

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



**Insectos visitantes florales de *Phytelephas macrocarpa*
(Arecaceae), una palma dioica al noroeste de la Amazonia
peruana**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Autor:

Sandro Alexander Ramírez Castillo

Asesor:

Ing. Gerardo Acuña Núñez

Tarapoto, 15 de agosto del 2024

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo Gerardo Acuña Núñez, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: “**Insectos visitantes florales de *Phytelephas macrocarpa* (Arecaceae), una palma dioica al noroeste de la Amazonia peruana**” del autor Sandro Alexander Ramírez Castillo tiene un índice de similitud de 9 % verificable en el informe del programa Turnitin, y fue realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad u omisión de los documentos como de la información aportada, firmo la presente declaración en la ciudad de Tarapoto a los 03 días del mes de setiembre del año 2024.



Gerardo Acuña Núñez

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En San Martín, Tarapoto, Morales, a 15 día(s) del mes de agosto del año 2024, siendo las 08.30 horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión Campus Tarapoto, bajo la dirección del (de la) presidente(a): Mtra. Betsabeth Teresa Padilla Macedo, el (la) secretario(a): Ing. Seysi Rengifo Arevalo y los demás miembros: Mtra. Betsabeth Teresa Padilla Macedo y Ing. Ericka Nayda Perales Dominguez y el (la) asesor(a) Ing. Gerardo Acuña Núñez

con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulado: "Insectos visitantes florales de *Phytelephas macrocarpa* (Arecaceae), una palma dioica al noroeste de la Amazonia peruana"

del(los) bachiller(es): a) Sandro Alexander Ramírez Castillo

b)

c)

conducente a la obtención del título profesional de:

Ingeniero Ambiental

(Denominación del TÍTULO Profesional)

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Bachiller-(a): Sandro Alexander Ramírez Castillo

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
APROBADO	17	B+	Muy Bueno	Sobresaliente

Bachiller -(b):

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

Bachiller -(c):

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

Presidente/a

Secretario/a

Asesor/a

Miembro

Miembro

Bachiller (a)

Bachiller (b)

Bachiller (c)

Índice

Resumen	5
Introducción	6
Materiales y métodos	8
Resultados	12
Discusión	18
Agradecimientos	21
Bibliografía	21

Insectos visitantes florales de *Phytelephas macrocarpa* (Arecaceae), una palma dioica al noroeste de la Amazonia peruana

Insect floral visitors of *Phytelephas macrocarpa* (Arecaceae), a dioecious palm in the north-western Peruvian Amazon

Resumen

Phytelephas macrocarpa es una palma dioica que carece de estudios sobre la entomofauna que visita sus flores en la zona de la Amazonia occidental. En este estudio se identificaron los insectos visitantes y su interacción con las inflorescencias de *Phytelephas macrocarpa* en dos localidades al noroeste de la Amazonia peruana. Adicionalmente, se determinó la riqueza y abundancia de estos artrópodos. Durante un año, se recolectaron tres inflorescencias masculinas y femeninas con sus insectos visitantes para su identificación. Durante la antesis, se observó de manera directa las interacciones de los insectos con las inflorescencias. Además, se obtuvo el índice de diversidad a través Shannon-Wiener y se evaluó la preferencia de los insectos por cada palmera mediante el análisis de similitud (ANOSIM) y el análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS). Se registraron 28 106 insectos distribuidos en 27 especies, donde *Amazoncharis* sp., *Aleochara* sp. y *Anchylorhynchus* sp. fueron las más abundantes. También se reconoció que 12 especies actuaron como polinizadoras, 10 como polinívoras y 5 como saprófagas. El índice de Shannon-Wiener resultó bajo para las dos localidades ($H' < 3$), así como el NMDS demostró que no existe diferencia en la composición de especies de ambas poblaciones.

Palabras clave: Arecaceae, Phytelepheaee, Dioecia, Dimorfismo sexual, Insecta, Coleoptera.

Abstract

Phytelephas macrocarpa is a dioecious palm that lacks studies on the entomofauna that visits its flowers in the western Amazon region. In this study, we identified the visiting insects and their interactions with the inflorescences of *Phytelephas macrocarpa* in two locations in the northwestern Peruvian Amazon. Additionally, we determined the richness and abundance of these arthropods. During one year, we collected three male and female inflorescences with their visiting insects for identification. During anthesis, we directly observed the interactions between insects and inflorescences. Furthermore, we obtained the diversity index through Shannon-Wiener and insect preference for each palm was evaluated using similarity analysis (ANOSIM) and non-metric multidimensional scaling (NMDS). We registered 28,106 insects distributed across 27 species, where *Amazoncharis* sp., *Aleochara* sp., and *Anchylorhynchus* sp. were the most abundant. Also, we recognized that 12 species acted as pollinators, 10 as pollen feeders, and 5 as saprophages. The Shannon-Wiener index was low for both

locations ($H' < 3$), and NMDS demonstrated no difference in species composition between the two populations.

Keywords: Arecaceae, Phytelephea, Dioecious, Sexual dimorphism, Insecta, Coleoptera.

INTRODUCCIÓN

Las palmeras (Arecaceae) son una familia conformada por plantas conspicuas y fácilmente reconocibles, que tienen una importancia ecológica en las comunidades vegetales en las que se desarrollan (COUVREUR & BAKER, 2013). Presentan hábitos que van desde trepadoras hasta formas acaulescentes y arborescentes (DRANSFIELD *et al.*, 2008), y con una gran variabilidad en la expresión de sus estructuras reproductivas (TOMLINSON, 1990, 2006).

Alrededor del 80 % de palmeras monoicas o dioicas, producen órganos reproductivos relacionados a un solo sexo (WEIBLEN *et al.*, 2000). La dioecia parece ser una tendencia en las palmeras neotropicales, siendo dominante en Calamoideae y Ceroxyloideae, donde el dimorfismo sexual presenta una diferencia en el tamaño y el aspecto de las inflorescencias masculinas y femeninas (HENDERSON, 1986, 2002; ERVIK *et al.*, 1999; BARFOD *et al.*, 2011; NADOT *et al.*, 2016).

La anatomía y la forma de las inflorescencias se han adaptado para atraer a diferentes insectos visitantes florales (HENDERSON, 2002). La mayoría de inflorescencias estaminadas son grandes y producen gran cantidad de flores con abundante polen (SCHMID, 1970; DRANSFIELD *et al.*, 2008), permitiendo que los insectos visitantes las utilicen como sitios de cría y refugio durante una parte de su ciclo reproductivo (DUFAYĚ *et al.*, 2003; NÚÑEZ-AVELLANEDA *et al.*, 2005). También recompensan a los insectos visitantes con aromas florales, calor termogénico, néctar, polen y tejidos comestibles, de manera que también afectan la eficiencia reproductiva de las flores y establecen una relación antagónica (ANDERSON, 1993; HOWARD *et al.*, 2001; DE MEDEIROS *et al.*, 2019). Por otro lado, las inflorescencias pistiladas ofrecen casi nula o poca recompensa para los insectos visitantes (RÍOS *et al.*, 2014; BARBOSA *et al.*, 2020).

A pesar de que las inflorescencias atraen a numerosos grupos de insectos, solo unos pocos son polinizadores efectivos (NÚÑEZ-AVELLANEDA & ROJAS-ROBLES, 2008). La mayoría de los insectos que visitan las flores se asocian con las inflorescencias masculinas y no transportan el polen de la misma especie o rara vez entran en contacto con flores femeninas receptivas (NÚÑEZ-AVELLANEDA & CARREÑO-BARRERA, 2013; NÚÑEZ-AVELLANEDA *et al.*, 2015).

Las características del polen suave y monosulcado observadas en estudios anteriores, habían conducido a la hipótesis de que la polinización de las palmeras estaba asociada al síndrome de anemofilia (ANDERSON *et al.*, 1988; BARFOD *et al.*, 2011). Sin embargo, se estima que el 80 % de las palmeras son polinizadas por insectos que llevan el polen desde las anteras hasta el estigma, por medio

de tres síndromes de polinización: cantarofilia, melitofilia y miofilia (HENDERSON, 1986; BARFOD *et al.*, 2011). Las palmeras generalmente son polinizadas por pequeños gorgojos de la tribu Derelomini o pequeños Nitidulidae del género *Mystrops*. Ambos grupos de escarabajos son exclusivos en las inflorescencias de esta familia, donde se agrupan para alimentarse y reproducirse (HENDERSON, 1986). Esta relación ha sugerido una posible coevolución entre este grupo de plantas y los gorgojos (BARFOD *et al.*, 1987).

Diferentes estudios concluyeron que varios grupos de insectos facilitan la polinización en la tribu Phytelpeae (BARFOD *et al.*, 1987, 2011; BARFOD, 1991). Entre estos, los escarabajos de las familias Staphylinidae, Nitidulidae y Curculionidae perforan por completo el receptáculo durante la antesis y ovipositan en inflorescencias masculinas, a diferencia de los escarabajos de la familia Baridinae, que tienen preferencia por las inflorescencias femeninas (BARFOD & UHL, 2001; ERVIK, 1993). Asimismo, se ha observado que la polinización en esta tribu se lleva a cabo por Staphylinidae depredadores que se alimentan del polen (BERNAL & ERVIK, 1996).

