

# 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

SANDRO A. RAMÍREZ-CASTILLO<sup>1,2</sup>, ÁNGEL MARTÍN RODRÍGUEZ DEL-CASTILLO<sup>3</sup>, JULIO M. GRANDEZ-RÍOS<sup>1</sup>, KEMBER MEJÍA<sup>1</sup>, AKIRA ARMANDO WONG-SATO<sup>4</sup> & E. HANZ RODRÍGUEZ-CABRERA<sup>1</sup>

1. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana – San Martín, Laboratorio de Botánica Aplicada Jean-Christophe Pintaud, Jr. Belén Torres de Tello 135, Morales, 22202 Tarapoto, Perú. sarc0701@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-5474-1945>; jmgr\_19@hotmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-9152-1167>; kmejia@iiap.gob.pe, <https://orcid.org/0000-0002-5255-6110>; erodriguez@iiap.gob.pe, <https://orcid.org/0000-0002-9398-6408>
2. Universidad Peruana Unión, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela de Ingeniería Ambiental, Jr. Los Mártires 340, Morales, 22202 Tarapoto, Perú.
3. Instituto Nacional de Innovación Agraria, Estación Experimental Agraria San Ramón, Carretera Yurimaguas - San Ramón KM 6, 16501, Yurimaguas, Perú. arodriguez@inia.gob.pe, <https://orcid.org/0000-0002-7819-0989>
4. Centro de Ornitología y Biodiversidad (CORBIDI), División de Ecología Vegetal, Calle Santa Rita 105 Of. 2, Urb. Huertos de San Antonio Monterrico, Surco, 15023 Lima, Perú. ws.akira@corbidi.org, <https://orcid.org/0000-0002-3617-8121>

Recibido: 08-07-2024. Aceptado: 09-12-2024  
ISSN: 2792-2456 (versión online)

Publicado online: 23-12-2024  
ISSN: 0210-8984 (versión impresa)

### 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 *P. macrocarpa* en dos localidades al noroeste de la Amazonia peruana. Adicionalmente, se determinó la riqueza y abundancia de estos insectos. Para ello, se recolectaron 6 inflorescencias por localidad (tres masculinas y tres femeninas). Durante las salidas de campo se observaron las interacciones de los insectos sobre las inflorescencias. 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. La comunidad de visitantes florales se compone principalmente por insectos del orden Coleoptera, Hymenoptera y Diptera. Las familias Staphylinidae, Curculionidae y Nitidulidae son los principales visitantes relacionados con la polinización, que ayudan en la biología reproductiva de la palmera y, por lo tanto, contribuyen en la conservación de la especie.

**Palabras clave:** dimorfismo sexual, dioecia, Insecta, interacción, Phytelephea.

### ABSTRACT

*Phytelephas macrocarpa* is a dioecious palm that lacks studies on the entomofauna that visit its flowers in western Amazonia. In this study we identified the insect visitors and their interaction with the inflorescences of *P. macrocarpa* in two localities in northwestern Peruvian Amazonia. Additionally, the richness and abundance of these insects was determined. For this purpose, six inflorescences were collected per locality (three male and three female). During field trips, the interactions of the insects on the inflorescences were observed. A total of 28 106 insects distributed in 27 species were recorded, where *Amazoncharis* sp., *Aleochara* sp. and *Anchylorhynchus*

sp. were the most abundant. Twelve species were also recognized as pollinators, 10 as pollinivores and 5 as saprophagous. The floral visitor community is mainly composed of insects of the orders Coleoptera, Hymenoptera and Diptera. The families Staphylinidae, Curculionidae and Nitidulidae are the main pollination-related visitors, which help in the reproductive biology of the palm and, therefore, contribute to the conservation of the species.

**Keywords:** sexual dimorphism, dioecia, Insecta, interaction, Phytelephea.

## INTRODUCCIÓN

Las palmeras (Arecaceae) son una familia conformada por plantas conspicuas y fácilmente reconocibles, que tienen importancia ecológica en las comunidades vegetales en las que se desarrollan (COUVREUR & BAKER, 2013). Presentan hábitos que van desde trepadoras hasta formas acaulscentes 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 las 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 (DUFAY *et al.*, 2003; NÚÑEZ *et al.*, 2005). Las inflorescencias muestran recompensa 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). Así mismo, la mayoría de los insectos que visitan las flores interactúan con las inflorescencias masculinas y no transportan el polen de la misma especie o rara vez entran en contacto con flores femeninas receptoras (NÚÑEZ & CARREÑO, 2013; NÚÑEZ *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 Phytelephea (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 subfamilia Baridinae, que tienen preferencia por las inflorescencias femeninas (ERVIK, 1993; BARFOD & UHL, 2001). 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 una gran variedad 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 socioeconómica 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 Phytelephaeae, 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 socioeconómico y cultural 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 de la importancia ecológica y evolutiva, sobre la polinización entomófila de las palmeras, solo se dispone de información para un limitado número de especies (HENDERSON 1986, 2002; BARFOD *et al.*, 2011).

