



UNIVERSIDAD REGIONAL AMAZÓNICA IKIAM
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA
CARRERA ECOSISTEMAS

**ASPECTOS DE LA BIOLOGÍA REPRODUCTIVA DE DOS
ESPECIES DE PALMAS DEL GÉNERO *WETTINIA* EN LA
PROVINCIA DE NAPO, ECUADOR**

Proyecto de investigación previo a la obtención del Título de:

INGENIERA EN ECOSISTEMAS

AUTOR: ANDREA CAROLINA CEDEÑO PIZARRO

TUTOR: PhD. MARÍA CRISTINA PEÑUELA MORA

Napo-Ecuador

2022

Declaración de derecho de autor, autenticidad y responsabilidad

Tena, 30 de noviembre de 2022

Yo, Andrea Carolina Cedeño Pizarro con documento de identidad N° 1750397364, declaro que los resultados obtenidos en la investigación que presento en este documento final, previo a la obtención del título Ingeniera en Ecosistemas son absolutamente inéditos, originales, auténticos y personales.

En virtud de lo cual, el contenido, criterios, opiniones, resultados, análisis, interpretaciones, conclusiones, recomendaciones y todos los demás aspectos vertidos en la presente investigación son de mi autoría y de mi absoluta responsabilidad.

Por la favorable atención a la presente, suscribo de usted,

Atentamente,

Firma:



Andrea Carolina Cedeño Pizarro

Autorización de publicación en el repositorio institucional

Yo, Andrea Carolina Cedeño Pizarro, con documento de identidad N°1750397364, en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación: “Aspectos de la biología reproductiva de dos especies de palmas del género *Wettinia* en la provincia de Napo, Ecuador” de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN, reconozco a favor de la Universidad Regional Amazónica Ikiam una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Así mismo autorizo a la Universidad Regional Amazónica Ikiam para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Tena, 30 de noviembre de 2022

Firma:



Andrea Carolina Cedeño Pizarro

Certificado de dirección de trabajo de integración curricular

Certifico que el trabajo de integración curricular titulado: **“Aspectos de la biología reproductiva de dos especies de palmas del género *Wettinia* en la provincia de Napo, Ecuador”**, en la modalidad de: tesis, fue realizado por: Andrea Carolina Cedeño Pizarro, bajo mi dirección.

El mismo ha sido revisado en su totalidad y analizado por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto, cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad Regional Amazónica Ikiam, para su entrega y defensa.

Tena, 30 de noviembre de 2022

Firma:



PhD. María Cristina Peñuela Mora

C.I: 1756861496

AGRADECIMIENTOS

Gracias a Dios que me ha dado la fortaleza y sabiduría a lo largo de mi carrera universitaria para no rendirme y poder alcanzar mis objetivos. A mi madre que siempre me brinda su apoyo y su amor incondicional, por estar a mi lado en los momentos más difíciles.

A mi tutora María Cristina Peñuela, por ser una guía y apoyo en el camino para la elaboración de esta tesis, gracias por la dedicación, la paciencia, los consejos y el cariño y por permitirme formar parte de esa hermosa familia académica.

Al programa BIOGEEC por el financiamiento para la realización de esta investigación. A la Universidad Regional Amazónica Ikiam por el acceso a los laboratorios.

A Wilson Haro y a su familia, dueños del sitio de estudio donde se encuentran mis palmas por el acceso a la zona. A Bruno de Madeiros y Dagmara Zyla por las enseñanzas y la colaboración en la identificación de los visitantes florales.

A Omayra Urbina y Karla Vera porque han sido parte importante de mi aprendizaje en campo y en el desarrollo de mi tesis. A mi compañero y amigo incondicional de campo Jholaus Ayala, por su compromiso durante la fase de campo. A Leyly Neira por su valiosa ayuda en el procesamiento de datos y el apoyo cuando me encontraba escribiendo esta tesis. A mi hermano Mateo Cedeño y a los voluntarios por su apoyo en la fase de laboratorio.

Finalmente, a mis amigos Bryan, Samy, Steven, Belén y Viviana por sus consejos y apoyo a lo largo de mi carrera

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-13.	Sitio de estudio. Palmas muestreadas de agosto 2021 a marzo 2022, en Napo-Ecuador.....	9
Figura 2-13.	Actividades en la coleta de inflorescencias y visitantes florales.....	11
Figura 3-13.	Métodos de colecta de visitantes florales por trampa estilo farol y fundas plásticas.....	12
Figura 5-13.	Características morfológicas de flores y frutos de <i>W. anomala</i>	16
Figura 6-13.	Características morfológicas de Flores y frutos de <i>W. maynensis</i>	17
Figura 7-13.	Morfotipos presentes en inflorescencias de <i>W. maynensis</i>	18
Figura 8-13.	Morfotipos con mayor abundancia de <i>W. anomala</i>	18
Figura 9-13.	Porcentaje de morfotipos en <i>W. maynensis</i> encontrados en dos metodologías de colecta (fundas plásticas y trampas farol).....	19
Figura 10-13.	Morfotipos más abundantes colectados por las metodologías de fundas y trampas en <i>W. maynensis</i>	20
Figura 11-13.	Porcentaje de morfotipos en <i>W. anomala</i> encontrados en dos metodologías de colecta (fundas plásticas y trampas farol).....	21
Figura 12-13.	Morfotipos más abundantes colectados por las metodologías de fundas y trampas <i>W. anomala</i>	21
Figura 13-13.	Variables climáticas precipitación y temperatura (promedio, máxima y mínima)	22

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1.	Correlación de Pearson de las partes reproductivas de <i>Wettinia anomala</i> y las variables climáticas.....	23
-------------------	---	----

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1-6.	Curva de acumulación de especies en <i>W. maynensis</i> colectado por el método de fundas.....	7
Anexo 2-6.	Curva de acumulación de especies en <i>W. maynensis</i> colectado . por el método de trampas.....	7
Anexo 3-6.	Curva de acumulación de especies en <i>W. anomala</i> colectado por el método de fundas.....	8
Anexo 4-6.	Curva de acumulación de especies en <i>W. anomala</i> colectado por el método de trampas.....	8
Anexo 5-6.	Visitantes florales de <i>W. maynensis</i> y <i>W. anomala</i>	9
Anexo 6-6.	Número de palmas de <i>W. anomala</i> con inflorescencias estaminadas y pistiladas e infrutescencias maduras.....	12

RESUMEN

La familia Arecaceae es de importancia para los ecosistemas y comunidades rurales de la alta y baja Amazonía. *Wettinia anomala* y *Wettinia maynensis* son especies restringidas al norte del bioma Andes de Ecuador y sur de Colombia. Con el objetivo de conocer aspectos de la biología reproductiva de estas especies, 1) Se observó: la fenología reproductiva de 32 individuos de *Wettinia anomala*, entre agosto 2021 y marzo 2022, en un bosque siempre verde montano bajo en Napo, Ecuador y 2) se comparó la diversidad de visitantes florales en inflorescencias masculinas de dos especies de palmas, *Wettinia maynensis* y *Wettinia anomala* mediante dos métodos de colecta (fundas plásticas y trampas ventana). Se encontró una producción de inflorescencias masculinas y fructificación durante todo el periodo de monitoreo, por tanto, una baja sincronía entre inflorescencias. Aunque la presencia de inflorescencias no se correlacionó con la precipitación, sí se observó una correlación positiva con la temperatura, siendo mayor en los meses de mayor temperatura. En relación a los visitantes florales, se encontró 69 morfotipos para *W. maynensis* y 52 morfotipos en *W. anomala*. Se evidenció diferencias en abundancia y riqueza de visitantes de florales por ambos métodos de colecta, siendo mayor la abundancia por el método de fundas, mientras que para riqueza las trampas fue el método más eficiente. La metodología de trampas fue más eficiente para la colecta de insectos voladores, principalmente abejas, por lo que se recomienda utilizar en lo posible estos dos métodos para la determinación de insectos en palmas altas.

Palabras clave: cantarofilia, fenología reproductiva, visitantes florales, *Wettinia maynensis*, *Wettinia anomala*

ABSTRACT

The Arecaceae family is of importance for the ecosystems and rural communities of the upper and lower Amazon. *Wettinia anomala* and *Wettinia maynensis* are restricted species north of Andes biome of Ecuador and south of Colombia. With the objective of knowing aspects of the reproductive biology of these species, 1) It was observed: the reproductive phenology of 32 individuals of *Wettinia anomala*, between August 2021 and March 2022, in an evergreen low montane forest in Napo, Ecuador and 2) the diversity of floral visitors in male inflorescences of two palm species, *Wettinia maynensis* and *Wettinia anomala*, was compared using two collection methods (plastic bags and window traps). Production of male inflorescences and fruiting was found throughout the monitoring period, therefore, a low synchrony between inflorescences. Although the presence of inflorescences was not correlated with precipitation, a positive correlation with temperature was observed, being greater in the months of higher temperature. In relation to floral visitors, 69 morphotypes were found for *W. maynensis* and 52 morphotypes in *W. anomala*. There were differences in abundance and richness of floral visitors by both methods of collection, being greater the abundance by the method of plastic bags, while for wealth the traps was the most efficient method. The trapping methodology was more efficient for the collection of flying insects, mainly bees, so it is recommended to use these two methods to determine insects in high palms.

Key words. cantarofilia, reproductive phenology, floral visitors, *Wettinia maynensis*, *Wettinia anomala*

ÍNDICE GENERAL

Declaración de derecho de autor, autenticidad y responsabilidad	ii
Autorización de publicación en el repositorio institucional.....	iii
Agradecimientos.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	vii
RESUMEN	vii
ABSTRACT.....	ix
CAPÍTULO I	
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Antecedentes	1
1.1.1. Inflorescencias, síndrome de polinización y visitantes florales	2
1.1.2. Métodos de colecta de visitantes florales.....	4
1.1.3. Biología reproductiva en palmas.....	4
1.2. Planteamiento del problema.....	5
1.2. Justificación de la investigación	6
1.3. Objetivos de la investigación	8
CAPÍTULO II	
2. MARCO METODOLÓGICO	9
2.1. Sitio de estudio	9
2.2. Colecta y preparación de muestras: inflorescencias y visitantes florales.....	10
2.3. Comparación de metodologías de colecta.....	11
2.4. Fenología de la floración y fructificación.....	12
2.5. Análisis de datos	13
2.5.1. Visitantes florales.....	13
2.5.2. Comparación de metodologías de colecta	14
2.5.3. Fenología de floración y fructificación	14
CAPÍTULO III	
3. PRESENTACIÓN DE DATOS Y RESULTADOS	15
3.1. Morfología de flores y frutos.....	15
3.2. Visitantes florales	17
3.3. Comparación de metodologías de colecta (Fundas y trampas)	19

3.4.	Fenología reproductiva.....	22
	CAPÍTULO IV	
4.	INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN.....	23
4.1.	Visitantes florales	23
4.2.	Métodos de colecta	24
4.3.	Fenología reproductiva.....	25
	CAPÍTULO V	
5.1.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
	Referencias	
	Anexos	

CAPÍTULO I

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Antecedentes

Las palmas (Arecaceae) conforman un grupo diverso de plantas con cerca de 2.500 especies que se distribuyen en regiones tropicales y subtropicales a nivel mundial [1]. Ecuador con un territorio continental de 277.551 km² alberga la mayor concentración de especies de palmas de Sudamérica, con 136 especies pertenecientes a 32 géneros [2], 15 de las cuales son endémicas del país. Las palmas tienen un amplio rango de distribución en las regiones naturales del Ecuador, entre 0 y 3.300 m s.n.m. [3]. Entre los géneros más diversos de palmas se encuentran: *Geonoma* (33 especies), *Bactris* (17), *Wettinia* (13) y *Aiphanes* (12) [1].

En Ecuador, 105 palmas brindan algún tipo de beneficio para los habitantes [4] sea de subsistencia o dentro de las relaciones sociales y culturales entre las comunidades [1]. Las palmas son usadas como: 1) alimento [5] por sus frutos y el interior de sus tallos (palmito), 2) materiales para construcción con sus hojas y troncos [5], 3) como sitios de cacería, 4) en preparación de medicinas (aceites esenciales) [6]. Asimismo, se consideran especies ecológicas clave en los bosques, ya que gran cantidad de animales dependen de los recursos frutales y florales que ofrecen [7,8]; otros servicios ecosistémicos por su composición morfológica y fisiológica son la regulación del agua en ciertas áreas [9], la captura y almacenamiento de carbono y el reciclaje de nutrientes [10].