Las inflorescencias de las especies del género *Phytelephas* son visitadas por miles de insectos (BARFOD *et al.*, 2011), donde los grupos de mayor importancia, que visitan tanto flores pistiladas como estaminadas, son *Phyllotrox* (Derelomini) y *Mystrops* (Nitidulidae), siendo los primeros lo más frecuentes (BARFOD *et al.*, 1987).

La palmera *Phytelephas macrocarpa* Ruiz & Pavón es de gran importancia socioeconómico y cultural para las comunidades rurales, quienes emplean sus hojas para la construcción, consumen los frutos maduros y las semillas inmaduras, así como aprovechan las fibras y las semillas maduras para la elaboración de herramientas y artesanías (COSTA *et al.*, 2006; PANIAGUA-ZAMBRANA *et al.*, 2014). En el Perú es conocida comúnmente como “yarina” o “poloponta” (KAHN & MOUSSA, 1994; SMITH, 2015), y así como otras especies de la tribu Phytelpeae, se caracteriza por presentar un fuerte dimorfismo floral (DRANSFIELD *et al.*, 2008). Las inflorescencias estaminadas son grandes y vistosas, a diferencia de las pistiladas que son más pequeñas y menos visibles (BARFOD, 1991; AUFRAY *et al.*, 2023). Ambos sexos emanan aromas florales tipo anisado y aumentan gradualmente su temperatura (termogénesis), siendo las masculinas las que se enfrían después de la antesis, mientras que las femeninas producen calor durante varios días (ERVIK *et al.*, 1999; PINCEBOURDE *et al.*, 2016). Estas condiciones hacen que las inflorescencias sean muy atractivas para la visita de innumerables tipos de insectos (ERVIK & BARFOD, 1999).

En los últimos años, los trabajos sobre biología y fenología reproductiva en palmeras con potencial han aumentado, centrándose en comprender la evolución de sus estrategias reproductivas y los aspectos relacionados directa o indirectamente con el éxito reproductivo de este grupo de plantas (DAFNI, 1992; NÚÑEZ-AVELLANEDA & ROJAS-ROBLES, 2008; BARFOD *et al.*, 2011). Sin

embargo, a pesar la importancia ecológica y evolutiva, la polinización entomofílica de las palmeras, solo se dispone de información para un limitado número de especies (HENDERSON 1986, HENDERSON 2002; BARFOD *et al.*, 2011).

P. macrocarpa es una de las especies que no cuenta con estudios detallados sobre su biología reproductiva en la Amazonia peruana (ERVIK *et al.*, 1999; BARFOD *et al.*, 2011; URETA *et al.*, 2014). Reconocer los insectos y su relación con las estructuras florales resulta de gran interés para el manejo de esta planta económicamente importante, que se encuentra en las áreas fragmentadas de las estribaciones de los Andes, sobre bosques inundables de tierras bajas y bosques estacionalmente secos (BTES) (BARFOD, 1991; GARCÍA-VILLACORTA; 2009; MEJÍA *et al.*, 2014). Además, estos estudios permiten entender el proceso de la historia evolutiva de la palmera con sus polinizadores (BERNAL & ERVIK, 1996).

Dentro de este contexto y para contribuir con información que pueda ser aplicada en estrategias de manejo y conservación de los rodales nativos, el presente estudio tuvo como objetivo identificar los insectos visitantes florales de *P. macrocarpa* en el noroeste de la Amazonia peruana, así como determinar la riqueza y abundancia de la entomofauna relacionada, y describir los aspectos de la interacción insecto-inflorescencia.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La investigación se realizó entre febrero de 2023 y febrero de 2024, la zona de estudio se sitúa en la provincia de San Martín, al noroeste de la Amazonia peruana. La colecta de las muestras se realizaron en: Bello Horizonte (357223E, 9277507S, 305 m snm), que se ubica en el distrito de La Banda de Shilcayo y está constituido por bosques secos tropicales (300-600 m) y bosques húmedos premontanos tropicales (600-1200 m), que están siendo amenazados por el incremento de cultivos permanentes, pastizales y sistemas agroforestales (GORESAM & PEHCBM, 2010); Shapaja (364623E, 9271199S, 302 m snm), que se encuentra en las laderas del margen derecho del río Huallaga y está conformado por bosques estacionalmente secos con una cobertura vegetal de bosque de montaña (300-800 m) (LINARES-PALOMINO *et al.*, 2022), los cuales están siendo remplazados por chacras para fines de ganadería y agricultura (GORESAM & PEHCBM, 2010).

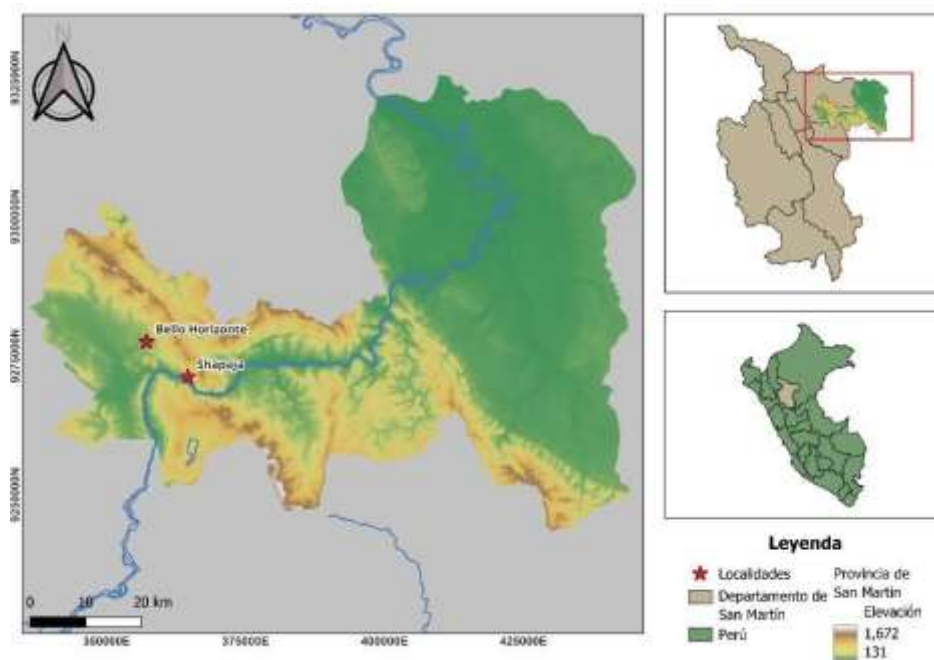


Fig. 1. Ubicación de las localidades de muestreo.

Fig. 1. Location of sampling locations.

Especie de estudio

Phytelphas macrocarpa es una palmera dioica, de caule generalmente corto, con tallos solitarios o raramente agrupados que alcanzan hasta 2 m de altura y cerca de 30 cm de diámetro. Cada palmera presenta de 12 a 20 hojas pinnadas, distribuidas en 42 a 95 segmentos por lado y dispuestos en un mismo plano (Fig. 2A; HENDERSON, 1995). Las inflorescencias se ubican de manera interfoliar, están conformadas por flores unisexuales y están protegidas por brácteas coriáceas que las acompañan hasta el momento de fructificación. Las inflorescencias masculinas son largas, carnosas y con forma cilíndrica que llegan a medir hasta 70 cm de longitud, cubiertas de numerosas flores con cientos de estambres dispuestos a lo largo del raquis (Fig. 2B); mientras que las inflorescencias femeninas son cortas y compactadas, de aproximadamente 25 cm de longitud, y contienen de 6–50 flores (Fig. 2C; ERVIK *et al.*, 1999; OTCA, 1997).

En el Perú se distribuye en los departamentos de Loreto, San Martín, Amazonas, Huánuco y Junín (OTCA, 2000), particularmente en terrenos accidentados de bosques húmedos, dentro de bosques de tahuampa e incluso en bosques tropicales estacionalmente secos (BARFOD, 1991; FLORES, 1997; MEJÍA *et al.*, 2014). Se encuentran individuos aislados o agrupados en rodales naturales, siendo conocido este comportamiento como bosque de yarinal (HAYNES & MCLAUGHLIN, 2000; SMITH, 2015) (Fig. 2D).



Fig. 2. *Phytelephas macrocarpa*. (A) Individuo adulto de *P. macrocarpa*, (B) Inflorescencia masculina con presencia de insectos del orden Hymenoptera, (C) Inflorescencia femenina en antesis floral, (D) Formación de un “Yarinal”.

Fig. 2. *Phytelephas macrocarpa*. (A) Adult individual of *P. macrocarpa*, (B) Male inflorescence with presence of insects of the order Hymenoptera, (C) Female inflorescence in floral anthesis, (D) “Yarinal” vegetal formation.