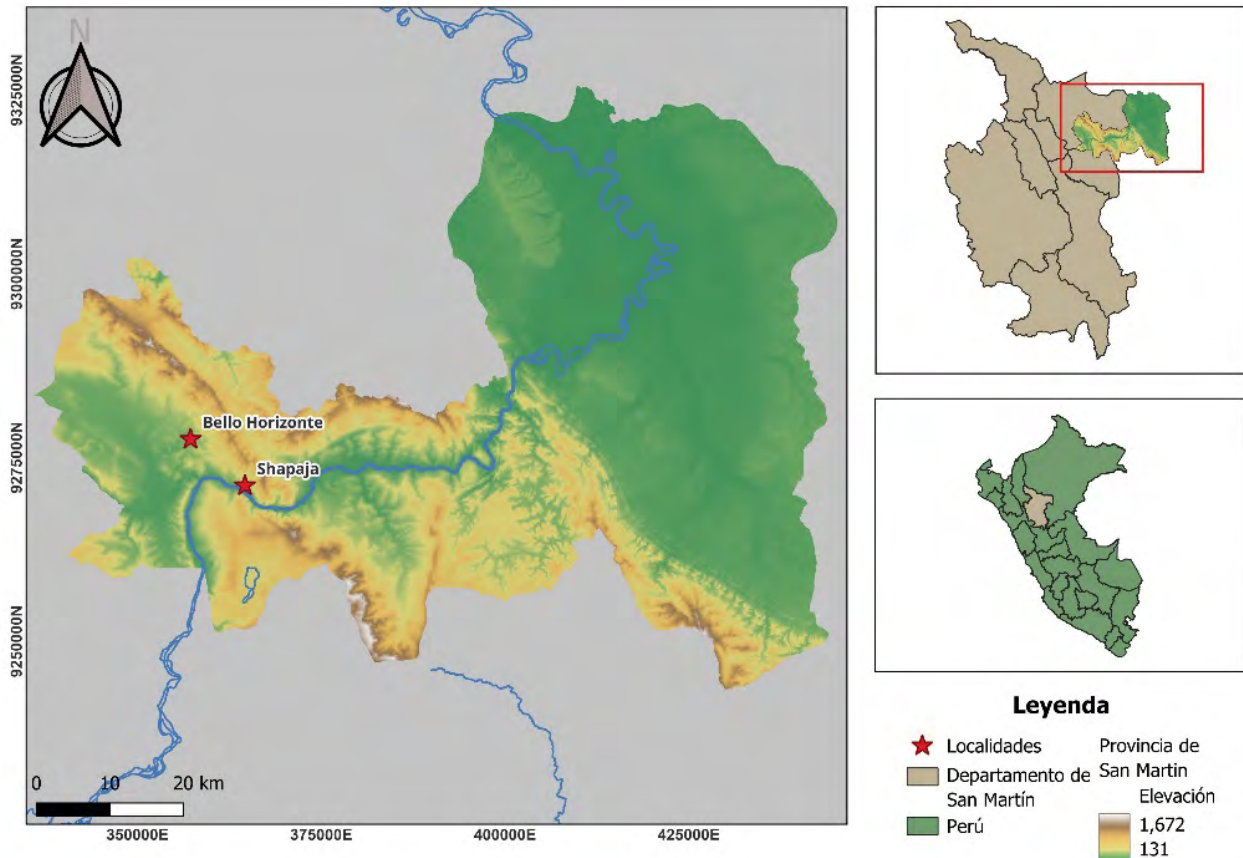
*P. macrocarpa* es una de las especies que no cuenta con estudios detallados sobre su biología

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 palmera económicamente importante, que se encuentra en las áreas de vegetación 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 zona de estudio se sitúa en la provincia de San Martín, al noroeste de la Amazonia peruana. El clima de la región es tropical y templado, con una temperatura media anual que va de 20°C a 32°C, y una precipitación media anual de 15002 mm (CASTRO *et al.*, 2021). La colecta de las muestras se realizaron en las localidades de: Bello Horizonte (357223E, 9277507S, 305 m snm), ubicado en el distrito de La Banda de Shilcayo y se caracteriza por presentar ecosistemas de bosques secos tropicales (300-600 m) y bosques húmedos premontanos tropicales (600-1200 m), que enfrentan amenazas debido al incremento de cultivos permanentes, pastizales y sistemas agroforestales (GORESAM & PEHCBM, 2010); y Shapaja (364623E, 9271199S, 302 m snm), ubicado en la ladera del margen derecho del río Huallaga, sobre bosques estacionalmente secos con una cobertura vegetal de bosque de montaña (300-800 m) (LINARES-PALOMINO *et al.*, 2022), que vienen siendo remplazados por chacras para fines pecuarios y agrícolas (GORESAM & PEHCBM, 2010).