La región Amazónica ecuatoriana está marcada por las estribaciones que en el occidente van desde los 400 hasta los 1.000 m de elevación y las tierras bajas, por debajo de los 400 m. [1]. La Amazonía está compuesta por las cordilleras subandinas de Napo-Galeras, Cutucú y el Cóndor en las que crecen 73 especies de palmas, de las cuales 34 son exclusivas de esta región e incluyen a cuatro especies endémicas (*Ceroxylon amazonicum*, *Geonoma ecuadoriensis*, *G. pulcherrima* y *Wettinia aequatorialis*) [1]. En su mayoría estas

especies crecen en la región Andina de Ecuador, sin embargo, también lo hacen eventualmente en las partes altas de la Amazonía [1].

El género *Wettinia* comprende 22 especies predominantes [11] en los bosques altoandinos de Colombia y Ecuador entre 500 y 2.000 m s.n.m. [6]. En Ecuador existen 13 especies, dos en el Pacífico y once registradas entre la Sierra y Amazonía (*W. maynensis*, *W. quinaria*, *W. anomala*, *W. longipetala*, *W. drudei*, *W. kalbreyeri*, *W. fascicularis*, *W. verruculosa*, *W. oxycarpa*, *W. aequatorialis*, *W. mínima*) [11,12], estas últimas se encuentran en estado vulnerable según la lista roja de especies amenazadas por la deforestación de las cordilleras donde habitan [13]. Para el manejo y conservación de especies uno de los aspectos más relevantes de estudiar son los relacionados con la *biología y fenología reproductiva* [14–19]. La supervivencia de las poblaciones de palmas en los ecosistemas depende de una óptima producción de semillas, para lo cual es importante una polinización eficiente que conlleva al éxito reproductivo de los individuos y altos niveles de flujo genético entre las poblaciones [20,21].

1.1.1. Inflorescencias, síndrome de polinización y visitantes florales

En las palmas, las inflorescencias se ubican por debajo de las hojas (infrafoliares) como en *Roystonea oleracea*; entre las hojas (interfoliares) como *Mauritia flexuosa* [22,23], o por encima de las hojas (suprafoliares) como las flores femeninas de las *Ceroxylon* y las flores del género *Corypha* [23]. Dependiendo de cómo se encuentren las flores en la palma pueden ser hermafroditas en cuyas inflorescencias se encuentran órganos femeninos y masculinos, como en el caso de las especies del género *Brahea*; otras son monoicas presenta inflorescencias con flores femeninas y masculinas en el mismo individuo como la chonta (*Bactris gasipaes*) o el coco (*Cocos nucifera*) [23]. También, hay palmas monoicas unisexuales que presentan flores femeninas en una inflorescencia y flores masculinas en otra, como las inflorescencias del género *Wettinia* y las palmas dioicas cuyas inflorescencias tienen flores masculinas y femeninas en distintos individuos como *Mauritia flexuosa* y *Dictyocaryum lamarckianum* [22,24].

Usualmente, las flores de las palmas son pequeñas y poco llamativas, pero las inflorescencias cargan miles de flores con aromas particulares lo que las hace atractivas a

los insectos [23,25]. Las inflorescencias de las palmas neotropicales son visitadas por una alta riqueza y abundancia de insectos [14], cada uno de los cuales cumple un rol diferencial en la polinización por lo que se catalogan en polinizadores principales, eventuales y poco frecuentes [26].

Los insectos polinizadores y visitantes florales que son atraídos principalmente por las palmas son: abejas, moscas y coleópteros [26], y estos dos últimos son especialmente importantes como vector principal en el traslado del polen, denominado como síndrome de polinización [23,25]. Los síndromes de polinización se relacionan a uno o más grupos de polinizadores y son: cantarofilia (polinización por coleópteros, 65%), melitofilia (polinización por abejas, 26%) y miófilia (polinización por moscas, 8%) [27,28].

Hasta ahora los patrones de floración, la diversidad de visitantes florales y polinizadores solo han sido estudiados para aproximadamente el 5% de las especies de palmas de América [26,27], mientras que en la última década el número de estudios ha ascendido [20,24,28–32]. Algunos estudios indican que los visitantes florales y polinizadores tienen una dependencia mutua con las palmas, dado que muchos de ellos son visitantes exclusivos, poseen respuestas programadas a las características de las flores como: llevar su ciclo de vida dentro de las flores; alimentarse, copular y transportar altas cantidades de polen [33,34]. Por este motivo, son de vital importancia para que las palmas obtengan el polen específico y suficiente para favorecer su reproducción [27,28,35–37]. Además, crea una oportunidad para el entendimiento de los patrones evolutivos como coevolución y especialización de palmas e insectos [14,22].

El género *Wettinia* a pesar de contar con un número elevado de especies, presenta un rango de distribución relativamente restringido en el norte del bioma Andes [38,39] entre Colombia y Ecuador [6,40]. De las 22 especies solamente tres especies han sido moderadamente estudiadas: *W. quinaria* [26] y *W. kalbreyeri* [30] en Colombia y la fenología floral de *W. maynensis* [41] en la provincia de Napo, Ecuador. En esta provincia se han registrado además *W. aquatorialis*, *W. anomala* y *W. mínima* [40,42,43].

1.1.2. Métodos de colecta de visitantes florales

Por lo general, la colecta de visitantes florales en palmas se realiza por la metodología de fundas plásticas que consiste en recolectar la inflorescencia completa recién abierta que contenga o bien flores pistiladas o estaminadas [14–20,22,25,26,28,30,44–46]. También, está el método de observaciones directas a las inflorescencias que consiste en que la persona grabe por cámara de video u observe por horas a la inflorescencia al abrirse y lleve un registro de los visitantes más abundantes que visiten la inflorescencia [30,32,47–49]. Este último método es particularmente difícil en palmas arbóreas debido a la dificultad para escalar y permanecer cerca de las inflorescencias. Además, dependiendo de los hábitos de floración, la metodología por observación o cámaras de video puede no ser eficiente con visitantes nocturnos o si las condiciones climáticas no son favorables.

Ahora bien, el grupo de investigación de palmas de la Universidad Regional Amazónica Ikiám ha venido utilizando el método de bolsas, pero ha observado que cuando se envuelve la inflorescencia, varios de los insectos en vuelo escapan sin poder ser registrados apropiadamente ni en términos de riqueza ni de abundancia. Por lo que, se plantea utilizar por primera vez en palmas el método de trampas o ventana/interceptación [50] para censar los visitantes florales en las inflorescencias de ambas especies. Esta técnica es activa y consiste en colocar entre la inflorescencia una trampa colgante con un panel transparente sobre un recipiente, mientras dura su periodo de floración [50]. Los insectos en vuelo chocan y caen al recipiente con alcohol al 96%. De esta manera son capturados para evaluar su efectividad frente al método tradicional de fundas plásticas.

1.1.3. Biología reproductiva en palmas

La biología reproductiva estudia los aspectos que se relacionan con la formación de nuevos individuos de una especie. Describe las estrategias de intercambio genético o reproducción sexual, aborda la descripción morfológica de las inflorescencias, flores y frutos, el desarrollo y la organización de las flores, que son características de los procesos de polinización, y de dispersión de semillas [44]. También, contribuye a comprender los procesos coevolutivos de plantas, la fauna asociada y síndromes de polinización [14–19]. La información es importante para conocer las condiciones de las especies en su hábitat natural, y poder

implementar medidas para la conservación de una especie vegetal o su uso sostenible en los ecosistemas.

La fenología estudia la ocurrencia de eventos biológicos que se repiten y los factores bióticos o abióticos que los controlan [29]. El estudio de la fenología contribuye a entender los patrones reproductivos y vegetativos de las plantas y de la disponibilidad de flores y frutos para los animales que dependen de ellas, como los polinizadores [51,52]. Asimismo, en la producción de hojarasca (flores, frutos, ramas y hojas que caen) para el aporte de nutrientes en la dinámica del suelo [29]. El conocimiento de la fenología es importante para la conservación de recursos genéticos y el manejo forestal de bosques primarios y secundarios. Pues al conocer las épocas de floración y fructificación permite una mejor planificación en colectas de semillas y obtención de germoplasma [52], salvaguardar los frutos ya sea de plagas o de formas incorrectas de recolección. Pese a la importancia ecológica, los estudios en palmas aún son escasos especialmente en regiones neotropicales [14,52].

1.2. Planteamiento del problema

Pese a la importancia biocultural de las palmas, factores como el cambio de uso del suelo, la deforestación, la fragmentación y el escaso conocimiento de la biología reproductiva y los visitantes florales del género, amenazan el crecimiento y estabilidad de las poblaciones naturales de palmas, y por ende de las interacciones que mantienen [45]. En Ecuador, el género *Wettinia*, está distribuido en las estribaciones de las cordilleras Napo-Galeras, Cutucú y Cóndor [53], las cuales poseen bosques húmedos y siempre verdes. Estos ecosistemas forestales son los más amenazados por la deforestación en la costa y la Amazonía [46].

En el periodo de 1990-2008 en Ecuador se perdieron cerca de 19.000 km² de bosque nativo (MAAE). De hecho, la cobertura de bosque viene disminuyendo notoriamente, es así que entre los años 1990-2000 disminuyó de 69.6% a 63.5%, para el 2008 se redujo a 60.7% y para el 2018 descendió a 56% [54,55]. En la Alta Amazonía del Norte, en la provincia de Napo, para el año 2018, se deforestó cerca de 2.000 ha/año de bosque tropical [55].

Estos factores representan un peligro para la supervivencia de las especies, doce de las 13 especies en Ecuador no han sido estudiadas en ningún aspecto de su biología reproductiva, y esto es de relevancia pues las interacciones que mantienen con otros individuos pueden provocar efectos en cascada sobre las redes ecológicas, y sobre todo en las interacciones planta-polinizador considerando el mutualismo de la gran mayoría [56]. Por ejemplo, se reporta que la región montañosa de México el género *Astrocaryum mexicanum* ha sido afectada por la fragmentación de su hábitat y los estudios mencionan que los géneros que polinizan a esta palma, *Mystrops* y *Eumystrops* de la familia Curculionidae han disminuido en abundancia [55].

Considerando la gran importancia ecológica y evolutiva de las especies del género *Wettinia*, es necesario emprender estudios que permitan evaluar el manejo y conservación de las poblaciones, por medio del entendimiento de su reproducción, regeneración, disponibilidad de frutos y recolección de semillas [57]. La protección del patrimonio natural del Ecuador representa un reto, tomando en cuenta que la desaparición de especies endémicas implica su extinción a nivel global [42].

1.2. Justificación de la investigación

Wettinia, es el género del grupo Iriarteeae con mayor número de especies y son prominentes en la estructura de los bosques andino y piemontano [1,6,11]. Las palmas del género *Wettinia* se caracterizan por su tamaño medio, alcanzan hasta los 20 metros de altura; la mayoría son solitarias con raíces como zancos, de menos de un metro de altura y con prominencias parecidas a verrugas [6]. En la provincia de Napo se ha obtenido el registro de dos especies de *Wettinia* (*W. maynensis* y *W. anomala*).

El rango de distribución de *W. anomala* está entre 1.000 y 1.500 m de elevación en las laderas del bioma Andes [38,39] de Colombia y Ecuador (Tungurahua 1.500 m; Napo 1.000-1.500 m) [1,40]. Es una palma de subdosel de tallo solitario de entre 6 y 15 m de altura y 8-15 cm de diámetro [40]. Las inflorescencias van de 5 a 17 por nudo son de color blanco crema; pedúnculo de 15 a 30 cm de largo; raquillas de 20 a 50, hasta 30 cm de largo. La flor masculina ca. 8 mm de largo con 8-11 estambres [40]. Las flores femeninas se dispersan a lo largo de las ramas. Los frutos son ligeramente verrugosos de 1,5-2 cm de

largo y ca. 1,5 cm de diámetro [40]. La información de esta especie es muy escasa y no se tiene registros en la red de áreas protegidas [40]. La UICN cataloga a esta especie en la lista roja como de menor preocupación [43], sin embargo, en la actualidad la destrucción del hábitat podría convertirse en su principal amenaza[43].

W. maynensis es una especie solitaria de subdosel y dosel que puede medir de 6 a 15 m. de alto y de 8 a 15 cm de diámetro. Sus inflorescencias van de tres a nueve por nudo; el pedúnculo de 15 a 30 cm de largo; raquillas de 4 a 8, hasta 30 cm de largo. La flor masculina ca tiene 1 cm de largo con 9 a 18 estambres [40]. La flor femenina es densamente poblada a lo largo de las raquillas, tiene aspecto de mazorca, y va de 10 a 15 mm de longitud [40]. La palma tiene una distribución entre 300-1.900 m.s.n.m. en bosques húmedos y bosques nublados y son en general abundantes, pero a pesar de esto está sufriendo la pérdida de su hábitat [40]. Esta palma es utilizada para fabricar lanzas, postes, pisos y paredes; sus hojas son usadas para techar y las semillas para la elaboración de artesanías y es utilizada también para la extracción de aceites [1,6,36].