Colecta e identificación de los visitantes florales

En cada localidad, se seleccionaron aleatoriamente seis individuos adultos de *P. macrocarpa*, de los cuales tres fueron con inflorescencias masculinas y tres con inflorescencias femeninas que se encontraba en periodo de antesis. La

recolección de las inflorescencias se realizó siguiendo la metodología utilizada por NÚÑEZ-AVELLANEDA (2014), la cual implica cortar completamente las inflorescencias y colocarlas en bolsas plásticas de 50x60 cm. Adicionalmente, a cada bolsa se le añadió una torunda de algodón impregnada con acetona para inmovilizar a los insectos.

Las inflorescencias contenidas en las bolsas fueron trasladados inmediatamente al laboratorio del Instituto de Investigación de la Amazonia Peruana, posteriormente, los insectos fueron extraídos de cada inflorescencia para ser separados y contabilizados con la ayuda de un estereoscopio. Una vez agrupados, los insectos se almacenaron con alcohol 70% y se etiquetaron con información de su lugar procedencia y el sexo de la palmera.

La identificación y clasificación de los insectos fue hasta el nivel taxonómico más específico posible, para lo cual se utilizaron claves dicotómicas a nivel de orden, para Coleoptera (KLIMASZEWSKI & WATT ,1997), Hymenoptera (RASMUSSEN & DELGADO, 2009) y Diptera (BUCK *et al.*, 2009). Además, se empleó la identificación y clasificación de estudios similares desarrollados por GUERRERO-OLAYA & NÚÑEZ-AVELLANEDA (2017), GUERRERO-OLAYA *et al.*, (2018) y NIÑO-PÉREZ & NÚÑEZ-AVELLANEDA (2018).

De los insectos identificados, un ejemplar de cada especie fue depositado en la Colección de “URKU ESTUDIOS AMAZONICOS”, institución científica depositaria de Material Biológico mediante el permiso otorgado por la Autoridad Regional Ambiental (RD N° 136-2024/GRSM/ARASM/DGFFS).

Visitantes floreales y polinizadores

Durante las salidas al campo, se realizaron observaciones directas del comportamiento de los visitantes sobre las inflorescencias masculinas y femeninas de *P. macrocarpa*, para ello se tuvo en cuenta su permanencia en las flores y su aprovechamiento como recurso alimenticio y lugar de reproducción.

Se modificó la clasificación propuesta por NÚÑEZ-AVELLANEDA & ROJAS (2008), en donde categorizaban a los insectos en las siguientes relaciones funcionales:

- Polinívoros (Insectos de estado larval a adulto que se alimentan del polen de la palma).
- Saprófagos (Se alimentan de tejidos en descomposición de la flor causado por hongos).
- Polinizadores (Muestran adherencia de polen al cuerpo e interactúan tanto con las inflorescencias masculinas como femeninas).

Abundancia de los visitantes florales

Para determinar la abundancia, se registraron todos los individuos encontrados en cada tipo de inflorescencia. Las especies de insectos fueron categorizados

como muy abundante (más de 200 individuos), abundante (entre 101 y 200 individuos), poco común (entre 11 y 100 individuos), esporádico (entre 1 y 10 individuos) y ausente cuando no se encontraron visitantes en alguna de las inflorescencias.

Análisis de datos

Para reconocer la preferencia de los insectos por las inflorescencias masculinas o femeninas, se realizó una matriz de presencia/ausencia por especie y localidad. Se determinó el nivel de riqueza según el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), para representar la diversidad de una comunidad basada en los aspectos de cantidad de especies presentes y su abundancia, de manera que permite medir el nivel de incertidumbre relacionado con la selección aleatoria de un individuo dentro de la comunidad (MORENO, 2001).

También se realizó un análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) para probar las diferencias en la composición de los visitantes florales entre las localidades estudiadas. Para ello, se construyó una matriz de presencia/ausencia para las especies de visitantes florales, calculada mediante el índice de diversidad de Jaccard. Luego se aplicó un test de permutación no paramétrico (ANOSIM) utilizando el índice de Jaccard con 999 permutaciones, para probar la significancia de los grupos formados por NMDS (HAMMER *et al.*, 2001). Se obtuvieron los valores de p y R para mostrar los patrones de similitud entre la composición de insectos y las diferentes áreas muestreadas. Los análisis fueron realizados usando el programa R software versión 4.3.1 (R Development Core Team 2023).

RESULTADOS

Se registraron un total de 28 106 insectos visitantes florales de *P. macrocarpa* que se distribuyeron en 27 especies, de las cuales 12 especies fueron identificadas como polinizadoras, 10 como polinívoras y 5 como saprófagas (Tabla I). Entre las inflorescencias masculinas de ambas localidades se contabilizaron 27 509 individuos, distribuidos en 23 especies, en cambio, en las femeninas se encontraron 597 individuos distribuidos en 15 especies.

Los órdenes más diversos fueron Coleoptera con 15 especies e Hymenoptera con 7 especies. Así mismo, las familias con mayor número de especies fueron Staphylinidae y Apidae, para Coleoptera e Hymenoptera respectivamente, ambas con 5 especies. Mientras que las especies más abundante fueron *Amazoncharis* sp. (23 541 individuos), *Aleochara* sp. (1 481 individuos) y *Anchylorhynchus* sp. (820 individuos) (Fig. 3).

Tabla I. Composición de insectos visitantes florales de *Phytelephas macrocarpa*. Abundancia: (***) = Muy abundante (>200), (**) = Abundante (200-101), (*) = Poco Común (100-11), (+) = Esporádico (10-1), y (-) = Ausente. Tipo de asociación de visitantes florales: Polinívoros (POV), Saprófagos (SAP) y Polinizadores (POZ).

Table I. Composition of floral visitor insects of *Phytelephas macrocarpa*. Abundances: (***) = Highly abundant (>200), (**) = Abundant (200-101), (*) = Rare (100-11), (+) = Sporadic (10-1), and (-) = Absent. Type of floral visitor association: Polynivores (POV), Saprophages (SAP) and Pollinators (POZ).

N°	ORDEN Familia Género Especie	Localidades				Comportamiento
		Shapaja		Bello Horizonte		
		Masculino (♂)	Femenino (♀)	Masculino (♂)	Femenino (♀)	
HYMENOPTERA						
1	sp.	+	-	+	-	POZ
Apidae						
2	<i>Apis mellifera</i> (Linnaeus, 1758)	+	-	-	-	POZ
3	<i>Trigona</i> sp.	-	-	+	-	POZ
4	<i>Oxytrigona</i> sp.	-	*	***	-	POZ
5	<i>Melipona</i> sp.1	**	-	-	-	POZ
6	<i>Melipona</i> sp.2	+	-	-	-	POZ
Formicidae						
7	<i>Ectatomma tuberculatum</i> (Olivier, 1792)	-	+	-	-	POV
COLEOPTERA						
Chrysomelidae						
8	<i>Imatidium</i> sp.1	+	+	-	-	POV
9	<i>Imatidium</i> sp.2	+	+	*	+	POV
Curculionidae						
10	<i>Anchylorhynchus</i> sp.	**	*	***	*	POZ
11	<i>Baridinae</i> sp.	+	-	***	-	POZ
12	<i>Parisochoenus</i> sp.	+	-	-	+	POZ
13	<i>Phyllotrox</i> sp.	*	*	*	+	POZ
Histeridae						
14	sp.	*	-	+	-	POV
Nitidulidae						
15	<i>Mystrops</i> sp.	**	**	***	**	POZ
Scarabaeidae						
16	<i>Cyclocephala amazona</i> (Linnaeus, 1767)	+	-	+	+	POV
17	<i>Cyclocephala</i> sp.	-	+	-	-	POV
Staphylinidae						
18	<i>Aleochara</i> sp.	***	*	**	*	POZ
19	<i>Amazoncharis</i> sp.	***	-	***	-	POV
20	<i>Athetini</i> sp.	*	-	*	-	POV
21	<i>Lithocharis</i> sp.	+	-	+	-	POV
22	<i>Paederini</i> sp.	-	-	*	-	POV
DIPTERA						

23	sp.	-	+	-	-	SAP
Drosophilidae						
24	<i>Drosophila</i> sp.	*	+	**	+	SAP
Tephritidae						
25	sp.1	*	-	*	+	SAP
26	sp.2	+	-	-	-	SAP