**Fig. 1.** Ubicación de las localidades donde se colectaron los insectos visitantes florales de *P. macrocarpa* al noroeste de la Amazonia peruana  
**Fig. 1.** Location of the localities where the floral insect visitors of *P. macrocarpa* were collected in northwestern Peruvian Amazonia.

## Especie de estudio

*Phytelephas 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, con 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 la 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 compactas, de aproximadamente

25 cm de longitud, y contienen de 6-50 flores (Fig. 2C; FLORES, 1997; ERVIK *et al.*, 1999).

En el Perú se distribuye en los departamentos de Loreto, San Martín, Amazonas, Huánuco y Junín (FLORES, 1997), 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 (Fig. 2D; HAYNES & MCLAUGHLIN, 2000; SMITH, 2015).

## Colecta e identificación de los visitantes florales

La colecta se realizó entre febrero y diciembre de 2023, período en el que se monitorearon la apa-



**Fig. 2.** *Phytelphas macrocarpa*. (A) Individuo adulto de *P. macrocarpa*, (B) Inflorescencia masculina con presencia de insectos del orden Hymenoptera, (C) Inflorescencia femenina en antesis floral, (D) Bosque con predominancia de yarina (“yarinal”).

**Fig. 2.** *Phytelphas 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) Yarina-dominated forest (“yarinal”).

rición de las inflorescencias. Las inflorescencias masculinas fueron abundantes durante los primeros meses de muestreo, por lo que se colectaron en febrero y marzo, mientras que las femeninas se colectaron en octubre y diciembre debido a su baja ocurrencia, por lo que requirieron un monitoreo constante para detectar el momento de su floración.

En cada localidad se seleccionaron aleatoriamente seis individuos adultos de *P. macrocarpa*, para colectar tres inflorescencias masculinas y tres inflorescencias femeninas que se encontraba en periodo de anthesis, obteniendo un total de 12 inflorescencias. La recolección de las inflorescencias se realizó siguiendo la metodología utilizada por NÚÑEZ (2014), la cual implica envolver completamente las inflorescencias en bolsas plásticas de 50x60 cm, para posteriormente cortarlas. Adicionalmente, en cada bolsa se añadió una torunda de algodón impregnada con acetona para inmovilizar a los insectos.

Las inflorescencias contenidas en las bolsas fueron trasladadas al laboratorio del Instituto de Investigación de la Amazonia Peruana, donde los insectos fueron extraídos para ser segregados y contabilizados con la ayuda de un estereoscopio. Una vez agrupados, los insectos se almacenaron en una solución de alcohol al 70% y se etiquetaron con la información del lugar de procedencia y el sexo de la palmera.

La identificación y clasificación de los insectos se realizó hasta el nivel taxonómico más específico posible, para lo cual se utilizaron trabajos y claves dicotómicas a nivel de orden, para Coleoptera (KLIMASZEWSKI & WATT, 1997; KLIMASZEWSKI & MAUS, 1999; ASENJO, 2004; MARVALDI & LANTERI, 2005; BOUCHARD *et al.*, 2011; HLAVÁČ *et al.*, 2011; NEWTON, 2015; ASENJO *et al.*, 2019), Hymenoptera (MICHENER, 1990; DE CAMARGO & DE MENEZES PEDRO, 1992; ENGEL, 2005; RASMUSSEN & DELGADO, 2009; ENGEL *et al.*, 2023) y Diptera (MARKOW & O'GRADY, 2005; BUCK *et al.*, 2009). Además, se empleó la identificación y clasificación de estudios similares llevados a cabo en otras palmeras por GUERRERO-OLAYA & NÚÑEZ-AVELLANEDA (2017), GUERRERO-OLAYA *et al.*, (2018), y NIÑO-PÉREZ & NÚÑEZ-AVELLANEDA (2018).

