instituto de Investigaciones en Recursos Naturales, Agroecología y Desarrollo Rural*, 22-23. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11438/8800>
- Odum, H. T. (1967). Work circuits and system stress. *Symposium on primary productivity and mineral cycling in natural ecosystems*. Orono: University of Maine Press.
- ONERN. (1976). Mapa Ecologico del Peru Guia Explicativa. *OFICINA NACIONAL DE EVALUACION DE RECURSOS NATURALES*, Lima. Obtenido de file:///C:/Users/dell/Downloads/Bacilio_bj.pdf
- Pernia, B., Mero, M., Cornejo, X., & Zambrano, J. (2019). IMPACTOS DE LA CONTAMINACIÓN SOBRE LOS MANGLARES DE ECUADOR. *Manglares de Ecuador*. Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication/337424161>
- Powell, S. (2020). Turtle Ants (Cephalotes). En *Encyclopedia of Social Insects* (págs. 1-6). Cham: Springer International Publishing. doi:https://doi.org/10.1007/978-3-319-90306-4_131-1
- Raju, J. S., Kumar, R., & Chappidi, P. R. (2016). *Reproductive Biology of Mangrove Plants Clerodendrum inerme, Derris trifoliata, Suaeda maritima, Suaeda monoica, Suaeda nudiflora* (3 ed., Vol. 18). Transylvanian Review of Systematical & Ecological Research .
- Sánchez, D. (2009). Patrones de floración, polinización y producción de frutos de tres especies neotropicales de mangle presentes en humedales de San Andrés isla, Caribe Colombiano. *UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA*. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/70347>
- Saraiva, N. B., Prezoto, F., Fonseca, M., Blassioli-Moraes, M. C., Borges, M., Laumann, R. A., & Auad, A. M. (2017). The social wasp *Polybia fastidiosuscula* Saussure (Hymenoptera:). *Journal of Applied Entomology*.
- Silva, E. (2013). El manglar, un árbol aéreo. *WWF Ecuador*. Obtenido de <https://www.wwf.org.ec/?307672/El-manglar-un-rbol-areo>
- Vasquez, R. E., Ballesteros, H. H., Muñoz, C. A., & Cuellar, M. E. (2006). Utilización de la abeja *Apis mellifera* como agente polinizador en cultivos comerciales de fresa (*Fragaria chiloensis*) y mora (*Rubus glaucus*). *Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria*. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11438/8798>
- Vaudo, A., Tooker, J., Grozinger, C., & Patch, H. (2015). Bee nutrition and floral resource restoration. *Curr Opin Insect Sci*, 33-141. doi:DOI: 10.1016/j.cois.2015.05.008
- West, R. C. (1977). Tidal salt-marsh and mangal formations of Middle and South America. In

R. C. West, *Tidal salt-marsh and mangal formations of Middle and South America* (pp. 193-213). New York: Ecosystems of the World 1: Wet Coastal Ecosystems, Elsevier Scientific Publishing Co.

12.ANEXOS



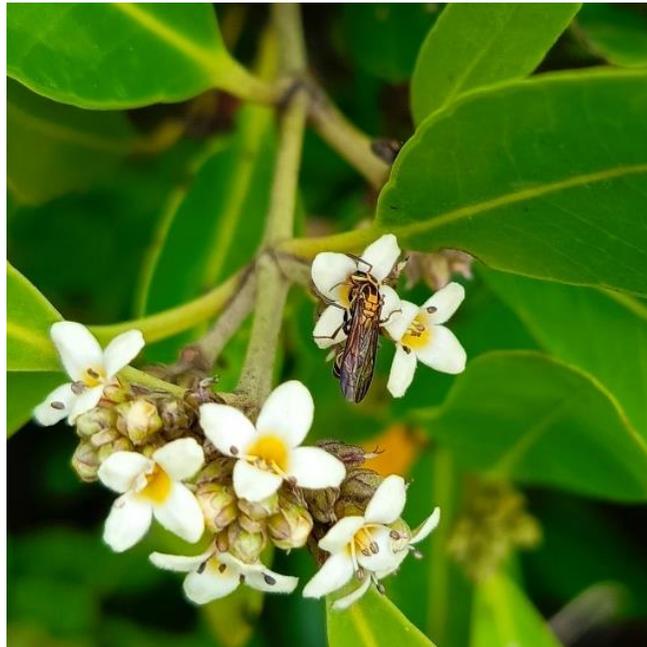
Anexo 1. Trabajo en campo en el Manglar de Palmar



Anexo 2. Trabajo en campo en el Manglar de Chanduy



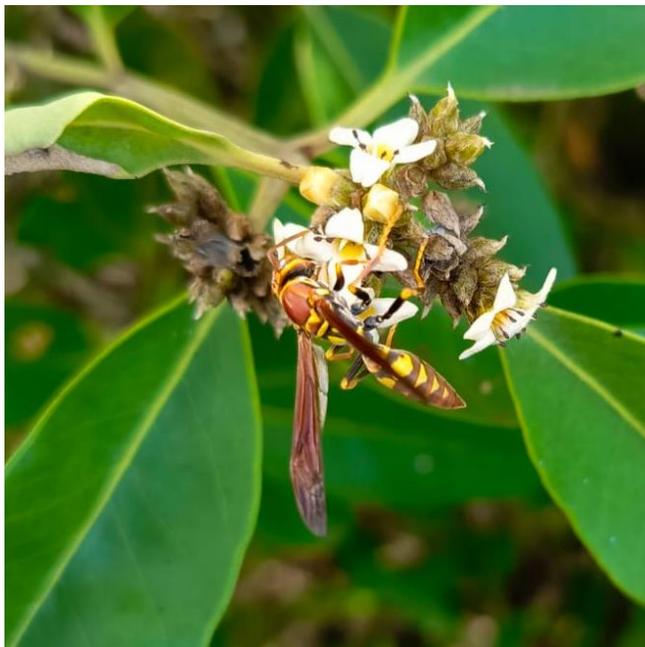
Anexo 3. B. lecheguana en flor de A. germinans.



Anexo 4. P. fastidiosuscula en flor de A. germinans.



Anexo 5. A. mellifera en flor de A. germinans



Anexo 6. P. versicolor en flor de A. germinans



Anexo 7. Cephalotes sp. en flor de A. germinans



Anexo 8. Agapostemon sp. en flor de A. germinans



Anexo 9. Muestra de polen obtenido de patas de A. mellifera



Anexo 10. Muestra de polen obtenida de patas de P. fastidiosuscula



Anexo 11. Muestra de polen obtenida de cabeza de Liris sp.



Anexo 12. Visita técnica por parte de la docente tutora al área de estudio.