BLATTODEA

Blattellidae

27	sp.	-	+	-	-	SAP
----	-----	---	---	---	---	-----

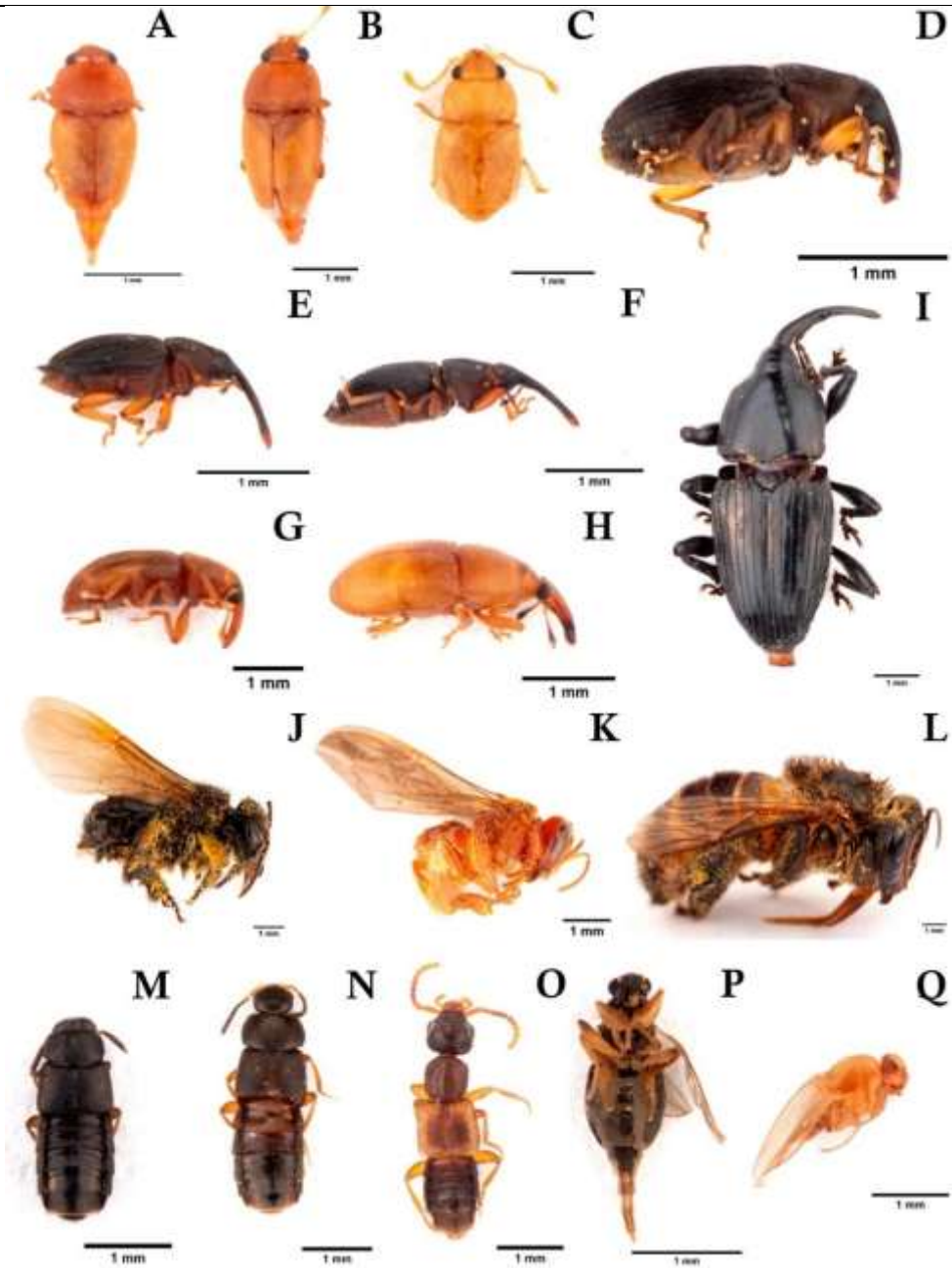


Fig. 3. Insectos encontrados en las inflorescencias de *Phytelephas macrocarpa*: (A-C) *Mystrops* sp., (D-I) Curculionidae, (J) *Trigona* sp., (K) *Oxytrigona* sp., (L) *Apis mellifera*, (M-O) Staphylinidae, (P) Tephritidae, (Q) *Drosophila* sp.

Fig. 3. Insects found in the inflorescences of *Phytelephas macrocarpa*: (A-C) *Mystrops* sp., (D-I) Curculionidae, (J) *Trigona* sp., (K) *Oxytrigona* sp., (L) *Apis mellifera*, (M-O) Staphylinidae, (P) Tephritidae, (Q) *Drosophila* sp.

En la localidad de Shapaja se registraron 25 especies de insectos, donde *Aleochara* sp. y *Amazoncharis* sp. fueron los más abundantes. El orden Coleoptera tuvo mayor diversidad con 14 especies, seguido del orden Hymenoptera con 6 especies.

Así mismo, se identificaron 20 especies asociadas a las inflorescencias masculinas (Fig. 4A), donde el orden Coleoptera fue el más abundante (13 spp.). Del mismo modo, las familias con mayor número de especies fueron Curculionidae y Staphylinidae (4 spp. cada una), seguido de Apidae (3 spp.). En cambio, en las inflorescencias femeninas se identificaron 12 spp. de insectos (Fig. 4B), siendo igualmente Coleoptera el más diverso (7 spp.). Las familias de Chrysomelidae y Curculionidae fueron las sobresalientes con 2 spp. cada una, mientras que la familia Blattellidae fue un registro único, con un individuo. En ambos tipos de inflorescencias se registraron las especies de *Imatidium* sp. 1, *Imatidium* sp. 2, *Anchylorhynchus* sp., *Phyllotrox* sp., *Mystrops* sp., *Aleochara* sp. y *Drosophila* sp.

Por otro lado, en la localidad de Bello Horizonte se registraron 18 especies de insectos, donde *Amazoncharis* sp. y *Anchylorhynchus* sp. presentaron mayor abundancia. El orden Coleoptera fue el más diverso con 13 especies, seguido de Hymenoptera con 3 especies.

En esta localidad se identificaron 17 especies asociadas a las inflorescencias masculinas (Fig. 4C), donde Coleoptera fue el más abundante (12 spp.). Asimismo, las familias con mayor número de especies fueron Staphylinidae (5 spp.) y Curculionidae (3 spp.). Por el contrario, en las inflorescencias femeninas se registraron 9 especies de insectos (Fig. 4D), donde Coleoptera también se destacó como el más representativo (7 spp.). La familia Curculionidae presentó mayor número de especies (3 spp.). En ambos tipos de inflorescencias se registraron las especies de *Imatidium* sp. 2, *Anchylorhynchus* sp., *Phyllotrox* sp., *Mystrops* sp., *Cyclocephala amazona*, *Aleochara* sp., *Drosophila* sp. y Tephritidae sp.