Después de identificar los insectos, se seleccionó un ejemplar de cada especie para ser depositados en la Colección de "URKU ESTUDIOS

AMAZONICOS", institución científica depositaria de Material Biológico mediante el permiso otorgado por la Autoridad Regional Ambiental (RD N.º 136-2024/GRSM/ARASM/DGFFS).

### Visitantes florales y polinizadores

En las salidas al campo, previamente a la recolección de los órganos reproductivos de *P. macrocarpa*, se realizó la observación directa del comportamiento de los insectos que visitaban las inflorescencias masculinas y femeninas. Para ello, se tuvo en cuenta si permanecían o no en las flores, o si las aprovechaban como recurso alimenticio o lugar de reproducción.

Se modificó la clasificación propuesta por NÚÑEZ-AVELLANEDA & ROJAS (2008), donde se agrupó a los diferentes grupos de polívoros y se consideró únicamente las categorías de saprófagos y polinizadores. Los insectos se clasificaron así en las siguientes relaciones funcionales:

- Polívoros (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 y contabilizaron 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 determinar la diversidad de insectos asociados a las inflorescencias masculinas y fe-

meninas de *P. macrocarpa*, se estimó la riqueza mediante el número de especies encontradas en las inflorescencias, mientras que la abundancia se obtuvo mediante el conteo total de todos los individuos encontrados. Posteriormente, los datos de riqueza y abundancia de las inflorescencias masculinas y femeninas, fueron representados en gráficos de sectores y de barras, para facilitar su interpretación. Los gráficos fueron realizados a través del programa R Studio ver. 2024.09.0+375 (RSTUDIO TEAM, 2024).

## RESULTADOS

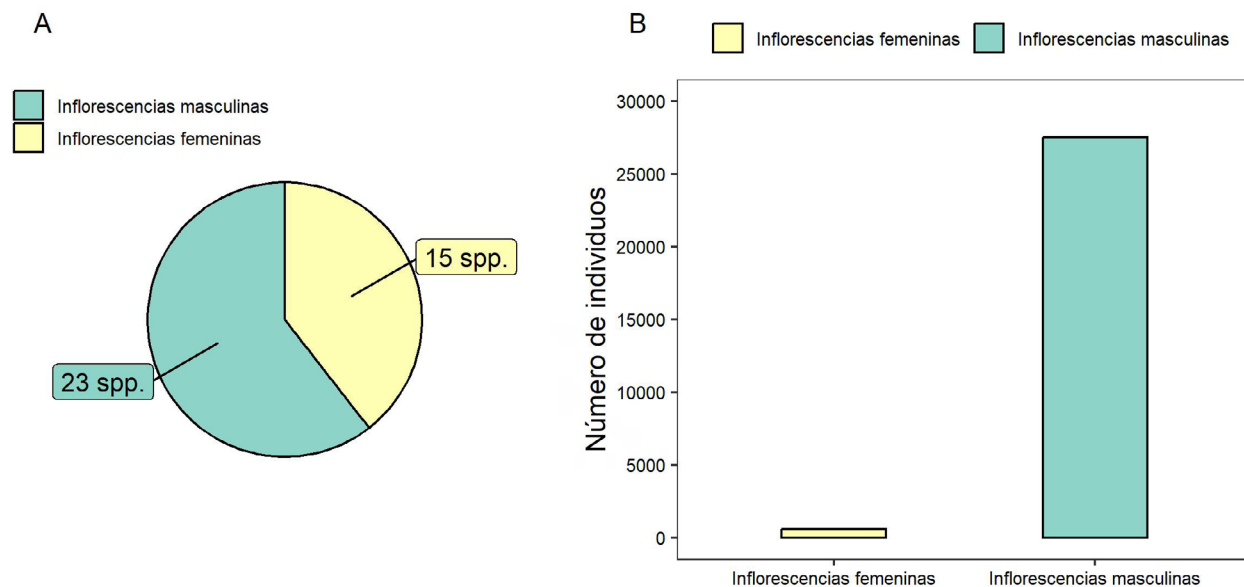
Se registraron un total de 28 106 insectos visitantes florales de *P. macrocarpa* que se distribuyeron en 4 órdenes, 18 géneros y 27 especies. De estas, 12 especies fueron identificadas como polinizadoras, 10 como polinívoras y 5 como saprófagas (Tabla I).

La riqueza específica fue mayor en las inflorescencias masculinas que en las femeninas (Fig. 3A). De igual manera, la abundancia de insectos fue mayor en las inflorescencias masculinas, con 27 509 individuos, mientras que en las femeninas se encontraron solamente 597 individuos (Fig. 3B).

Las inflorescencias masculinas y femeninas compartieron 11 especies de insectos (Fig. 4). Los órdenes con mayor riqueza de especies 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).