Por los servicios que este género ofrece a los pueblos indígenas y el restringido rango de distribución, es indispensable que se realicen estudios de su ecología y biología reproductiva para su manejo y mantenimiento [31]. Por lo anterior, nos hemos planteado responder a las siguientes preguntas de investigación:

¿Cuál es la diversidad de visitantes florales de *W. anomala* y *W. maynensis* en la provincia de Napo?

¿Existen diferencias significativas en la riqueza y diversidad de insectos colectados mediante dos métodos de muestreo?

¿Cuál es la fenología de floración y fructificación de *W. anomala* en la provincia de Napo?

1.3. Objetivos de la investigación

General

Conocer aspectos de la biología reproductiva y fenología de dos especies del género *Wettinia* encontradas en la provincia de Napo.

Específicos

Determinar la diversidad de visitantes florales en inflorescencias de *W. maynensis* y *W. anomala*.

Comparar la efectividad de dos metodologías de colecta de visitantes florales en las inflorescencias de *W. maynensis* y *W. anomala*.

Estudiar la fenología de la floración y fructificación de *W. anomala* y su relación con variables climáticas de temperatura, precipitación y humedad relativa

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Sitio de estudio

La investigación se realizó en la provincia de Napo, en la Región Centro Norte de Ecuador (Fig. 1.). El área comprende los ecosistemas bosque siempreverde piemontano y siempre verde montano bajo [58].

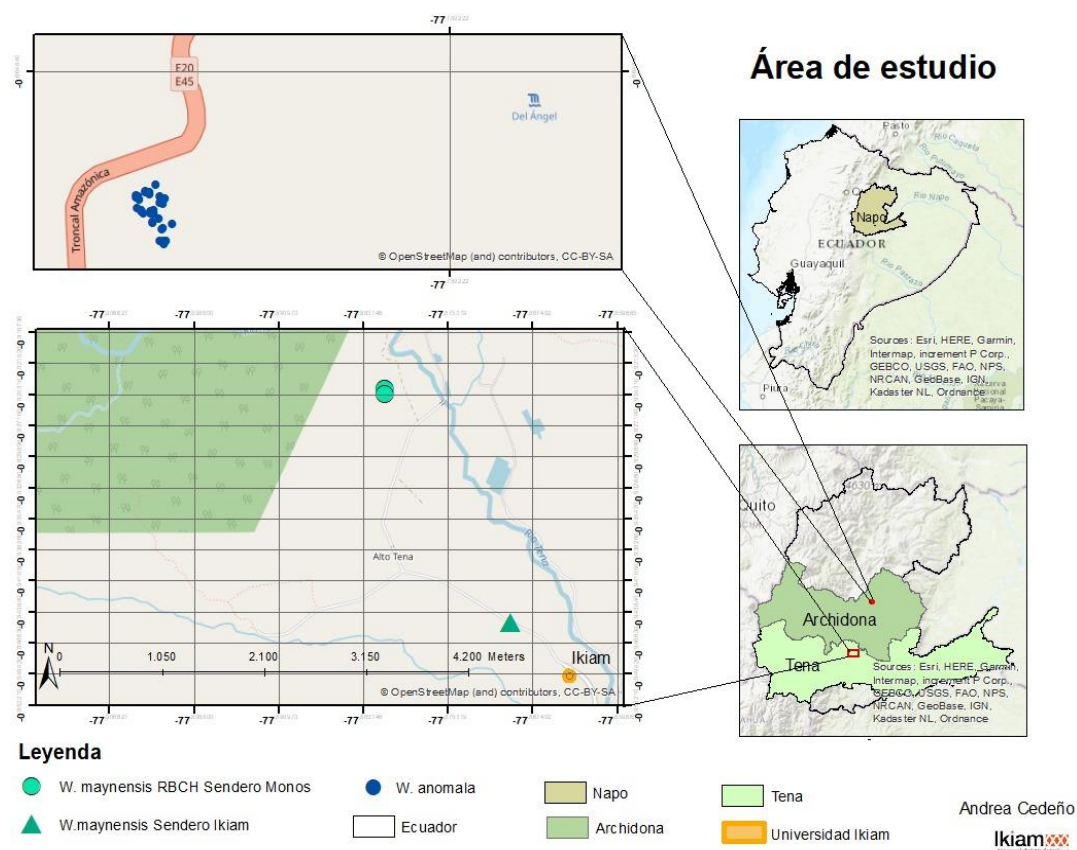


Figura 1-13. Sitio de estudio. Los puntos azules representan las palmas adultas de *W. anomala* y los círculos y triángulos verdes representan a *W. maynensis*.
Realizado por: Cedeño Andrea, 2022

Para identificar los sitios de colecta en Napo, primero se realizaron revisiones de las ocurrencias georreferenciadas de páginas web (GBIF, PalmWEB) [12,59], herbarios *online* y artículos científicos. Una vez identificados los sitios de colecta, se eligieron los más cercanos y con facilidad de movilidad dentro de la provincia, para poder realizar las colectas y el monitoreo para la fenología. Para el caso de *W. maynensis* se colectaron cuatro inflorescencias en el bosque protector de la Universidad Regional Amazónica Ikiam (-77.86950, -0.944849) y tres en el sendero de los Monos de la RBCCH (-77.88113, -0.92378). Para *W. anómala* se colectó siete inflorescencias y se monitoreo 32 individuos cerca del Km 24 vía Tena-Baeza (-0.70024, -77.81352), en una población con cerca de 49 individuos.

2.2. Colecta y preparación de muestras: inflorescencias y visitantes florales

Se colectaron inflorescencias masculinas de cada especie, por medio del permiso MAAE-ARSFC-2021-1365 otorgada por el Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE), durante los meses de agosto y octubre de 2021 cuando la producción de flores estaminadas era mayor al resto de meses y las precipitaciones son bajas. Para realizar la colecta se subió a la palma por medio del equipo de escalar (arnés de seguridad, pretales, dos líneas de vida y caso) (Fig. 2-2), apropiado para no dañar a la palma. Se envolvió cada inflorescencia cuidadosamente con una funda previamente mojada con alcohol al 96%. Se realizó la descripción morfológica de las inflorescencias estaminadas, contando el número de raquillas y midiendo la longitud de cada raquilla, pedúnculo y brácteas.

Para caracterizar la composición y abundancia de los visitantes florales, se utilizó dos metodologías de colecta por cada especie: bolsas plásticas (3) y colocación de trampas ventana (Fig. 2-4). En la colecta con bolsas plásticas previamente descrita se colectó tres inflorescencias masculinas de *W. anomala* y cinco de *W. maynensis*. En la colecta por el método de trampas ventana que consiste en una trampa colgante con un panel vertical transparente sobre un recipiente que contiene alcohol al 96% para preservar las muestras. Se colocaron cuatro trampas entre la inflorescencia de *W. anomala* de cuatro a cinco días que dura el proceso de floración y dos trampas en *W. maynensis* las 24 horas que dura su floración.



Figura 2-13. Actividades en la coleta de inflorescencias y visitantes florales.
Realizado por: Cedeño Andrea, 2022.

El número de inflorescencias colectadas dependió de los resultados obtenidos en las curvas de acumulación de especies de insectos en cada especie muestreada de *Wettinia*, mediante las dos metodologías. Posterior a la colecta, se llevaron las muestras al laboratorio y con ayuda de pinceles se separaron los insectos de las raquillas y flores colocando los insectos colectados en tubos falcon con alcohol al 96%. Posteriormente, con la ayuda de un estéreo-microscopio (Leica 3000) se separaron los morfotipos de insectos y se contaron [32] (Fig. 2).

Para la determinación de las medidas morfológicas, se colectaron las infrutescencias con la misma metodología, y se registró la longitud de las raquillas, pedúnculo y se contaron el número de frutos de *W. maynensis* y *W. anomala*.

2.3. Comparación de metodologías de colecta

El número de inflorescencias estaminadas necesarias con la metodología de fundas (Fig. 3a), para alcanzar 78% en las curvas de acumulación de especies fueron cinco para *W. maynensis*; y tres para alcanzar 98% en las curvas de acumulación para *W. anómala*. Para la otra alternativa de trampa *ventana* (Fig. 3b), consistió en llenar el envase mitad con alcohol al 96% (Fig. 3c) y se colocó entre la inflorescencia cubriendo todas las raquillas durante todo el periodo de floración de cada especie. En *W. anomala* cinco a seis días y en

W. maynensis por 24 horas. Con este método, el número de inflorescencias necesarias en *W. maynensis* para llegar a 92 % en las curvas de acumulación fue dos; y para llegar a 93% en *W. anomala* fue de cuatro.



Figura 3-13. Métodos de colecta de visitantes florales a) trampa estilo farol, b) colecta por fundas plásticas, c) porcentaje de alcohol en la trampa farol.

Realizado por: Cedeño Andrea, 2022

2.4. Fenología de la floración y fructificación

Para conocer la fenología de *W. anomala* se escogieron y marcaron 32 individuos adultos de una población de 49 individuos (Fig. 4), en una parcela ubicada a 40 minutos del Tena en la vía Baeza-Quito (-0.70024, -77.81352) en el ecosistema bosque siempreverde montano bajo (MAE). Las palmas fueron monitoreadas quincenalmente entre agosto del 2021 hasta mayo del 2022. El monitoreo se realizó visitando las palmas marcadas y mediante el uso de binoculares Bushnell (10x32) se registraron los siguientes estados fenológicos: espatas (Fig. 4a), flor masculina abierta (enrollada-semidesarrollada) (Fig. 4b), flor femenina abierta (enrollada-semidesarrollada, color crema) (Fig. 4c), fruto en maduración (color verde-oliva) (Fig. 4d) y fruto maduro (color verde oscuro) (Fig. 4e).

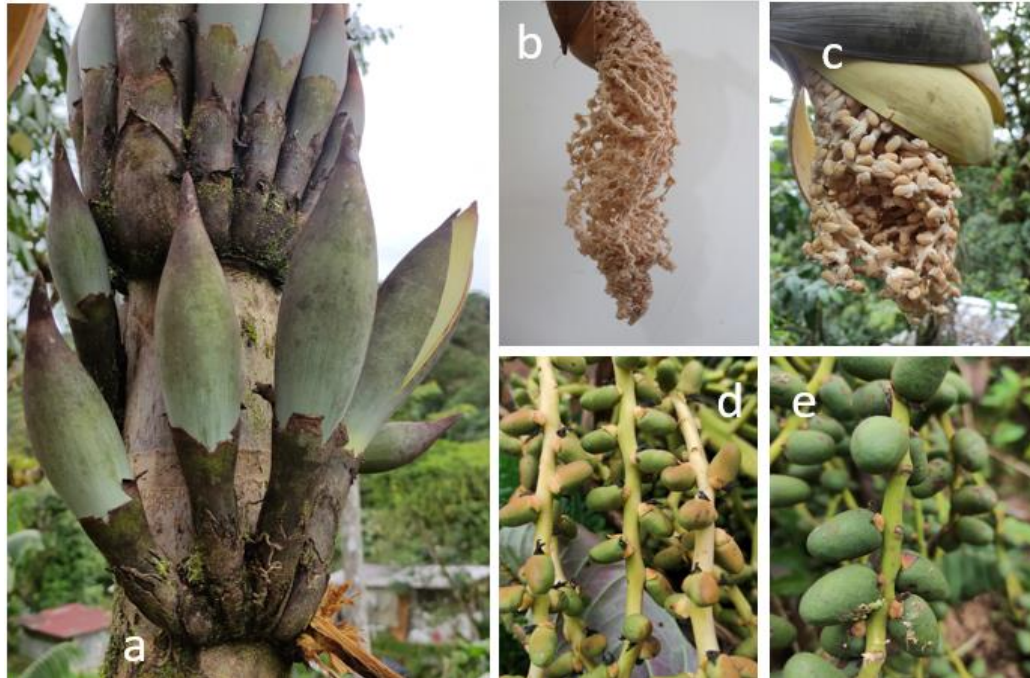


Figura 4-13. Estadios fenológicos de *W. anomala*. a) espatas b) flor masculina abierta
flor femenina abierta d) fruto inmaduro e) fruto maduro.

Realizado por: Cedeño Andrea, 2022.

2.5. Análisis de datos

2.5.1. Visitantes florales

Para determinar la abundancia de visitantes florales se utilizaron las categorías de Núñez & Rojas [14]: a) muy abundantes***, cuando se sobrepasaba los 500 individuos, b) abundantes**, cuando estaban entre los 100-450 individuos, c) raro, cuando estaban entre 5-20 individuos, (d) esporádicos cuando se encontraban solo de 1-4 individuos y e) ausente, cuando no se encontraban.

Se calculó la frecuencia de cada visitante floral y se clasificaron por las categorías propuestas por Oviedo & Núñez [20] como: especies poco frecuentes (PF) presentes en al menos el 25% de las capturas, ocasionales (OC) presentes entre el 25 y 49%, frecuentes (F) entre el 50 y 74% de las capturas, y muy frecuente (MF) cuando se encuentran en más del 75 % de las capturas.