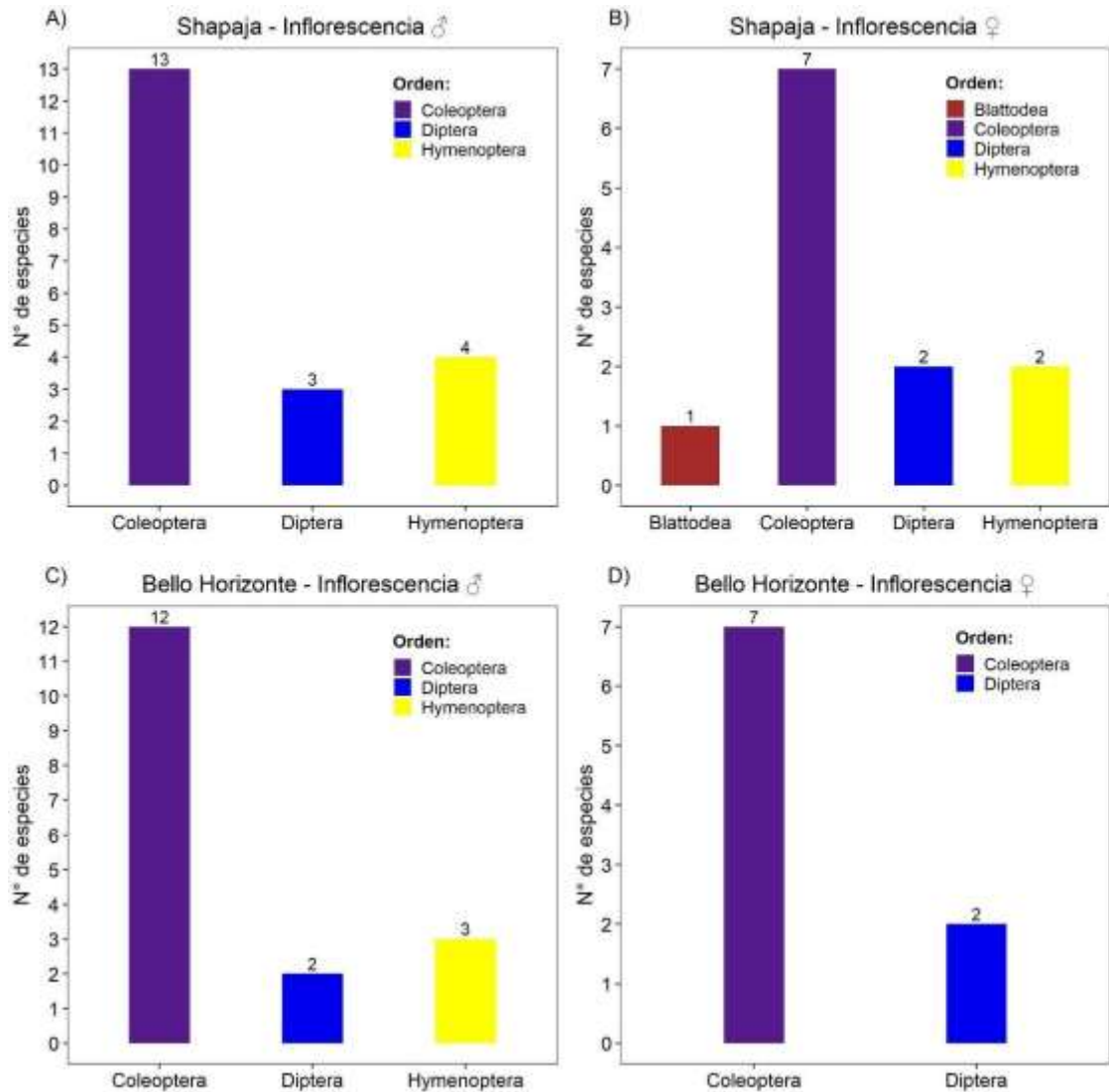


Fig. 4. Riqueza de especies por Orden taxonómico. (A) Localidad de Shapaja - Inflorescencia Masculina, (B) Localidad de Shapaja – Inflorescencia Femenina, (C) Localidad de Bello Horizonte - Inflorescencia Masculina, (D) Localidad de Bello Horizonte – Inflorescencia Femenina.

Fig. 4. Species richness by taxonomic order. (A) Shapaja Locality - Male Inflorescence, (B) Shapaja Locality - Female Inflorescence, (C) Bello Horizonte Locality - Male Inflorescence, (D) Bello Horizonte Locality - Female Inflorescence.

El Índice de Shannon-Wiener (H') resultó ser bajo en cada localidad, para Shapaja se obtuvo 1.63, mientras que para Bello Horizonte 0.48 (Fig. 5).

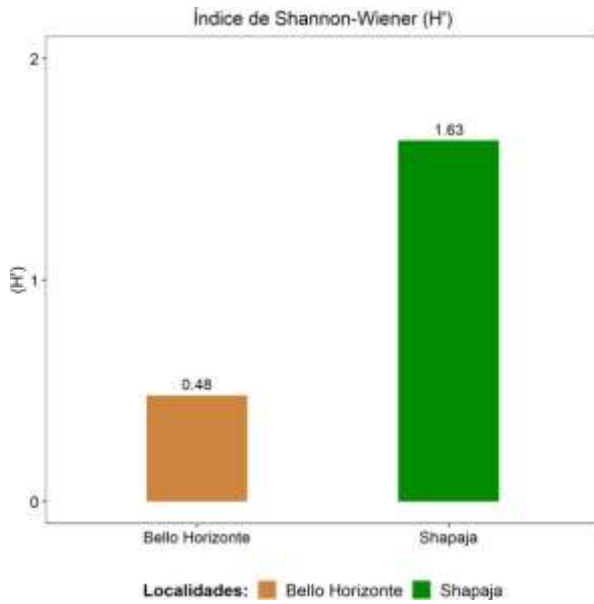


Fig. 5. Grafica representativa para el Índice de Shannon-Wiener (H').

Fig. 5. Representative graph for the Shannon-Wiener Index (H').

La composición de especies de insectos no mostro diferencias entre las localidades muestreadas, (Stress = 0.120, $r = 0.009$, $p = 0.486$) (Fig. 6).

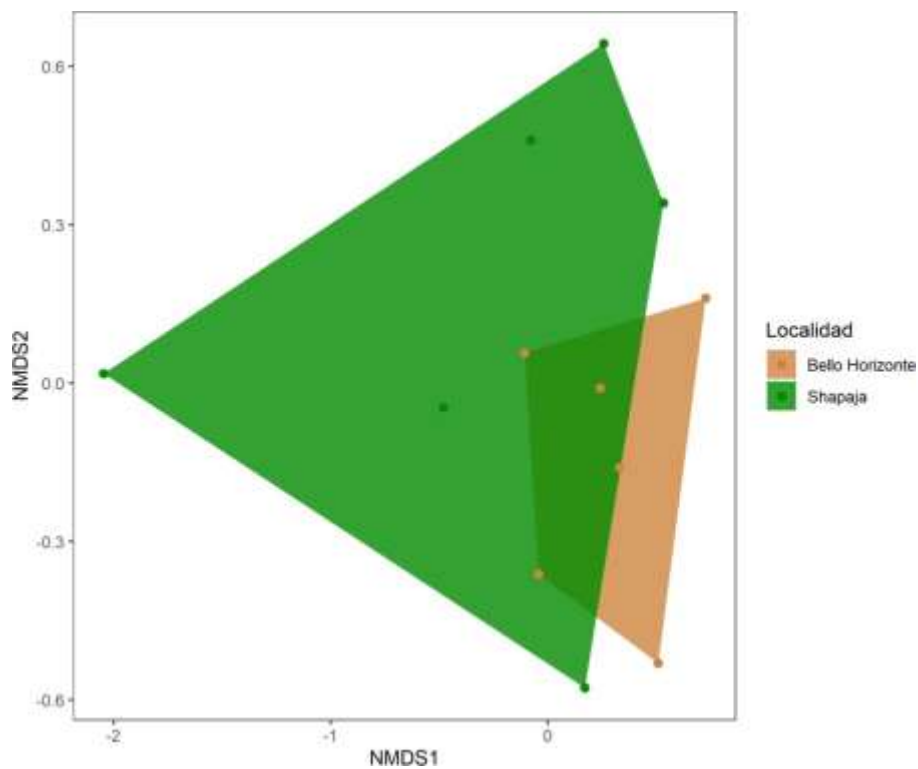


Fig. 6. Escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) entre localidades.

Fig. 6. Non-metric multidimensional scaling (NMDS) between locations.

DISCUSIÓN

Los resultados evidencian que las inflorescencias de *Phytelephas macrocarpa* presentan alta diversidad de insectos visitantes florales (27 especies) al igual que lo reportado en otros estudios de palmeras del neotrópico, como son los casos de *Oenocarpus balickii* y *O. minor*, ambas fueron visitadas por 33 especies (NÚÑEZ-AVELLANEDA, 2015), *Astrocaryum mexicanum* por 29 especies (BÚRQUEZ *et al.*, 1987), *Phytelephas seemannii* por 26 (BERNAL & ERVIK, 1996) y *Attalea allenii* por 21 (NÚÑEZ-AVELLANEDA *et al.*, 2005), y finalmente *Phytelephas aequatorialis* por 62 (PALACIOS *et al.*, 2021). Aunque la metodología de muestreo difiere entre estudios, los datos indican que las inflorescencias de *P. macrocarpa* son particularmente diversas en cuanto a sus visitantes florales.

La comunidad de visitantes florales de *P. macrocarpa* está conformada principalmente por insectos del orden Coleoptera, Hymenoptera y Diptera, y sigue el patrón de atracción ya reportado en otras palmeras neotropicales como *Butia leptospatha*, *Syagrus loefgrenii*, *Asterogyne martiana*, *Attalea speciosa*, *Oenocarpus balickii*, *O. minor*, *Astrocaryum mexicanum* y *Attalea allenii* (HENDERSON, 1986; SILBERBAUER-GOTTSBERGER, 1990; NÚÑEZ-AVELLANEDA, 2015; BÚRQUEZ *et al.*, 1987; NÚÑEZ-AVELLANEDA *et al.*, 2005). Este resultado coincide con estudios sobre la tribu Phytelephea, donde especies como *P. seemannii*, *P. aequatorialis* y un primer estudio en *P. macrocarpa*, reportan la cantarofilia como el principal síndrome de polinización y destacan a las familias Staphylinidae, Curculionidae y Nitidulidae del orden Coleoptera, como los principales visitantes (BARFOD & BALSLEV, 1987; ERVIK *et al.*, 1999; BERNAL & ERVIK, 1996; PALACIOS *et al.*, 2021), tanto la forma como el tamaño de las inflorescencias en Arecaceae se han adaptado para atraer a un mayor número de insectos debido a la gran cantidad de flores con abundante polen (HENDERSON, 2002; SCHMID, 1970). Estas interacciones respaldan la hipótesis de GUERRERO-OLAYA & NÚÑEZ-AVELLANEDA (2017), quienes indican que las palmeras congenéricas tienden a compartir el mismo síndrome de polinización por el mismo grupo de insectos.