2.5.2. Comparación de metodologías de colecta

Se empleó la prueba de t-student- Shapiro Wilk utilizando R-Wizard para determinar si existen diferencias entre las colectas por fundas y trampas. Se obtuvieron los índices de diversidad (Shannon, Simpson y Chao1) de las dos metodologías utilizadas en cada especie de palma por medio del programa Past. Se planteó analizar las relaciones de ambas metodologías en los morfotipos colectados con la ayuda de diagramas de VENN realizados en el programa R-studio con el fin de determinar las relaciones en la riqueza de morfotipos entre las dos metodologías.

2.5.3. Fenología de floración y fructificación

Se evaluó la sincronía de la fenología de *W. anomala* siguiendo la metodología de Bencke-Morellato [60], que consistió en calcular la floración como el porcentaje de individuos con flores del total de la población por mes y se consideró como: evento asincrónico cuando menos del 20% de individuos florece, sincronía baja entre 21 y 60% y sincronía alta cuando más del 60 % de los individuos florece al mismo tiempo [61].

Para el análisis de la relación de fenofases con las variables climáticas se obtuvieron los datos de temperatura, humedad relativa y precipitación de forma satelital de la NASA (USGS EROS) con Elevación desde MERRA-2: promedio para la región de 0,5 x 0,625 grados de latitud/longitud = 1168,03 metros [62], ya que no se contaba con estaciones meteorológicas funcionales in situ. Con estas variables climáticas, mediante una correlación de Pearson se determinó la relación con las fechas de muestreo.

CAPÍTULO III

3. PRESENTACIÓN DE DATOS Y RESULTADOS

3.1. Morfología de flores y frutos

El diámetro promedio de 32 individuos de *W. anomala* fue de 11.9 cm ($DE \pm 1.2$ cm) con un mínimo de 10 y un máximo de 13.2 cm; la altura promedio fue de 8.9 m ($DE \pm 2.2$ m). La especie es monoica unisexual con inflorescencias estaminadas y pistiladas en la misma planta (Fig. 5A), se sitúan a aproximadamente 9 m del piso; las flores son de color crema cubiertas por tres brácteas pedunculares de 24.6 cm de largo ($DE \pm 4$, $n= 6$), de color marrón-verde. La inflorescencia está compuesta por un pedúnculo de 12.3 cm de longitud ($DE \pm 1.8$ cm, $n= 6$), y 35 raquillas onduladas ($DE \pm 11.7$, $n= 6$). Observamos un máximo de cuatro inflorescencias estaminadas y tres pistiladas por palma. El número de raquillas fue parecido en pistiladas y estaminadas, 30-35 aproximadamente. La apertura de las inflorescencias estaminadas poseen de nueve a once estambres (Fig. 5B-C) y la apertura se da durante la mañana y dura entre cuatro a cinco días.

Los 32 individuos de *W. anomala* produjeron 236 inflorescencias (200 estaminadas y 36 pistiladas) en el periodo total de ocho meses; entre 2021 y 2022. Las inflorescencias pistiladas nacen con el fruto en estado inmaduro con coloración crema (Fig. 6D-E) con un tamaño de 1 a 1,5 cm, cuando van madurando su coloración cambia a verde oscuro (Fig. 6F) y el fruto mide entre 2–2,5 cm. Observamos de uno a tres racimos por individuo y aproximadamente 728 ($DE \pm 11$, $n=3$) frutos por racimo. Estas características de la especie no han sido antes descritas.

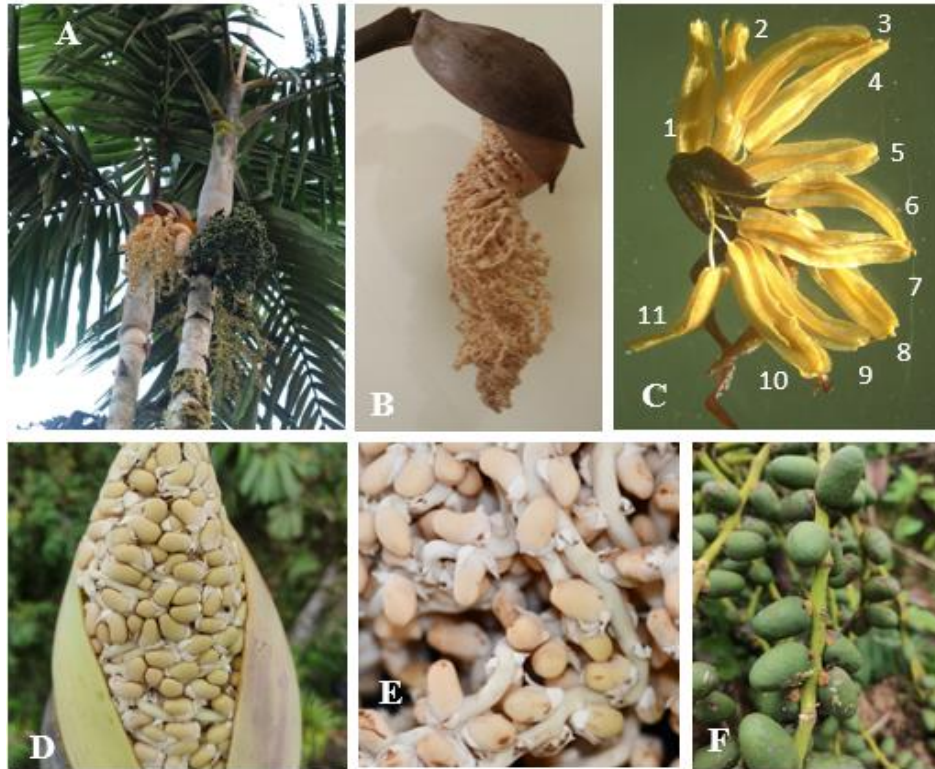


Figura 5-13. Características morfológicas de flores y frutos de *W. anomala*.
Realizado por: Cedeño Andrea, 2022.

W. maynensis presentó en promedio de una a cuatro inflorescencias (Fig. 6A). Está cubierta por tres brácteas gruesas que miden en promedio 24.4 cm de longitud ($DE \pm 3$, $n= 6$). Las raquilas de las inflorescencias (Fig. 6B) tienen un promedio de 26.4 cm ($DE \pm 7$, $n= 6$), el pedúnculo floral mide 12.4 ($DE \pm 2.3$, $n= 6$). Las inflorescencias son de color crema y se pueden encontrar en una misma palma inflorescencia estaminadas y/o pistiladas. Los frutos maduros miden en promedio 15.2 cm tienen forma elipsoidal y son de color marrón (Fig. 6C).



Figura 6-13. Características morfológicas de flores y frutos de *W. maynensis*.

Realizado por: Cedeño Andrea, 2022.

3.2. Visitantes florales

Las inflorescencias de *W. maynensis* y *W. anomala* en fase masculina fueron visitadas por 69 y 52 especies de insectos, respectivamente (Tabla 1). Observamos que las abundancias y frecuencias fueron diferentes en las dos especies de palmas. Los insectos del Orden Coleoptera fueron los más diversos en ambas especies; en *W. maynensis* las familias con mayor número de especies fueron (Fig. 7): Nitulidae (14 especies), Staphylinidae (12 especies), Curculionidae (8 especies), Chrysomelidae (7 especies) Además, otras familias con un número abundante de especies fueron Apidae (7 especies) y Drosophilidae (6 especies). En el caso de *W. anomala* las familias con mayor número de especies fueron (Fig. 8) Curculionidae (10 especies), Nitulidae (8 especies), Staphylinidae y Chrysomelidae (5 especies).

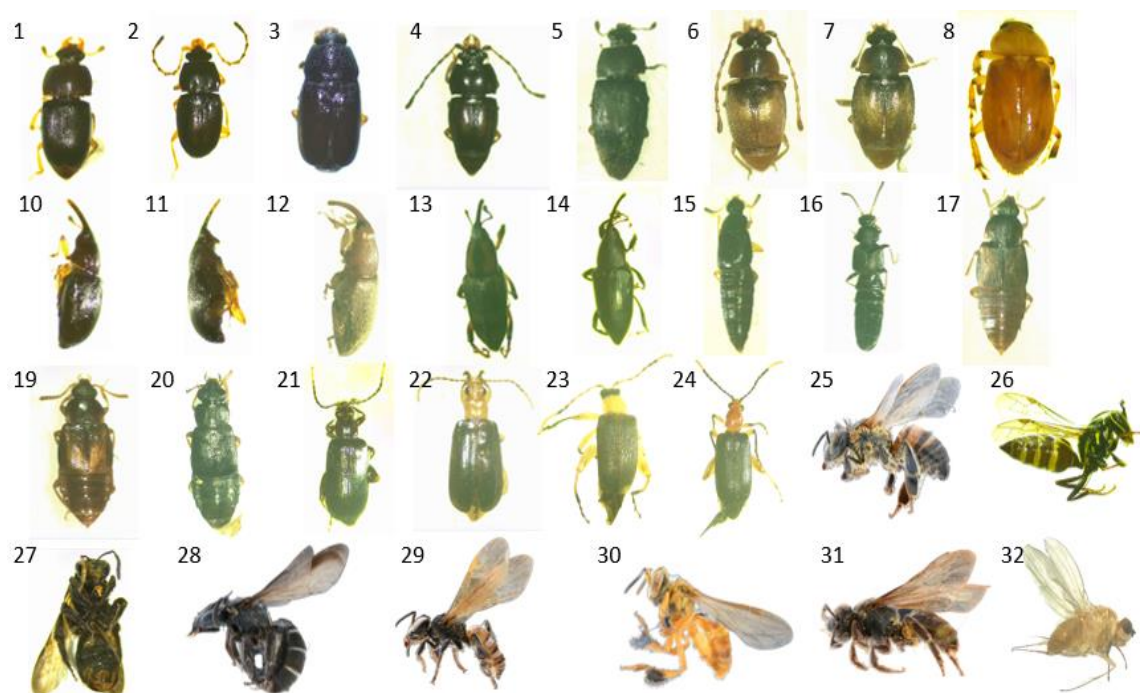


Figura 7-13. Morfotipos presentes en inflorescencias de *W. maynensis*:
Realizado por: Cedeño Andrea, 2022.

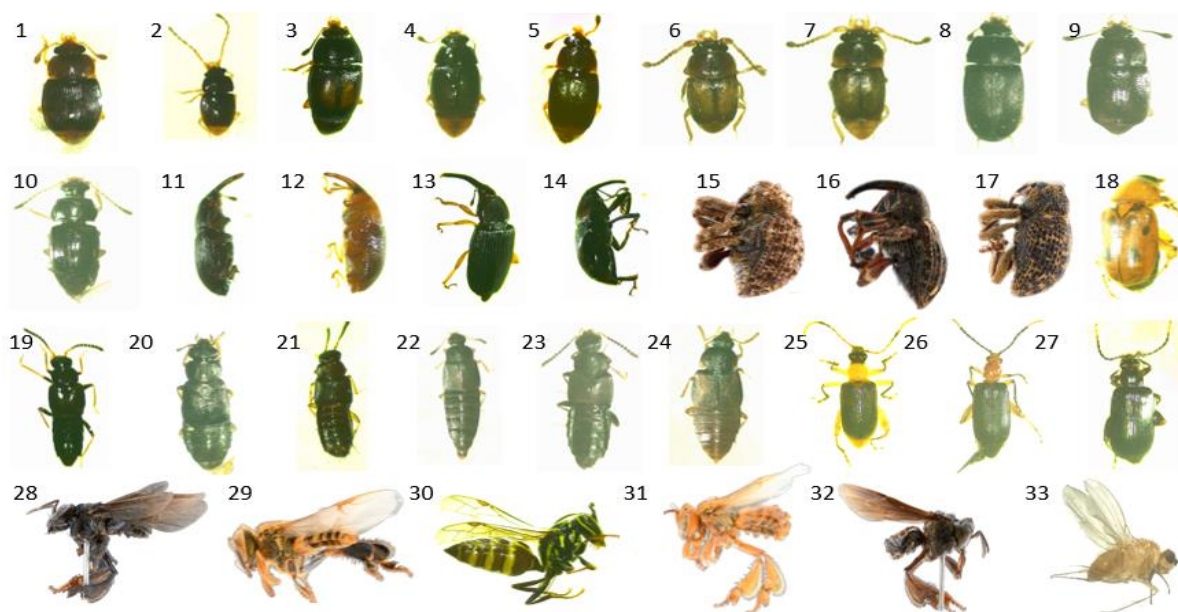


Figura 8-13. Morfotipos con mayor abundancia de *W. anomala*
Realizado por: Cedeño Andrea, 2022.

La abundancia de los visitantes en la fase masculina para *W. maynensis* y *W. anomala* se caracterizó por tener pocas especies muy abundantes que visitaban la inflorescencia muy frecuentemente, sin embargo, otras especies que también eran muy abundantes fueron visitantes frecuentes u ocasionales de las inflorescencias. Las demás especies tuvieron pocos individuos y estos fueron visitantes poco frecuentes u ocasionales. Las inflorescencias de *W. maynensis* en fase masculina fueron visitadas por 11.335 (DE $\pm$ 189, n= 7) insectos y en *W. anomala* por 5.096 (DE $\pm$ 71, n= 7) insectos. En las dos especies de *Wettinia*, tres especies visitantes fueron consideradas como muy abundantes y cómo frecuentes, esto nos indica que pueden considerarse como posibles polinizadores potenciales.

3.3. Comparación de metodologías de colecta (Fundas y trampas)

Encontramos diferencias significativas entre los métodos de colecta para las dos especies. En *W. maynensis* la metodología por fundas mostró mayor riqueza de especies (46%) vs. Método de trampas (39%), como abundancia de individuos (Shapiro Wilk W = 0.11835, p-value < 2.2e-16) vs. trampas (W = 0.33617, p-value < 2.2e-16). Solamente el 14% de los individuos se compartió entre las dos metodologías (Fig. 9.).

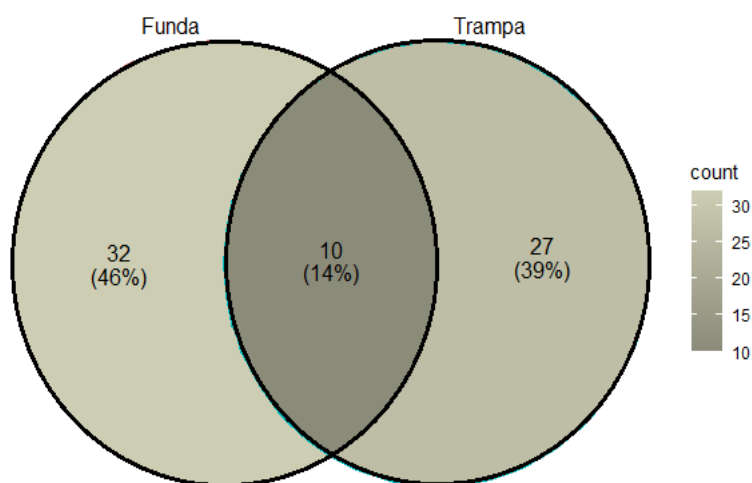


Figura 9-13. Porcentaje de morfotipos en *W. maynensis* encontrados en las dos metodologías de colecta.

Realizado por: Cedeño Andrea, 2022.

Entre los morfotipos más abundantes colectados en fundas fueron (Fig. 10.): *Mystrop sp.1* con el 50% de individuos, *Aleocharinae sp.1* con 11%; en el método de trampas fueron: *Cyclocephala discolor* con 27% de individuos y *Trigona sp. 1* con 14%. Entre los morfotipos compartidos, el más abundante fue: *Aleocharinae sp.1*.

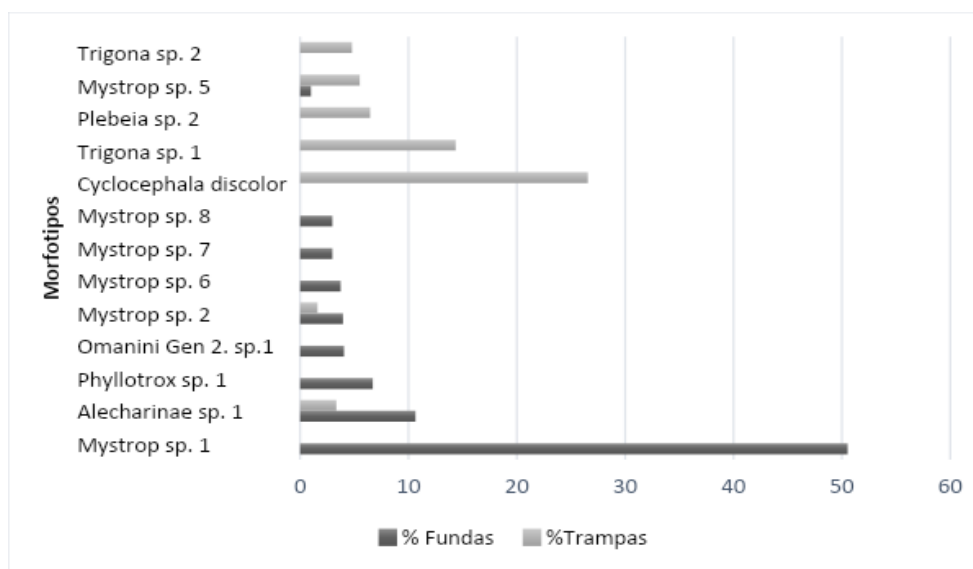


Figura 10-13. Morfotipos más abundantes colectados por las metodologías de fundas y trampas en *W. maynensis*.

Realizado por: Cedeño Andrea, 2022.

En el caso de *W. anomala*, el test de normalidad Shapiro-Wilk indicó diferencias significativas en las abundancias de morfotipos en los dos métodos de colecta utilizados. La metodología por fundas ($W = 0.25705$, $p\text{-value} < 2.2e-16$) < que la de trampas ($W = 0.48008$, $p\text{-value} < 2.2e-16$). En la riqueza de morfotipos fue superior en la metodología de trampas (8%), que en la metodología de fundas (5%). Sin embargo, el porcentaje de morfotipos compartidos fue alto con 64% (Fig. 11.).

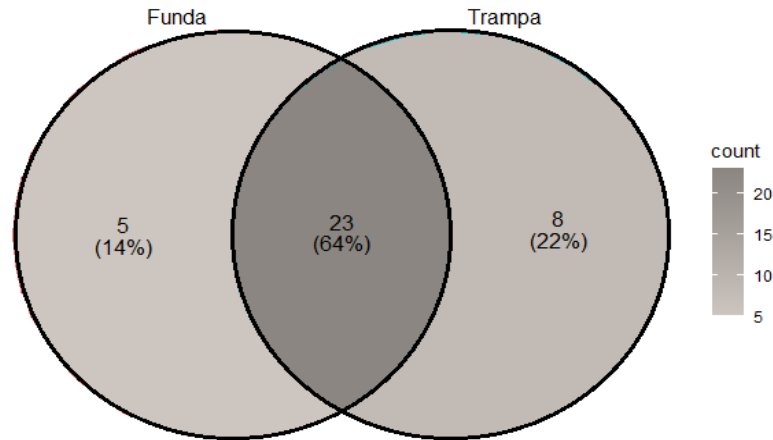


Figura 11-13. Porcentaje de morfotipos en *W. anomala* encontrados en las dos metodologías de colecta.
Realizado por: Cedeño Andrea, 2022.

En los morfotipos más abundantes colectados en fundas fueron (Fig. 12): de la tribu Omaliini el Gen. 1 sp.1 con el 27% de individuos, *Aleocharinae sp.1* con 27%, *Mystrop sp.5* con 23%; en el método de trampas fueron: *Trigona sp. 1* con 19%, *Cyclocephala discolor* con 17%, *Mystrop sp.11* con 12%, *Apis melífera*, *Phyllotrox sp. 2* y morfoespecies del género *Chrysomelidae*.y *Halictidae* con 7%. Los morfotipos compartidos fueron: *Aleocharinae sp.1*. y *Mystrop sp.5*.

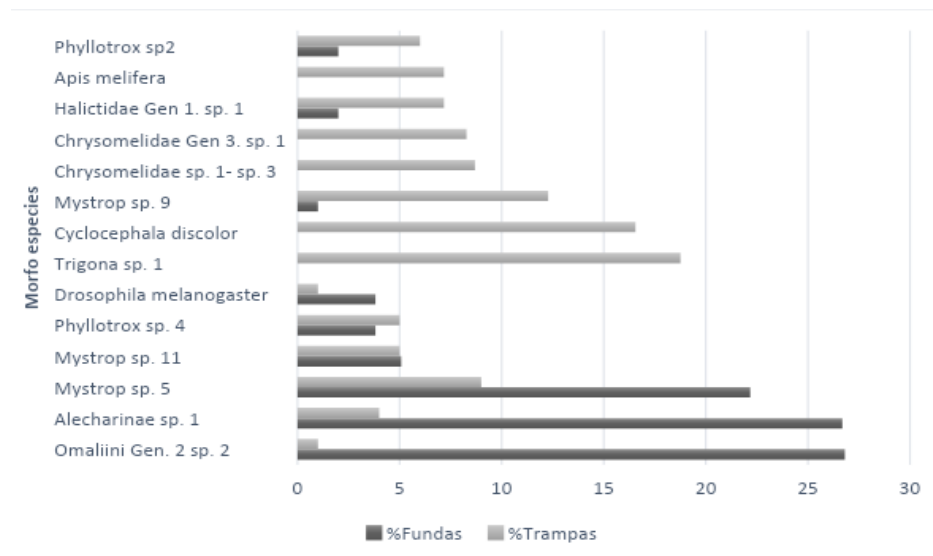


Figura 12-13. Morfotipos más abundantes colectados por las metodologías de fundas y trampas en *W. anomala*.
Realizado por: Cedeño Andrea, 2022.

3.4. Fenología reproductiva

Los picos más altos de número de inflorescencias estaminadas y pistiladas para *W. anomala* se presentaron en los meses de agosto-octubre del 2021, mostrando una baja sincronía (34% de los individuos). Las inflorescencias estaminadas empezaron a florecer en el mes de agosto hasta el mes de mayo del 2022 y las inflorescencias pistiladas únicamente florecieron en el mes de noviembre y escasamente en diciembre. Se puede notar una mayor producción de inflorescencias en los meses donde las temperaturas son mayores y las precipitaciones son relativamente bajas (Fig. 13).

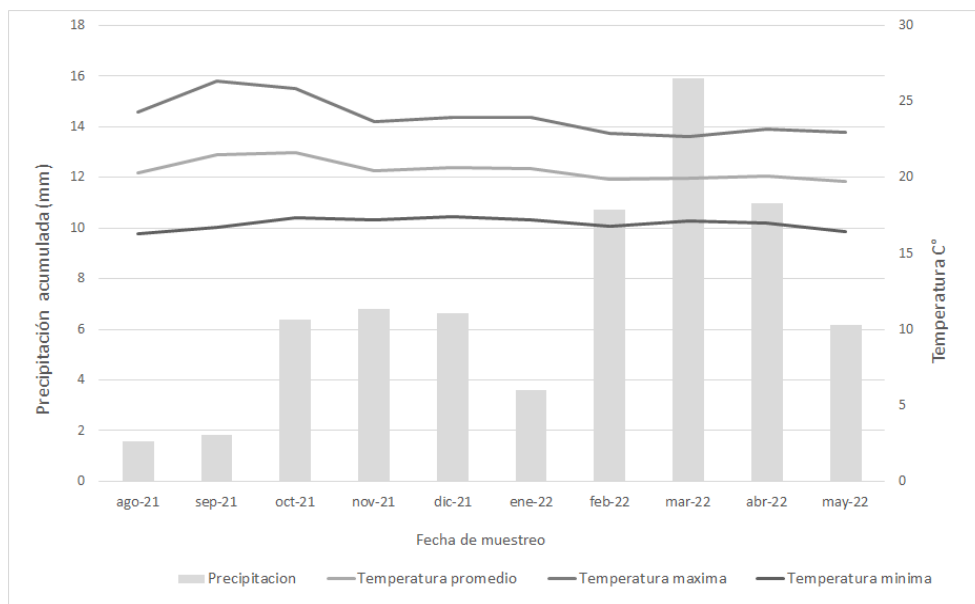


Figura 13-13. Variables climáticas precipitación y temperatura (promedio, máxima y mínima) obtenidas satelitalmente de la NASA
Realizado por: Cedeño Andrea, 2022.

El coeficiente de correlación de Pearson nos indica entre las inflorescencias estaminadas y la temperatura promedio y máxima una correlación positiva media. En el caso de las fenofases de inflorescencias pistiladas e infrutescencias inmaduras hay una correlación positiva considerable entre la temperatura promedio y máxima (Tabla 1.). Por el contrario, entre la producción de inflorescencias estaminadas, pistiladas e infrutescencias inmaduras vs. la humedad relativa y la precipitación hay una correlación negativa débil. En la producción de infrutescencias maduras, hay una correlación positiva media con la humedad

relativa y la temperatura máxima (Tabla 1.). Se observó que las infrutescencias duran entre 4 a 7 meses en la palma.