Si bien la riqueza de visitantes florales es mayor en las inflorescencias masculinas que en las femeninas, la composición en *P. macrocarpa* no demostró mayor variación, esto sucede ya que las inflorescencias masculinas brindan néctar, polen, tejidos comestibles y permiten que las usen como sitios de reproducción y refugio durante su ciclo de vida (ANDERSON, 1993; HOWARD *et al.*, 2001; DE MEDEIROS *et al.*, 2019; DUFAY *et al.*, 2003; NÚÑEZ-AVELLANEDA *et al.*, 2005). Para AUFFRAY *et al.* (2017) la similitud en la composición de insectos podría ser evidencia de un mecanismo que asegura la polinización eficiente en las palmeras dioicas. En el caso de las inflorescencias femeninas del género *Phytelephas*, el automimetismo es un mecanismo crucial y estratégico para imitar el aroma de las inflorescencias masculinas y así poder atraer a sus polinizadores (ERVIK *et al.*, 1999). En particular, el mimetismo de *P.*

macrocarpa no solo se limita al aroma floral, sino que también incluye el proceso de termogénesis, el cual está presente en ambos tipos de inflorescencias (BARFOD & BALSLEV, 1987).

Las inflorescencias masculinas de *P. macrocarpa* son las que presentan mayor abundancia de insectos visitantes que las inflorescencias femeninas en ambas localidades, este mismo comportamiento se observó en las especies de *P. seemannii* (BERNAL & ERVIK, 1996) y *P. aequatorialis* (PALACIOS et al., 2021). ERVIK et al. (1999) consideran que este patrón se debe a que los insectos, principalmente del orden Coleoptera (VALENCIA, 2013; ERVIK et al., 1999), son atraídos por el p-metilanisol, un compuesto volátil que está presente en las inflorescencias masculinas del género *Phytelephas*. Otro aspecto que también influye en la abundancia de insectos de las inflorescencias masculinas, es que estas poseen un área y un volumen mayor que las inflorescencias femeninas (ESSENBERG, 2013), lo cual se ve reflejado en las miles de flores estaminadas con estambres llenos de polen, mientras que las pistiladas alcanzan un aproximado de 50 flores (PINCEBOURDE et al., 2016).

Así mismo, la baja abundancia de insectos en las inflorescencias femeninas de *P. macrocarpa* se debe a que ofrecen una mínima o casi nula recompensa, ya que no producen néctar y no cuentan con estructuras que puedan ser utilizadas como alimento o como lugar para reproducción y oviposición (SILBERBAUER-GOTTSBERGER, 1990; ERVIK et al., 1999). Mientras que estas condiciones son mejor aprovechadas por los insectos en las inflorescencias masculinas debido a que proporcionan abundante polen y un tejido vegetal adecuado para la construcción de cámaras de oviposición en el raquis de la inflorescencia (ERVIK et al., 1999).

El orden Coleoptera es el que presenta mayor riqueza y abundancia, a diferencia de los otros órdenes, por lo que se considera como el principal grupo de polinizadores, específicamente los que pertenecen a las familias Curculionidae (*Anchylorhynchus* sp. y *Phyllotrox* sp.), Nitidulidae (*Mystrops* sp.), y Staphylinidae (*Aleochara* sp.). Otro estudio realizado en *P. seemannii*, identifican a los insectos del género *Amazoncharis* como potenciales polinizadores (VALENCIA, 2013). Sin embargo, en este estudio se reconoció que *Amazoncharis* sp. aprovecha gran parte de la inflorescencia masculina para la construcción de cámaras de oviposición y para alimentarse, por lo que se considera como una especie polínivora al igual que el grupo de los Chrysomelidae, Histeridae, Scarabaeidae y Staphylinidae, a excepción de *Aleochara* sp.

Se ha observado también que la familia Apidae cumple un rol secundario en la polinización de las inflorescencias de *P. macrocarpa* como lo reportado por BERNAL & ERVIK (1996) para *P. seemannii* en Colombia. Si bien encontramos a algunos individuos en inflorescencias masculinas y evidenciamos cierta cantidad de polen en sus corbículas, esto no garantiza que sea transportado a las inflorescencias femeninas, por lo que las consideramos como polinizadores

secundarios; el tamaño y forma de vida de las especies de Apidae limita su visita a la zona exterior de las inflorescencias, que, a comparación de los Coleoptera, logran ingresar dentro de la inflorescencia femenina aumentando su probabilidad de aporte en la polinización (ERVIK 1993, BERNAL & ERVIK 1996).

Aunque la familia Tephritidae y Drosophilidae se registró en inflorescencias masculinas y femeninas, se considera que su presencia es mayor cuando la inflorescencia inicia su proceso de descomposición, no era notorio si contaban con cargas de polen, por lo que su aporte es insignificante y se le atribuye un rol saprófago; estas observaciones refuerzan lo mencionado por OLESEN & BALSLEV (1990) quienes indican que a pesar de ser uno de los insectos más abundantes entre las inflorescencias de Arecaceae, probablemente su rol como polinizador no sea tan sobresaliente a comparación de otras familias como Nitidulidae y Curculionidae.

A pesar de que Índice de Shannon-Wiener (H') es relativamente bajo, la localidad de Shapaja presenta mejor resultado respecto a diversidad a comparación de Bello Horizonte, por lo que consideramos que Shapaja presenta mayor equidad entre la riqueza y abundancia de especies, mientras que, en Bello Horizonte, la abundancia fue mayor a comparación de la riqueza, principalmente por parte de *Amazoncharis* sp. en las inflorescencias masculinas. La heterogeneidad ambiental, conformada por diversas comunidades vegetales en los bosques, se distinguen por una mayor cantidad de especies y una abundante presencia de insectos (PEREIRA DE SOUSA *et al.*, 2016), por lo que nuestras localidades de estudio, al encontrarse cerca de zonas agrícolas y de recreación, pueden estar influenciando en su baja diversidad de entomofauna.

Si bien la composición de especies de insectos no muestra diferencias entre ambas localidades, podemos atribuir la ausencia de diferencias significativas en la composición de especies de visitantes florales entre las localidades estudiadas a una serie de factores ecológicos que contribuyen a la homogeneidad en la distribución de la biodiversidad, la igualdad en cuanto a la composición de insectos se debe a la calidad, densidad, temporalidad y estructura del recurso vegetal, ya que ofrecen el mismo microhábitat necesario para su desarrollo (ALARCON *et al.*, 2014). Al tratarse de dos localidades poco distantes (9.73 km en línea recta) es posible que las condiciones ambientales sean similares, proporcionando hábitats adecuados y recursos alimenticios comparables para las especies de insectos. Además, la presencia de interacciones bióticas, como competencia interespecífica, depredación y mutualismo, puede estar equilibrada de manera similar tanto en la localidad de Shapaja como de Bello Horizonte, lo que resulta en una estructura de comunidad estable y consistente.

La conectividad entre hábitats también podría ser crucial, facilitando el flujo genético entre poblaciones de insectos y evitando la divergencia en la composición de especies (MATTEUCCI, 2010). Asimismo, factores históricos y la exposición a perturbaciones ambientales podrían haber llevado a una convergencia en la composición de especies a lo largo del tiempo. En conjunto,

estos procesos ecológicos podrían explicar la ausencia de diferencias en la composición de especies de insectos entre las localidades observadas en el estudio.

Esta investigación nos ha permitido identificar las especies de insectos visitantes florales de las inflorescencias de *Phytelephas macrocarpa* en las localidades de Shapaja y Bello Horizonte, al noroeste de la Amazonia peruana. Se registraron un total de 28 106 insectos, distribuidos en 27 especies, de las cuales 12 fueron identificadas como polinizadoras, 10 como polinívoras y 5 como saprófagas. La evaluación de la abundancia reveló que las inflorescencias masculinas atraen una mayor cantidad y diversidad de insectos en comparación con las femeninas, destacándose los órdenes Coleoptera e Hymenoptera. La relación entre los insectos y las inflorescencias mostró comportamientos específicos, con una notable preferencia por el polen y atracción por el p-metilanisol producido por las estructuras florales masculinas de *P. macrocarpa*. El índice de riqueza muestra valores relativamente bajos debido a la inequidad entre la riqueza y abundancia de especies, mientras que el análisis NMDS resalta ausencia de diferencias significativas en la composición de especies entre ambas localidades.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) por brindar la orientación, el espacio y los equipos necesarios para poder desarrollar la presente investigación, así como, al personal profesional: Ph. D. Ángel Alejandro Salazar Vega y Bach. Flavia Alexa Urbina Arévalo, y practicantes: Karlene Yupe Rosero, Danixa Alessandra Raygada Rengifo, Henry Alejandro Chavez Mori y Juan Caleb Gonzales Carrasco, gracias a ellos, el trabajo de campo y laboratorio fue mucho más productivo y eficiente; finalmente agradecemos a la Autoridad Regional Ambiental por los permisos correspondientes para el desarrollo de esta investigación.

BIBLIOGRAFÍA

ANDERSON, A.B., OVERAL, W.L., & HENDERSON, A., 1988. Pollination ecology of a forest-dominant palm (*Orbignya phalerata* Mart.) in northern Brazil. *Biotropica*, 192–205. <https://doi.org/10.2307/2388234>

ANDERSON, R.S., 1993. Weevils and plants: phylogenetic versus ecological mediation of evolution of host plant associations in Curculioninae (Coleoptera: Curculionidae). *Memoirs of the Entomological Society of Canada*, 125(165): 197–232. <https://doi.org/10.4039/entm125165197-1>

ALARCON, C.F.G. & IANNACONE, J., 2014. Artropofauna terrestre asociada a formaciones vegetales en el refugio de vida silvestre Pantanos de Villa, Lima, Perú. *The Biologist*, 12(2): 253–274.