Tabla 1-1. Correlación de Pearson de las partes reproductivas de *Wettinia anomala* y las variables climáticas

Correlación de Pearson	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)			Humedad relativa (%)
		Promedio	Máxima	Mínima	
Inflorescencias estaminadas	-0,15	0,58	0,56	0,16	-0,35
Inflorescencias pistiladas	-0,13	0,71	0,60	0,50	-0,28
Infrutescencias inmaduras	-0,34	0,81	0,73	0,42	-0,46
Infrutescencias maduras	0,27	-0,57	-0,57	-0,12	0,57
Coeficiente de determinación					
Inflorescencias estaminadas	0,02	0,33	0,32	0,03	0,12
Inflorescencias pistiladas	0,02	0,50	0,35	0,25	0,08
Infrutescencias inmaduras	0,11	0,66	0,54	0,18	0,21
Infrutescencias maduras	0,08	0,33	0,33	0,01	0,32

Realizado por: Cedeño, Andrea, 2022

CAPÍTULO IV

4. INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN

4.1. Visitantes florales

En *W. maynensis* como en *W. anomala* los individuos pertenecientes a los órdenes Coleoptera, Hymenoptera (Apidae) y Diptera los más comunes como en la mayoría de especies de palmas [14,15,19,20,22,25,26,28,30,32,44,45,63] . La riqueza de visitantes florales encontrada en *W. maynensis* fue de 69 más de las reportadas por Núñez [26] en *W. quinaria* con 52 especies y Lara [30] en *W. kalbreyeri* con 39 especies en Colombia. Por el contrario, en *W. anomala* el número de especies encontradas fue igual al de *W. quinaria* [26].

En este estudio, las muestras de inflorescencias tuvieron variaciones temporales y espaciales en las colectas, de los visitantes florales encontrados, solo los de mayor abundancia y frecuencia pueden sugerirse como posibles polinizadores de estas dos especies de *Wettinia*. Los registros sobre las especies de palmas evaluadas de este género destacan a *Mystrops*, *Phyllotrox* y especies de la familia Staphylinidae como las más abundantes de *W. maynensis* y *W. anomala* [26,30]. Los estudios sobre la participación de la familia Staphylinidae en la polinización tienen diversos criterios que van desde un aporte bajo hasta que las especies de esta familia son vectores importantes en la polinización como en *Phytelephas seemannii* [64]

En el caso de *W. maynensis* y *W. anomala* algunas especies de la familia Staphylinidae parecen ser vectores importantes en la polinización como la subfamilia Aleocharinae que se reporta que cumple su ciclo de vida en las inflorescencias estaminadas de *W. kalbreyeri* [30]. En este estudio para *W. maynensis* y *W. anomala* se propone al género *Mystrops* como el vector más importante en la polinización por su alta abundancia y riqueza como se ha registrado en otros estudios para especies de los géneros: *Astrocaryum*, *Ceroxylum*, *Chamaedorea*, *Geonoma*, *Phytelephas*, *Prestoea*, *Socratea* y *Wettinia* [26].

4.2. Métodos de colecta

La riqueza y abundancia de visitantes florales colectados mediante las metodologías de fundas y trampas varió considerablemente, dependiendo del método de colecta usado. En la metodología por fundas se capturaron más especies del género *Mystrops* como los encontrados por Núñez [26] y Lara [30]. Por el contrario, en la metodología de trampas las especies con mayor abundancia fueron de la familia Apidae: tribu Meliponini género *Trigona* sp. y la familia Dynastidae.

Las abejas sin aguijón (Apidae: Meliponini) son el segundo grupo de insectos más diversos que visitan las flores de palmas en general [65], después de Curculionidae, *Mystrops* y *Cyclocephala*. A pesar de su diversidad el estudio realizado por Núñez y Carreño [65] indica que las inflorescencias de palmas por la gran cantidad de polen producido son importantes recursos de supervivencia de las meliponinas y se evidencia en la riqueza y abundancia encontradas en *W. maynensis* y *W. anomala* por el método de colecta de trampas. La

fuerte asociación que mantienen se expresa en el aprovechamiento de la recompensa floral y no como constante participación como polinizadores [65]. Sin embargo, recalca que las especies del género *Trigona* son las más importantes y potenciales polinizadores de palmas en distintas regiones [65].

Por lo expuesto, se evidencia que el método de colecta de trampas es un complemento efectivo para realizar colectas de insectos voladores que no se pueden coleccionar por el método de fundas, como la familia Apidae ya que ciertas especies pueden ser importantes vectores en la polinización.

4.3. Fenología reproductiva

La palma *W. anomala* presentó una baja sincronía en floración estaminada (32%) y pistilada (12%) a nivel poblacional, aunque las inflorescencias estaminadas fueron continuas durante todo el año no fue el caso de las inflorescencias pistiladas que solo florecieron durante tres meses. Este patrón reproductivo de las inflorescencias estaminadas se repite en otras especies de palmas [66,67] ya que un largo periodo de floración junto con la floración asincrónica y las distintas fenofases observados a nivel de individuo indican que la especie está incrementando sus oportunidades de apareamiento [15].

La falta de más de una inflorescencia abierta en una fase también favorece a restringir la autofecundación, que limita solo a las flores que se encuentran en la misma inflorescencia [15]. Esta estrategia también le permite a *W. anomala* durante un periodo largo de floración tener los beneficios indicados por Bawa [68], cómo incrementar el número de posibles parejas, restringir la autofecundación, reducir el riesgo de falla reproductiva por falta de polinizadores y condiciones climáticas desfavorables y un alto riesgo reproductivo a nivel individual.

Tampoco presentó un patrón fenológico caracterizado por fenofases con alta sincronía, ya que no hubo una fuerte correlación con alguna variable climática durante el tiempo de monitoreo; además no se monitoreó un ciclo reproductivo completo desde la apertura de la espata, la aparición de botones florales, hasta la maduración de frutos; por lo que es posible que se esté dando un patrón fenológico supra-anual en la población que consiste en que la

producción de frutos es sincronizada cada cierto tiempo en años [68], estos ciclos fenológicos en palmas han sido escasamente estudiados [69]. Sin embargo, existen otros casos como en algunas especies del género *Euterpe* que la floración y fructificación se da durante el periodo de un año [60,63,68].

En el caso de *W. anomala* el proceso de floración y fructificación tuvo una correlación negativa con las precipitaciones bajas teniendo un patrón similar con *W. quinaria* que tuvo en los meses más secos una mayor proporción de palmas reproductivas y una disminución en los meses con lluvia [26]. Sin embargo, Bencke y Morellato [60] mencionan que el clima no es la única variable que puede influir en las fenofases ya que los polinizadores y visitantes florales inciden en la estacionalidad y periodicidad de la floración y fructificación.

En la producción de inflorescencias pistilada se obtuvo una menor proporción que en las estaminadas, esto se puede deber a que la fase pistilada no ofrece ninguna recompensa alimenticia como en la fase estaminada, en la que tiene el polen como recompensa para los visitantes florales. Esta característica puede estar asociada a la alta producción de frutos que presenta *W. anomala* durante todo el año como una exitosa transferencia de polen. En *W. anomala* se evidenció en las inflorescencias estaminadas una alta producción de polen y aroma fuerte que no se notó en la fase pistilada; factor de atracción floral en varias especies de palmas [26].

Por consiguiente, se puede definir que las oportunidades de apareamiento para la supervivencia de *W. anomala* se enfoque en mantener una producción alta de inflorescencias estaminadas en mayor y menor proporción para brindar el polen como recompensa alimenticia y asegurar la interacción entre los visitantes florales y la producción de flores pistiladas que, aunque sea baja, garantiza una fecundación exitosa.

CAPÍTULO V

5.1. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con los datos obtenidos en este estudio determinamos que las principales especies de insectos importantes en la polinización de *W. maynensis* y *W. anomala* forman parte del orden Coleoptera, particularmente por especies del género *Mystrops* y especies de la familia Staphylinidae. Por otro lado, en la metodología de trampas se resalta la participación de la familia Apidae especialmente del género *Trigona*. Adicionalmente, en ambas especies de *Wettinia* las características en sus inflorescencias como colores claros de las flores, la gran cantidad de polen como recompensa floral y la ausencia de aromas, se puede inferir como mecanismo de polinización la cantarofilia.

A pesar de que por el método de trampas también se colecta las especies propuestas como polinizadores *Mystrops* y especies de Staphylinidae, las abundancias son bajas en comparación con las colectas en fundas. Por lo que si solo se utiliza este método se propondría a algunas especies de la familia Apidae como únicos vectores importantes en la polinización, lo que sería un criterio poco confiable puesto que, aunque son importantes en la polinización no todas participan en este proceso como polinizadores. Por tal razón, se propone utilizar el método de trampas para complementar al método por fundas y tener un registro más completo de los visitantes florales.

En cuanto a la fenología de *W. anomala* los resultados indican que debido a la baja sincronía y a la duración de inflorescencias no guarda una relación con la precipitación, pero si, aunque leve con la temperatura; sin embargo, cabe resaltar que los datos obtenidos de las variables climáticas son datos referenciales (no medidas *in situ*), por lo que la información debe ser tratada con precaución. La producción de inflorescencias masculinas y fructificación durante todo el año nos indica un método de supervivencia para la reproducción de la especie. Además, otras variables como polinizadores y visitantes florales influyen en la periodicidad de la floración y fructificación durante todo el año, y preparan a la palma ante escenarios futuros de cambio climático.

A pesar de que este estudio sirve como línea base de investigación en la biología y ecología de *W. maynensis* y *W. anomala*, es importante que se tomen en cuenta para futuros estudios otros aspectos como el tiempo de muestreo, la medición de las variables ambientales *in situ* y la colecta de inflorescencias pistiladas para tener conocimiento más completo sobre los visitantes florales de ambas especies.

Referencias

1. Valencia R, Montúfar R, Navarrete H, Balslev H. Palmas Ecuatorianas: Biología y uso sostenible. Palms and People in the Amazon. 2013. Available: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-05509-1_7
2. Pintaud J-C, Galeano G, Balslev H, Bernal R, Borchsenius F, Ferreira E, et al. Las palmeras de América del Sur: diversidad, distribución e historia evolutiva The palms of South America: diversity, distribution and evolutionary history. 2008. Available: <http://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/biologia/biologiaNEW.htmRev.peru.biol.15>
3. Henderson A, Bernal R, Galeano G. Field guide to the palms of the Americas. Princeton Legacy Library; 1995.
4. Macía MJ, Armesilla PJ, Cámara-Leret R, Paniagua-Zambrana N, Villalba S, Balslev H, et al. Palm Uses in Northwestern South America: A Quantitative Review. Botanical Review. 2011;77: 462–570. doi:10.1007/S12229-011-9086-8/TABLES/8
5. Altamirano Acuña DC. Commercial exploitation threatens Iriartea deltoidea and Wettinia quinaria in Northwestern Ecuador. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. 2012 [cited 13 Oct 2022]. Available: <http://repositorio.puce.edu.ec:80/handle/22000/4944>
6. Galeano G, Bernal R. Palmas de Colombia Guía de campo. Universidad Nacional de Colombia. 2010.
7. Cámara-Leret R, Tuomisto H, Ruokolainen K, Balslev H, Munch Kristiansen S. Modelling responses of western Amazonian palms to soil nutrients. Journal of Ecology. 2017;105: 367–381. doi:10.1111/1365-2745.12708
8. Onstein RE, Baker WJ, Couvreur TLP, Faurby S, Svenning JC, Kissling WD. Frugivory-related traits promote speciation of tropical palms. Nature Ecology & Evolution 2017 1:12. 2017;1: 1903–1911. doi:10.1038/s41559-017-0348-7
9. Renninger HJ, Phillips NG. Palm Physiology and Distribution in Response to Global Environmental Change. Tropical Tree Physiology . 2016; 67–101. doi:10.1007/978-3-319-27422-5_4
10. Muscarella R, Emilio T, Phillips OL, Lewis SL, Slik F, Baker WJ, et al. The global abundance of tree palms. Global Ecology and Biogeography. 2020;29: 1495–1514. doi:10.1111/GEB.13123
11. Bacon CD, Velásquez-Puentes FJ, Hoorn C, Antonelli A. Iriarteeae palms tracked the uplift of Andean Cordilleras. J Biogeogr. 2018;45: 1653–1663. doi:10.1111/JBI.13350
12. Palmweb. Palmweb - Palms of the World Online | PALMweb. [cited 14 Oct 2022]. Available: <https://palmweb.org/>
13. Mapa de Wettinia minima. [cited 13 Oct 2022]. Available: <https://bioweb.bio/floraweb/librorojo/FichaEspecie/Wettinia%20minima>

14. Núñez Avellaneda LA, Rojas Robles M del R. Biología reproductiva y ecología de la polinización de la palma milpesos *oenocarpus bataua* en los andes colombianos. *Caldasia*. 2008;30: 101–125. Available: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/72864>
15. Scariot AO, Lleras E, Hay JD. Reproductive Biology of the Palm *Acrocomia aculeata* in Central Brazil. *Biotropica*. 1991;23: 12. doi:10.2307/2388683
16. Adam H, Jouannic S, Escoute J, Duval Y, Verdeil JL, Tregear JW. Reproductive developmental complexity in the African oil palm (*Elaeis guineensis*, Arecaceae). *Am J Bot*. 2005;92: 1836–1852. doi:10.3732/AJB.92.11.1836
17. Martén S, Quesada M. Phenology, Sexual Expression, and Reproductive Success of the Rare Neotropical Palm *Geonoma epetiolata*1. *Biotropica*. 2001;33: 596–605. doi:10.1111/J.1744-7429.2001.TB00218.X
18. Cardona C, Hurtado J, Hurtado H. Estudio preliminar de la biología del cocotero (*Cocos nucifera* L.) var. alto caribe verde. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2003;8. Available: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=CO2020200118>
19. Ostrorog DRV, Barbosa AAA. Biología reproductiva de *Geonoma brevispatha* Barb. Rodr. (Arecaceae) em mata de galeria inundável em Uberlândia, MG, Brasil. *Brazilian Journal of Botany*. 2009;32: 479–488. doi:10.1590/S0100-84042009000300007
20. Brieva-Oviedo E, Núñez-Avellaneda LA, Brieva-Oviedo E, Núñez-Avellaneda LA. Biología reproductiva de la palma amarga (*Sabal mauritiiformis*: Arecaceae): especie económicamente importante para la Costa Caribe colombiana. *Caldasia*. 2020;42: 278–293. doi:10.15446/CALDASIA.V42N2.75595
21. Pullaiah T. Red Sanders: Silviculture and Conservation. Springer Nature Singapore. 2019. doi:10.1007/978-981-13-7627-6
22. Lasso C, Rial A, González V. Biología reproductiva de *Mauritia flexuosa* en Casanare, Orinoquia Colombiana. Bogotá; 2013. Available: <https://www.researchgate.net/publication/271446386>
23. Dransfield J, Uhl N, Asmussen C, Baker W, Harley M, Lewis C. A new phylogenetic classification of the palm family, Arecaceae. *Royal Botanic Gardens*. 2005;60: 559–569.
24. Mendes FN, de Melo Valente R, Rêgo MMC, Esposito MC. The floral biology and reproductive system of *Mauritia flexuosa* (Arecaceae) in a restinga environment in northeastern Brazil. *Brittonia* 2016 69:1. 2016;69: 11–25. doi:10.1007/S12228-016-9444-2
25. Henderson A. A review of pollination studies in the Palmae. *The Botanical Review* 1986 52:3. 1986;52: 221–259. doi:10.1007/BF02860996
26. Núñez LA, Bernal R, Knudsen JT. Diurnal palm pollination by mystropine beetles: is it weather-related? *Plant Systematics and Evolution* 2005 254:3. 2005;254: 149–171. doi:10.1007/S00606-005-0340-6

27. Barfod AS, Hagen M, Borchsenius F. Twenty-five years of progress in understanding pollination mechanisms in palms (Arecaceae). *Ann Bot.* 2011;108: 1503–1516. doi:10.1093/AOB/MCR192
28. Núñez A LA, Isaza C, Galeano G. Ecología de la polinización de tres especies de *Oenocarpus* (Arecaceae) simpátricas en la Amazonia Colombiana. *Rev Biol Trop.* 2015;63: 35–55. doi:10.15517/RBT.V63I1.13030
29. Martínez B, López Camacho R, Castillo LS, Bernal R. Fenología de la palma en peligro *Ceroxylon quindiuense* (Arecaceae) a lo largo de un gradiente altitudinal en Colombia. *Rev Biol Trop.* 2021;69: 649–664. doi:10.15517/RBT.V69I2.44835
30. Lara CE, Díez MC, Restrepo Z, Núñez LA, Moreno F. Flowering phenology and flower visitors of the Macana Palm *Wettinia kalbreyeri* (Arecaceae) in an Andean montane forest. *Rev Mex Biodivers.* 2017;88: 106–112. doi:10.1016/J.RMB.2017.01.001
31. Fava WS, Covre W da S, Sigrist MR. *Attalea phalerata* and *Bactris glaucescens* (Arecaceae, Arecoideae): Phenology and pollination ecology in the Pantanal, Brazil. *Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants.* 2011;206: 575–584. doi:10.1016/J.FLORA.2011.02.001
32. Zamudio F, Gatti MG, Hilgert NI, Álvarez LJ, Mulieri P, Aguilar R, et al. Insects or Wind? New findings on the pollination system of *Euterpe edulis* (Arecaceae). *Arthropod-Plant Interactions* 2021 15:4. 2021;15: 503–516. doi:10.1007/S11829-021-09836-2
33. Núñez LA. Patrones de asociación entre insectos polinizadores y palmas silvestres en Colombia con énfasis en palmas de importancia económica. Universidad Nacional de Colombia. 2014.
34. Fernanda M, Cotrina M. Especificidad de insectos visitantes de poblaciones silvestres de palma americana de aceite *Elaeis oleifera*, en una zona de la región del Caribe de Colombia. *Ciencia Unisalle.* 2018 [cited 14 Oct 2022]. Available: <https://ciencia.lasalle.edu.co/biologia>
35. Silberbauer-Gottsberger U. Pollination and Evolution in Palms. *Phyton* (B Aires). 1990. Available: www.biologiezentrum.at
36. Henderson A. Evolution and Ecology of Palms. 2003. Available: https://books.google.com/books/about/Evolution_and_Ecology_of_Palms.html?id=X4XwAAAAMAAJ
37. Galeano G, Peñuela-Mora MC, Núñez LA. Guía de las palmas de la estación biológica el Zafire, Amazonas, Colombia. 2013.
38. Kleemann J, Zamora C, Villacis-Chiluisa AB, Cuenca P, Koo H, Noh JK, et al. Deforestation in Continental Ecuador with a Focus on Protected Areas. *Land* (Basel). 2022;11. doi:10.3390/land11020268
39. Noh JK, Echeverría C, Gaona G, Kleemann J, Koo H, Fürst C, et al. Article Forest Ecosystem Fragmentation in Ecuador: Challenges for Sustainable Land Use in the Tropical Andean. *Land* (Basel). 2022;11. doi:10.3390/land11020287

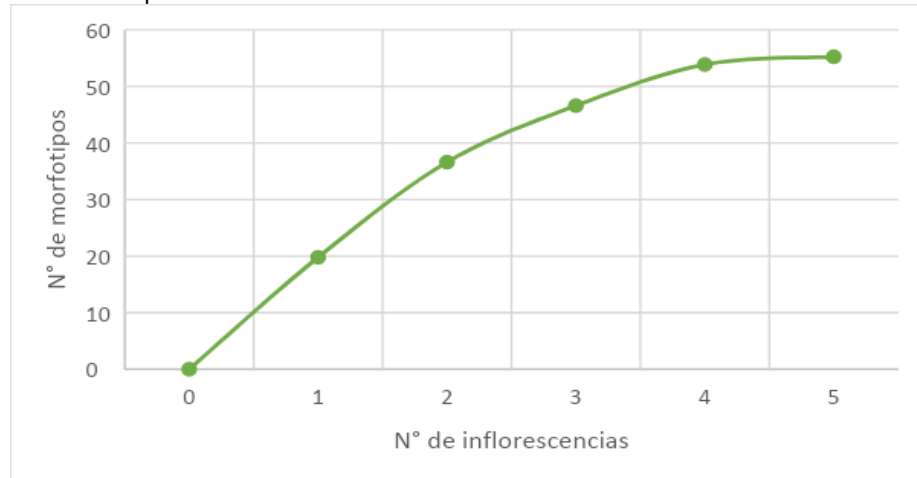
40. Borchsenius F (Finn), Borgtoft Pedersen H (Henrik), Balslev Henrik. Manual to the palms of Ecuador. 1998; 217.
41. Peñuela MC, Bustillos-Lema M, Álvarez-Solas S, Núñez-Avellaneda LA. Reproductive phenology variation of the multiple inflorescence-palm tree *Wettinia maynensis* in relation to climate, in a Piedmont forest in western Amazonia. *Trees - Structure and Function*. 2019;33: 867–876. doi:10.1007/S00468-019-01824-7
42. Bioweb. Floraweb Ecuador. [cited 14 Oct 2022]. Available: <https://bioweb.bio/floraweb.html#librorojo>
43. IUCN. IUCN Red List of Threatened Species. [cited 14 Oct 2022]. Available: <https://www.iucnredlist.org/>
44. Tunaroz N. Biología reproductiva y ecología de la polinización de dos especies de *Geonoma* Arecaceae en la Amazonía colombiana . 2015. Available: <https://ciencia.lasalle.edu.co/biologia/1>. Accessed 14 Oct 2022.
45. Guerrero N. Comparación de visitantes florales y polinizadores de tres especies de palmas de género *syagrus* (Arecaceae) endémicas y alopátricas de Colombia. 2017 [cited 14 Oct 2022]. Available: <http://bibliotecavirtualoducal.uc.cl/vufind/Record/oai:localhost:10185-18430>
46. Voeks RA. Reproductive ecology of the piassava palm (*Attalea funifera*) of Bahia, Brazil. *J Trop Ecol*. 2002;18: 121–136. doi:10.1017/S0266467402002079
47. Santos J dos, Varassin IG, Muschner VC. Effects of neighborhood on pollination and seed dispersal of a threatened palm. *Acta Oecologica*. 2018;92: 95–101. doi:10.1016/J.ACTAO.2018.08.010
48. Barbosa CM, Maia ACD, Martel C, Regueira JCS, Navarro DM do AF, Raguso RA, et al. Reproductive biology of *Syagrus coronata* (Arecaceae): sex-biased insect visitation and the unusual case of scent emission by peduncular bracts. *Plant Biol*. 2021;23: 100–110. doi:10.1111/PLB.13162
49. Cifuentes L, Moreno F, Arango DA. Fenología reproductiva y productividad de *Oenocarpus bataua* (Mart.) en bosques inundables del Chocó Biogeográfico, Colombia. *Biota Neotrop*. 2010;10: 101–109. doi:10.1590/S1676-06032010000400014
50. Luna JM. Técnicas de colecta y preservación de insectos. *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa*, n1. 2005;37: 385–408.
51. Justiniano MJ, Fredericksen TS. Phenology of Tree Species in Bolivian Dry Forests. *Biotropica*. 2000;32: 276–281. doi:10.1111/J.1744-7429.2000.TB00470.X
52. Ochoa-Gaona S, Pérez Hernández I, de Jong BHJ. Fenología reproductiva de las especies arbóreas del bosque tropical de Tenosique, Tabasco, México. *Rev Biol Trop*. 2008;56: 657–673. Available: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442008000200020&lng=en&nrm=iso&tlng=es

53. Listabarth C. Pollination in *Geonoma macrostachys* and Three Congeners, *G. acaulis*, *G. gracilis*, and *G. interrupta*. *Botanica Acta*. 1993;106: 496–506. doi:10.1111/J.1438-8677.1993.TB00779.X
54. Sierra R. Patrones Y Factores De Deforestación En El Ecuador Continental. *Conservación Internacional Ecuador y Forest Trends*. 2013;1: 22.
55. Sierra R, Calva O, Guevara A. Factores promotores y tendencias recientes. 2021.
56. Schleuning M, Fründ J, Schweiger O, Welk E, Albrecht J, Albrecht M, et al. Ecological networks are more sensitive to plant than to animal extinction under climate change. *Nature Communications* 2016 7:1. 2016;7: 1–9. doi:10.1038/ncomms13965
57. Ervik F, Feil JP. Reproductive Biology of the Monoecious Understory Palm *Prestoea schultzeana* in Amazonian Ecuador1. *Biotropica*. 1997;29: 309–317. doi:10.1111/J.1744-7429.1997.TB00432.X
58. Ministerio del Ambiente A y TE. Ecosistemas- Mapa interactivo. [cited 14 Oct 2022]. Available: <http://ide.ambiente.gob.ec/mapainteractivo/>
59. Gbif. Occurrence search. [cited 14 Oct 2022]. Available: https://www.gbif.org/occurrence/search?occurrence_status=present
60. Bencke CSC, Morellato LPC. Comparação de dois métodos de avaliação da fenologia de plantas, sua interpretação e representação. *Brazilian Journal of Botany*. 2002;25: 269–275. doi:10.1590/S0100-84042002000300003
61. Aguirre A, Dirzo R. Effects of fragmentation on pollinator abundance and fruit set of an abundant understory palm in a Mexican tropical forest. *Biol Conserv*. 2008;141: 375–384. doi:10.1016/J.BIOCON.2007.09.014
62. Earth Resources Observation and Science (EROS) Center | U.S. Geological Survey. [cited 14 Oct 2022]. Available: <https://www.usgs.gov/centers/eros>
63. Castro ER, Galetti M, Morellato LPC. Reproductive phenology of *Euterpe edulis* (Arecaceae) along a gradient in the Atlantic rainforest of Brazil. *Aust J Bot*. 2007;55: 725–735. doi:10.1071/BT07029
64. Bernal R, Ervik F. Floral Biology and Pollination of the Dioecious Palm *Phytelephas seemannii* in Colombia: An Adaptation to Staphylinid Beetles. *Biotropica*. 1996;28: 682. doi:10.2307/2389054
65. Núñez A, Carreño J. Las abejas sin aguijón (Apidae: Meliponini) visitantes florales de palmas (Arecaceae) en Colombia, y su papel en la polinización). *Iniciativa Colombia de Polinizadores*. 2016. pp. 213–235. Available: <https://www.researchgate.net/publication/339800060>
66. Henderson A, Galeano G, Beranl R. Field Guide to the Palms of the Americas. Field Guide to the Palms of the Americas. Princeton University Press; 1995. doi:10.2307/J.CTVCSZZD
67. Anderson AB, Overal WL, Henderson A. Pollination Ecology of a Forest-Dominant Palm (*Orbignya phalerata* Mart.) in Northern Brazil. *Biotropica*. 1988;20: 192. doi:10.2307/2388234