AUFFRAY, T., MONTÚFAR, R., UQUILLAS, S.X.P., BARRAGÁN, A., PINCEBOURDE, S., GIBERNAU, M., & DANGLES, O., 2023. Fine-scale

temporal dynamics of flower visitors sheds light on insect-assemblage overlap between sexes in a dioecious Ecuadorian palm. *Biotropica*, 55: 256–267. <https://doi.org/10.1111/btp.13182>

AUFFRAY, T., FRÉROT, B., POVEDA, R., LOUISE, C., & BEAUDOIN-OLLIVIER, L., 2017. Diel patterns of activity for insect pollinators of two oil palm species (Arecaceae: Arecaceae). *Journal of Insect Science*, 17(2): 45.

BARBOSA, C.M., MAIA, A.C.D., MARTEL, C., REGUEIRA, J.C.S., NAVARRO, D.D.A., RAGUSO, R.A. & MACHADO, I.C., 2021. Reproductive biology of *Syagrus coronata* (Arecaceae): sex-biased insect visitation and the unusual case of scent emission by peduncular bracts. *Plant Biology*, 23(1): 100–110.

BARFOD A.S., HAGEN, M. & BORCHSENIUS, F., 2011. Twenty-five years of progress in understanding pollination mechanisms in palms (Arecaceae). *Annals of Botany* 108: 1503–1516. <http://dx.doi.org/10.1093/aob/mcr192>

BARFOD, A.S. & UHL, N.W., 2001. Floral development in *Aphandra* (Arecaceae). *American Journal of Botany*, 88(2): 185–195. <http://dx.doi.org/10.2307/2657009>

BARFOD, A.S., 1991. A monographic study of the subfamily Phytelphantoideae (Arecaceae). Copenhagen: Council for Nordic Publications in Botany.

BARFOD, A.S., HENDERSON, A., & BALSLEV, H., 1987. A Note on the Pollination of *Phytelphas microcarpa* (Palmae). *Biotropica*, 19(2): 191. <https://doi.org/https://doi.org/10.2307/2388747>

BERNAL, R. & ERVIK, F., 1996. Floral biology and pollination of the dioecious palm *Phytelphas seemannii* in Colombia: an adaptation to staphylinid beetles. *Biotropica*, 682–696. <https://doi.org/10.2307/2389054>

BUCK, M., WOODLEY, N.E., BORKENT, A., WOOD, D.M., PAPE, T., VOCKEROTH, J.R., MICHELSEN, V. & MARSHALL, S.A., 2009. Key to Diptera families - adults. In Manual of Central American Diptera: Vol. I. [https://www.researchgate.net/publication/283485514 Key to Diptera families adults](https://www.researchgate.net/publication/283485514_Key_to_Diptera_families_adults)

BÚRQUEZ, A., JOSE, S.K. & PEDROZA, A.L., 1987. Floral biology of a primary rain forest palm, *Astrocaryum mexicanum* Liebm. *Botanical journal of the Linnean Society*, 94(4): 407–419. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.1987.tb01058.x>

COSTA, M.L.D., RODRIGUES, S.F.S. & HOHN, H., 2006. Jarina: o marfim das biojóias da Amazônia. Rem: *Revista Escola de Minas*, 59: 367–371. <https://doi.org/https://doi.org/10.1590/s0370-44672006000400003>

COUVREUR, T.L. & BAKER, W.J., 2013. Tropical rain forest evolution: palms as a model group. *BMC biology*, 11: 1–4.

DAFNI, A., 1992. Pollination ecology: a practical approach. Oxford University Press.

- DE MEDEIROS, B.A., NÚÑEZ-AVELLANEDA, L.A., HERNANDEZ, A.M. & FARRELL, B.D., 2019. Flower visitors of the licuri palm (*Syagrus coronata*): brood pollinators coexist with a diverse community of antagonists and mutualists. *Biological Journal of the Linnean Society*, 126(4): 666–687.
- DRANSFIELD, J., UHL, N.W., ASMUSSEN, C.B., BAKER, W.J. & HARLEY, M.M., 2008. Genera Palmarum - The Evolution and Classification of the Palms
- DUFAÏ, M., HOSSAERT-MCKEY, M. & ANSTETT, M.C., 2003. When leaves act like flowers: how dwarf palms attract their pollinators. *Ecology letters*, 6(1): 28–34.
- ERVIK, F. & BARFOD, A., 1999. Thermogenesis in palm inflorescences and its ecological significance. *Acta Botanica Venezuelica*, 195–212.
- ERVIK, F., TOLLSTEN, L. & KNUDSE, J.T., 1999. Floral scent chemistry and pollination ecology in phytelephantoid palms (Arecaceae). *Plant Systematics and Evolution*, 217(3–4): 279–297. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/bf00984371>
- ERVIK, F., 1993. Notes on the phenology and pollination of the dioecious palms *Mauritia flexuosa* (Calamoideae) and *Aphandra natalia* (Phytelephantoideae) in Ecuador. *Animal–plant interactions in tropical environments*, 7–12.
- ESSENBERG, C.J., 2013. Explaining the effects of floral density on flower visitor species composition. *The American Naturalist*, 181(3): 344–356.
- FLORES, P.S., 1997. Cultivo de Frutales Nativos Amazónicos: Manual para el Extensionista.
- GARCÍA-VILLACORTA, R., 2009. Diversidad, composición y estructura de un hábitat altamente amenazado: los bosques estacionalmente secos de Tarapoto, Perú. *REVISTA PERUANA DE BIOLOGÍA*, 16(1): 81–92.
- GOESAM (GOBIERNO REGIONAL DE SAN MARTÍN) & PEHCBM (PROYECTO ESPECIAL HUALLAGA CENTRAL Y BAJO MAYO)., 2010. Propuesta de mesozonificación ecológica económica subcuena del Cumbaza. Tarapoto: Sistema Nacional de Información Ambiental - Ministerio del Ambiente.
- GUERRERO-OLAYA, N., CARREÑO, J. & NÚÑEZ-AVELLANEDA, L.A., 2018. Ensamblaje de gorgojos (Curculionidae) asociados a inflorescencias de *Syagrus sancona* (Kunth) H. Karsten (ARECACEAE), en un bosque de galería de la Orinoquia Colombiana. *Entomología Mexicana*, 5: 281–287.
- GUERRERO-OLAYA, N. & NÚÑEZ-AVELLANEDA, L.A., 2017. Ecología de la polinización de *Syagrus smithii* (Arecaceae), una palma cantarofila de la Amazonia Colombiana. *Revista Peruana de Biología*, 24(1). <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v24i1.13102>

HAMMER, O., HARPER, D. & RYAN, P., 2001. PAST: paquete de programas de estadística paleontológica para enseñanza y análisis de datos. *Palaeontol. Electrón*, 4(1), 4.

HAYNES, J. & MCLAUGHLIN, J., 2000. Edible Palms and their Uses. Institute of Food and Agriculture Sciences, University of Florida. https://www.researchgate.net/publication/242380543_Edible_Palms_and_Their_Uses_1

HENDERSON, A., 2002. Evolution and ecology of palms. The New York Botanical Garden Press.

HENDERSON, A., 1995. Field Guide to the Palms of the Americas (1st edición). Princeton University Press.

HENDERSON, A., 1986. A Review of Pollination Studies in the Palmae. *The Botanical Review*, 52(3): 221–259. <https://doi.org/10.1007/bf02860996>

HOWARD, F.W., MOORE, D., GIBLIN-DAVIS, R.M. & ABAD., R.G., 2001. Insects on Palms. Cabi.

KAHN, F. & MOUSSA, F., 1994. Las palmeras del Perú: colecciones, patrones de distribución geográfica, ecología, estatutos de conservación, nombres vernáculos, utilizaciones. Instituto Frances de Estudios Andinos.

KLIMASZEWSKI, J. & WATT, J.C., 1997. Coleoptera: family-group review and keys to identification (Landcare Research).

LINARES-PALOMINO, R., HUAMANTUPA-CHUQUIMACO, I., MARCELO-PEÑA, J.L., PADRÓN, E., LA TORRE-CUADROS, M.A., RONCAL-RABANAL, M., CHOQUECOTA, N., COLLAZOS, L., ELEJALDE, R. & VERGARA, N., 2022. Los bosques estacionalmente secos del Perú: un re-análisis de sus patrones de diversidad y relaciones florísticas. *Revista peruana de biología* 29(4): 001–020. <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v29i4.21613>

MATTEUCCI, S.D., 2010. La conectividad del hábitat y nuestras áreas protegidas. Universidad de Buenos Aires. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Grupo de Ecología del Paisaje y Medio Ambiente; Fronteras; 9 (9): 1–11.