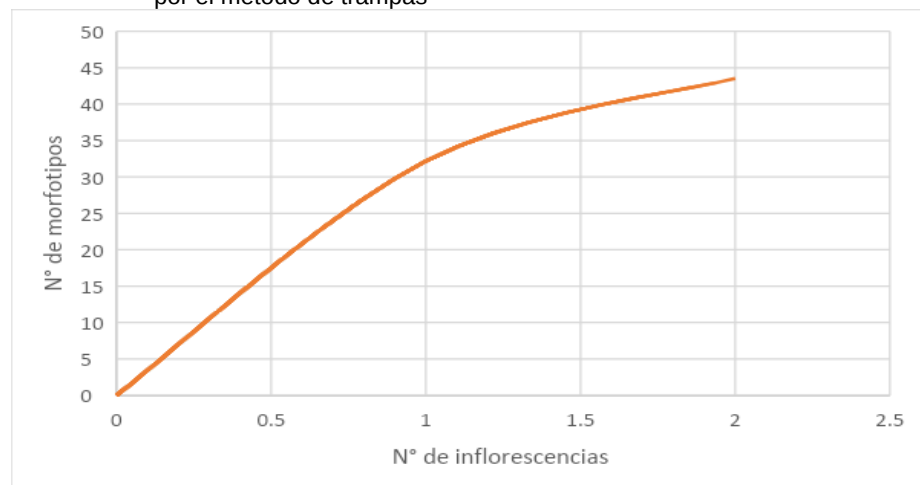
68. Bawa KS. Breeding Systems of Tree Species of a Lowland Tropical Community. *Evolution* (N Y). 1974;28: 85. doi:10.2307/2407241
69. Rojas-Robles R, Gary Stiles F, Muñoz-Saba Y. Frugivoría y dispersión de semillas de la palma *Oenocarpus bataua* (Arecaceae) en un bosque de los Andes colombianos. *Rev Biol Trop*. 2012;60: 1445–1461. doi:10.15517/RBT.V60I4.2054

Anexos

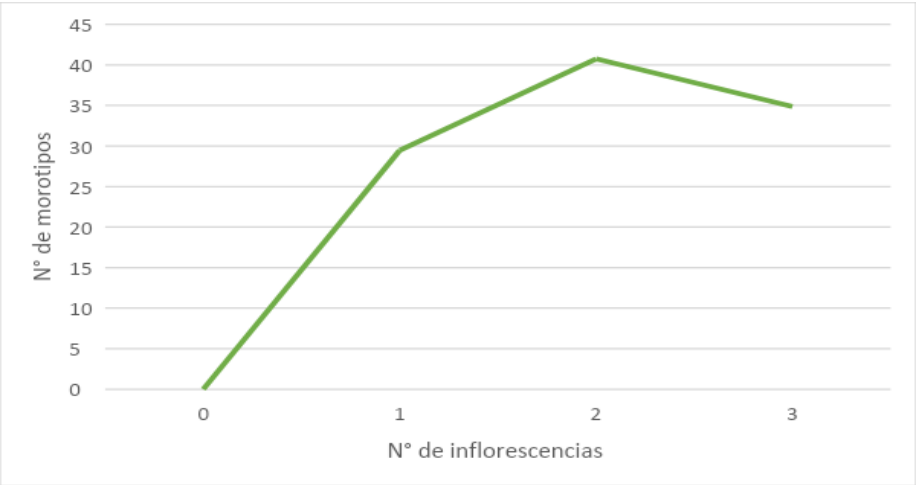
Anexo 1-6. Curva de acumulación de especies en *W. maynensis* colectado por el método de fundas.



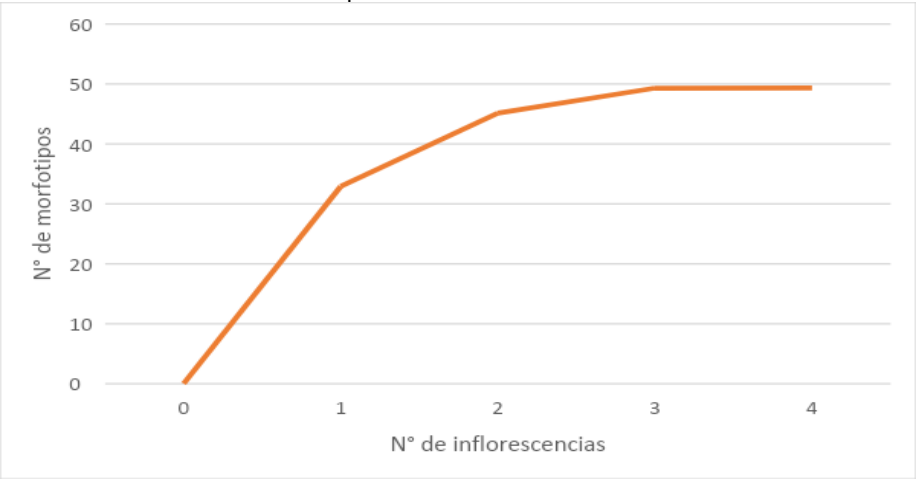
Anexo 2-6. Curva de acumulación de especies en *W. maynensis* colectado por el método de trampas



Anexo 3-3. Curva de acumulación de especies en *W. anomala* colectado por el método de fundas



Anexo 4-6. Curva de acumulación de especies en *W. anomala* colectado por el método de trampas



Anexo 5-6. Visitantes florales de *W. maynensis* y *W. anomala*. Las abundancias están categorizadas como: *** muy abundantes, ** abundantes, * raras, + esporádicos y – ausente.

	<i>W. maynensis</i>	<i>W. anomala</i>		
Orden/familia/subfamilia/ Género	Fase masculina	Frecuencia	Fase masculina	Frecuencia
COLEOPTERA				
STAPHYLINIDAE				
Alecharinae				
Gen 1. sp. 1	***	OC	***	MF
Gen 1. sp. 2	**	F	-	MF
Gen 2. sp . 1	*	PF	-	
Omalinae				
Gen 1. sp. 1	+	PF	*	MF
Gen 1. sp. 2	**	F	-	
Gen 1. sp. 3	-	-	+	PF
Gen 2. sp. 1	**	PF	-	
Gen 2. sp. 2	*	PF	***	MF
Sthaphylinae				
<i>Xantholinus. sp. 1</i>	+	PF	-	-
<i>Xantholinus. sp. 2</i>	*	PF	*	PF
<i>Xantholinus. sp. 3</i>	*	PF	-	-
Paderinae				
Gen 1. sp. 1	+	PF	-	-
Tachyporinae				
Gen 1. sp. 1	+	PF	-	-
NITULIDAE				
Nitidulinae				
<i>Mystrops sp. 1</i>	***	MF	-	-
<i>Mystrops sp. 2</i>	**	F	**	MF
<i>Mystrops sp. 3</i>	*	PF	-	-
<i>Mystrops sp. 4</i>	*	PF	-	-
<i>Mystrops sp. 5</i>	**	F	***	MF
<i>Mystrops sp. 6</i>	**	PF	-	-
<i>Mystrops sp. 7</i>	**	PF	+	PF
<i>Mystrops sp. 8</i>	**	PF	-	-
<i>Mystrops sp. 9</i>	*	PF	**	MF
<i>Mystrops sp. 10</i>	*	PF	*	OC
<i>Mystrops sp. 11</i>	**	PF	**	MF

<i>Mystrops sp. 12</i>	-	-	*	PF
Gen 2. sp. 1	*	F	*	F
Gen 3. sp. 1	+	PF	-	-
CURCULIONIDAE				
Curculioninae				
<i>Phyllotrox sp. 1</i>	***	F	-	-
<i>Phyllotrox sp. 2</i>	**	OC	*	MF
<i>Phyllotrox sp. 3</i>	-	-	**	MF
<i>Phyllotrox sp. 4</i>	-	-	*	MF
<i>Phyllotrox sp. 5</i>	-	-	*	OC
Gen 2. sp 1.	**	F	-	-
<i>Rhynchaenus sp. 1</i>	-	-	*	PF
Molytinae				
Gen 1. sp. 1	+	PF	-	-
Gen 2. sp. 2	-	-	*	OC
<i>Cholus sp. 1</i>	-	-	+	PF
Dryophthorinae				
Gen 1. sp. 1	+	PF	*	OC
Gen 2. sp. 1	-	-	+	PF
Gen 2. sp. 2	-	-	*	OC
Chryptorhynchinae				
Gen 1. sp. 1	+	PF	-	-
Gen 1. sp. 2	+	PF	-	-
Gen 1. sp. 3	+	PF	-	-
CHRYSOMELIDAE				
Bruchinae				
Gen 1. sp. 1	*	PF	-	-
Criocerinae				
Gen 1. sp. 1	*	OC	*	OC
Gen 1. sp. 2	+	PF	-	-
Gen 2. sp. 1	*	PF	*	PF
Gen 2. sp. 2	*	PF	+	PF
Gen 3. sp. 1	-	-	*	MF
Gen 3. sp. 2	-	-	*	-
Galerucinae				
Gen 1. sp. 1	+	PF	-	-
Gen 1. sp. 2	+	PF	-	-
SCARABIDAE				
Dynastinae				
<i>Cyclocephala discolor</i>	**	PF	**	PF

<i>Cyclocephala sp. 1.</i>	+	PF	-	-
HYDROPHILIDAE				
Gen 1. sp. 1	+	PF	+	PF
PTILIIDAE				
Plitiinae				
Gen 1. sp. 1	-	-	*	PF
HYMENOPTERA				
APIDAE				
Apinae				
Meliponini				
<i>Trigona sp. 1</i>	**	OC	**	OC
<i>Trigona sp. 2</i>	*	PF	-	-
<i>Trigona sp. 3</i>	+	PF	-	-
<i>Nannotrigona sp. 1</i>	*	PF	-	-
<i>Plebeia sp. 1</i>	*	PF	*	PF
<i>Plebeia sp. 2</i>	*	PF	-	-
<i>Partamona sp. 1</i>	*	PF	+	PF
<i>Apis mellifera</i>	-	-	**	OC
VESPIDAE				
Polistinae				
<i>Polybia. sp. 1</i>	*	PF	*	PF
HALICTIDAE				
Halictinae				
Gen 1. sp. 1	+	PF	-	-
<i>Augochloropsis sp. 1</i>	*	PF	*	OC
Gen 2. sp. 1	+	PF	*	OC
Gen 3. sp. 2	*	PF	-	-
DIPTERA				
DROSOPHILIDAE				
Drosophilinae				
<i>Drosophila melanogaster</i>	**	F	**	MF
<i>Drosophila sp. 2</i>	*	PF	*	OC
<i>Drosophila sp. 3</i>	*	PF	*	MF
<i>Drosophila sp. 4</i>	*	PF	*	OC
<i>Drosophila sp. 5</i>	+	PF	-	-
<i>Drosophila sp. 6</i>	*	PF	-	-
FORMICIDAE				
<i>Camponotus sp. 1</i>	+	PF	-	-
Gen 1. sp. 1	+	PF	-	-
Gen 1. sp. 2	+	PF	-	-

Gen 2. sp. 1	*	PF	-	-
LEPIDOPTERA				
TINEIDAE				
Gen 1. sp. 1	+	PF	+	PF
Gen 1. sp. 2	+	PF	+	PF
Gen 1. sp. 3	-	-	+	PF
DERMAPTERA				
Gen 1. sp. 1	*	PF	-	-
Gen 1. sp. 2	+	PF	-	-
HEMIPTERA				
ANTROCORIDAE				
Gen 1. sp. 1	+	PF	*	PF
HOLOTHYRIDA				
Acari	*	PF	-	-

Anexo 6-6. Número de palmas de *W. anomala* en diferentes estadíos desde agosto del 2021 hasta mayo del 2022.