MEJÍA, K., PINTAUD, J.C., DEL CASTILLO, A.R., SANTA CRUZ, L., ROJAS-FOX, J., JIMÉNEZ, V. & RAMÍREZ, R., 2014. Del bosque húmedo al bosque seco: adaptabilidad de las palmeras al cambio climático. El Perú frente al cambio climático. IRD éditions, 101–111.

MORENO, C.E., 2001. Métodos para medir la biodiversidad, M&T–Manuales y Tesis SEA, 1: 84.

NADOT, S., ALAPETITE, E., BAKER, W.J., TREGGAR, J.W. & BARFOD, A.S., 2016. The palm family (Arecaceae): a microcosm of sexual system evolution. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 182(2): 376–388.

NIÑO-PÉREZ, A.E. & NÚÑEZ-AVELLANEDA, L.A., 2018. Diversidad y especificidad de estafilínidos (Coleoptera: Staphylinidae) asociados con inflorescencias de palmas silvestres en el Pacífico colombiano. *Revista Biodiversidad Neotropical*, 8(2). <http://dx.doi.org/10.18636/bioneotropical.v8i2.696>

NÚÑEZ-AVELLANEDA, L.A., ISAZA, C. & GALEANO, G., 2015. Ecología de la polinización de tres especies de *Oenocarpus* (Arecaceae) simpátricas en la Amazonia Colombiana. *Revista de Biología Tropical*, 63(1): 35–55.

NÚÑEZ-AVELLANEDA, L.A., 2014. Patrones de asociación entre insectos polinizadores y palmas silvestres en Colombia con énfasis en palmas de importancia económica. Universidad Nacional de Colombia. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7395342>

NÚÑEZ-AVELLANEDA, L.A. & CARREÑO, J., 2013. Biología reproductiva de *Mauritia flexuosa* en Casanare, Orinoquia colombiana. Morichales y Cananguchales de la Orinoquia y Amazonia (Colombia-Venezuela), 119–150.

NÚÑEZ-AVELLANEDA, L.A. & ROJAS-ROBLES, R., 2008. Biología reproductiva y ecología de la polinización de la palma milpesos *Oenocarpus bataua* en los Andes Colombianos. *Caldasia*, 30(1): 101–125. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/72864>

NÚÑEZ-AVELLANEDA, L.A., BERNAL, R. & KNUDSEN, J.T., 2005. Diurnal palm pollination by mystropine beetles: Is it weather-related?. *Plant Systematics and Evolution*, 254(3–4): 149–171. <https://doi.org/10.1007/s00606-005-0340-6>

OLESEN, J.M. & BALSLEV, H., 1990. Flower biology and pollinators of the Amazonian monoecious palm, *Geonoma macrostachys*: a case of Bakerian mimicry. *Principes*, 34(4): 181–190.

OTCA, 1997. Cultivo de Frutales Nativos Amazónicos – Manual para el Extensionista.

OTCA, 2000. Experiencias agroforestales exitosas en la Cuenca Amazónica. Secretaría Pro Tempore.

PALACIOS, S., MONTUFAR, R. & BARRAGÁN, A., 2021. Patrones de actividad diaria de los visitantes florales de la palma *Phytelephas aequatorialis* (Arecaceae) en un bosque siempreverde piemontano de la Cordillera Occidental de la provincia de Pichincha. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

PANIAGUA-ZAMBRANA, N.Y., BUSSMANN, R.W., VEGA, C., TÉLLEZ, C. & MACÍA, M.J., 2014. Nuestro conocimiento y uso de las palmeras: Una herencia para nuestros hijos. Comunidades Llaquash, San Martín, Perú. *Ethnobotany Research and Applications*, 13(2): 1–105. <https://ethnobotanyjournal.org/index.php/era/article/view/13-002>

- PEREIRA DE SOUSA, J.R., CARVALHO-FILHO, F.D.S., JUEN, L. & ESPOSITO, M.C., 2016. Evaluating the effects of different vegetation types on necrophagous fly communities (Diptera: Calliphoridae; Sarcophagidae): implications for conservation. *PloS one*, 11(10). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0164826>
- PINCEBOURDE, S., MONTÚFAR, R., PÁEZ, E. & DANGLES, O., 2016. Heat production by an Ecuadorian palm. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 14(10): 571–572. <https://doi.org/10.1002/fee.1442>
- RASMUSSEN, C. & DELGADO, C., 2009. Abejas sin aguijón (Apidae: Meliponini) en Loreto, Perú. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana. <https://repositorio.iiap.gob.pe/handle/20.500.12921/396>
- RÍOS, L.D., FUCHS, E.J., HODEL, D.R. & CASCANTE-MARÍN, A., 2014. Neither insects nor wind: ambophily in dioecious *C. hamaedorea* palms (Arecaceae). *Plant Biology*, 16(4): 702–710.
- SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I., 1990. Pollination and evolution in palms. *Phyton*. https://www.zobodat.at/pdf/PHY_30_2_0213-0233.pdf
- SCHMID, R., 1970. Notes on the reproductive biology of *Asterogyne martiana* (Palmae). I. Inflorescence and floral morphology: phenology.
- SMITH, N., 2015. *Phytelephas macrocarpa*. In *Palms and People in the Amazon*: 429–444. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-05509-1>
- TOMLINSON, P.B., 2006. The uniqueness of palms. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 151(1): 5–14.
- TOMLINSON, P.B., 1990. *The structural biology of palms*. Oxford University Press.
- URETA, M., MARTÍNEZ, P., TUPAYACHI, R., & ZÚÑIGA, A., 2014. Fenología de palmeras arborescentes nativas de Madre de Dios - Perú. *Revista Intropica*, 9: 60–74.
- VALENCIA, R., MONTÚFAR, R., NAVARRETE, H. & BALSLEV, H., 2013. Palmas ecuatorianas: biología y uso sostenible: 186–201.
- WEIBLEN, G.D., OYAMA, R.K. & DONOGHUE, M.J., 2000. Phylogenetic analysis of dioecy in monocotyledons. *The American Naturalist*, 155(1): 46–58.

ANEXOS

Anexo 01. Evidencia de sumisión del artículo en una revista de prestigio.



Anexo 02.



"AÑO DEL BICENTENARIO, DE LA CONSOLIDACIÓN DE NUESTRA INDEPENDENCIA, Y DE LA CONMEMORACIÓN DE LAS HEROICAS BATALLAS DE JUNÍN Y AYACUCHO"

RESOLUCIÓN N° 0596-2024/UPeU-FIA-CF-T

Lima, Ñaña, 30 de julio de 2024

VISTO:

El expediente del (de la) bachiller **Sandro Alexander Ramírez Castillo** identificado(a) con código universitario N° **201920023**, de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión;

CONSIDERANDO:

Que la Universidad Peruana Unión tiene autonomía académica, administrativa y normativa, dentro del ámbito establecido por la Ley Universitaria N° 30220 y el Estatuto de la Universidad;

Que la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, mediante sus reglamentos académicos y administrativos, ha establecido las formas y procedimientos para la sustentación de la tesis en formato artículo;

Que el Comité Dictaminador ha emitido su dictamen aprobando el informe de tesis titulado "Insectos visitantes florales de *Phytelephas macrocarpa* (Arecaceae), una palma dioica al noroeste de la Amazonia peruana", presentado por el(la) bachiller **Sandro Alexander Ramírez Castillo**, reumiendo de esta manera las condiciones previas para la declaratoria de expedito para la programación de la sustentación;

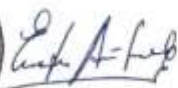
Estando a lo acordado en la sesión del Consejo de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, celebrada el 30 de julio de 2024, y en aplicación del Estatuto y el Reglamento General de investigación de la Universidad;

SE RESUELVE:

1. Declarar expedito al (a la) bachiller **Sandro Alexander Ramírez Castillo**, para que sustente la tesis en formato artículo titulada "Insectos visitantes florales de *Phytelephas macrocarpa* (Arecaceae), una palma dioica al noroeste de la Amazonia peruana", conducente a la obtención del título profesional de Ingeniero Ambiental, el 15 de agosto de 2024, a las 08:30 horas, en la modalidad Virtual u online sincrónica.
2. Designar el Jurado de Sustentación, encargado de gestionar la sustentación respectiva, el mismo que queda constituido por los siguientes miembros:
Presidente: Mtra. Betsabeth Teresa Padilla Macedo
Secretario: Ing. Seyvi Rengifo Arévalo
Asesor: Ing. Gerardo Acuña Núñez
Vocal 1: Mtra. Betsabeth Teresa Padilla Macedo
Vocal 2: Ing. Ericka Nayda Perales Domínguez

Regístrese, comuníquese y archívese.





Dra. Erika Inés Acuña Salinas
DECANA





Ph.D. Silvia Píco Quesada
SECRETARIA ACADÉMICA

cc:
-Interesado
-Jurado (04)
-Secretaría General
-Archivo