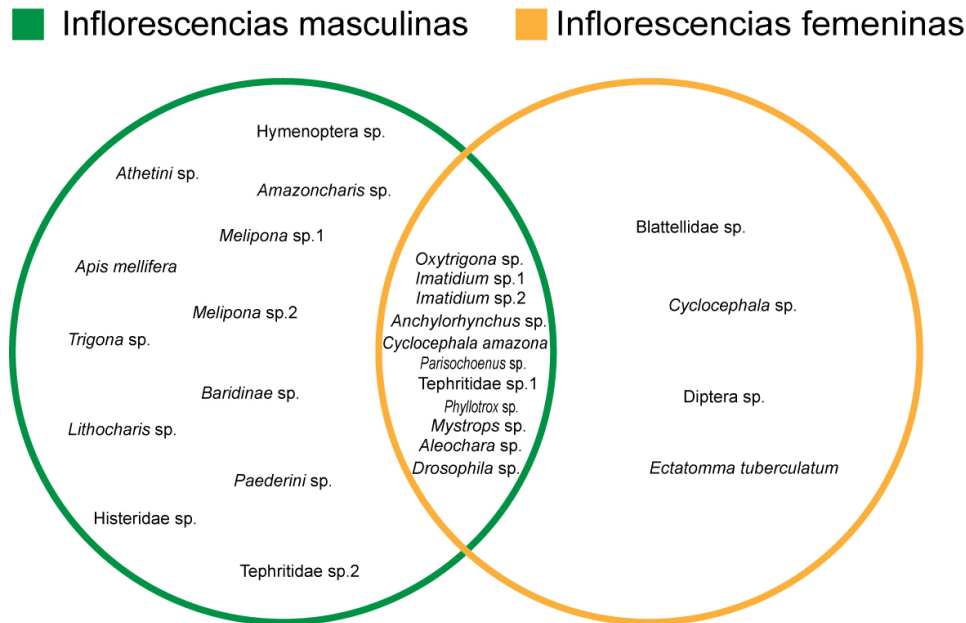
## DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio evidencian que las inflorescencias de *P. macrocarpa* presentan alta riqueza de especies de insectos visitantes florales. Este nivel de riqueza es similar a estudios previos realizados en otras palmeras neotropicales, como *Oenocarpus balickii* y *O. minor*, que fueron visitadas por 33 especies (NÚÑEZ *et al.*, 2015), *Astrocaryum mexicanum* por 29 (BÚRQUEZ *et al.*, 1987), *Phytelephas seemanii* por 26 (BERNAL & ERVIK, 1996), *Attalea allenii* por 21 (NÚÑEZ *et*



**Fig. 3.** Riqueza y abundancia de los insectos visitantes florales de *P. macrocarpa*: (A) Composición de la riqueza específica de insectos según cada tipo de inflorescencia, (B) Distribución del número de insectos registrados por cada tipo de inflorescencia.

**Fig. 3.** Richness and abundance of insect floral visitors of *P. macrocarpa*: (A) Composition of the specific richness of insects according to each type of inflorescence, (B) Distribution of the number of insects recorded for each type of inflorescence.



**Fig. 4.** Composición de especies identificadas en las inflorescencias masculinas y femeninas. Se observa que ambos tipos de inflorescencias comparten 11 especies en común.

**Fig. 4.** Species composition identified in male and female inflorescences. It is observed that both types of inflorescences share 11 species in common.

*al.*, 2005), y *Phytelephas aequatorialis*, que registró el mayor número con 62 especies (PALACIOS, 2021). A pesar de que la metodología de muestreo y recolección de insectos de cada estudio mencionado y del estudio difieran entre sí, se demuestra que las inflorescencias de *P. macrocarpa* presentaron una alta riqueza y composición de insectos visitantes florales.

La comunidad de visitantes florales de *P. macrocarpa* se compone principalmente por insectos del orden Coleoptera, Hymenoptera y Diptera, mostrando un patrón de atracción similar al de otras palmeras como *Butia leptospatha*, *Syagrus loefgrenii*, *Asterogyne martiana*, *Attalea speciosa*, *O. balickii*, *O. minor*, *Astrocaryum mexicanum* y *Attalea allenii* (HENDERSON, 1986; BÚRQUEZ *et al.*, 1987; SILBERBAUER-GOTTSBERGER, 1990; NÚÑEZ *et al.*, 2005, 2015), 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 (SCHMID, 1970; HENDERSON, 2002). De igual manera, este resultado coincide con estudios sobre la tribu Phytelepheae, donde especies como *P. seemannii*, *P. aequatorialis* y

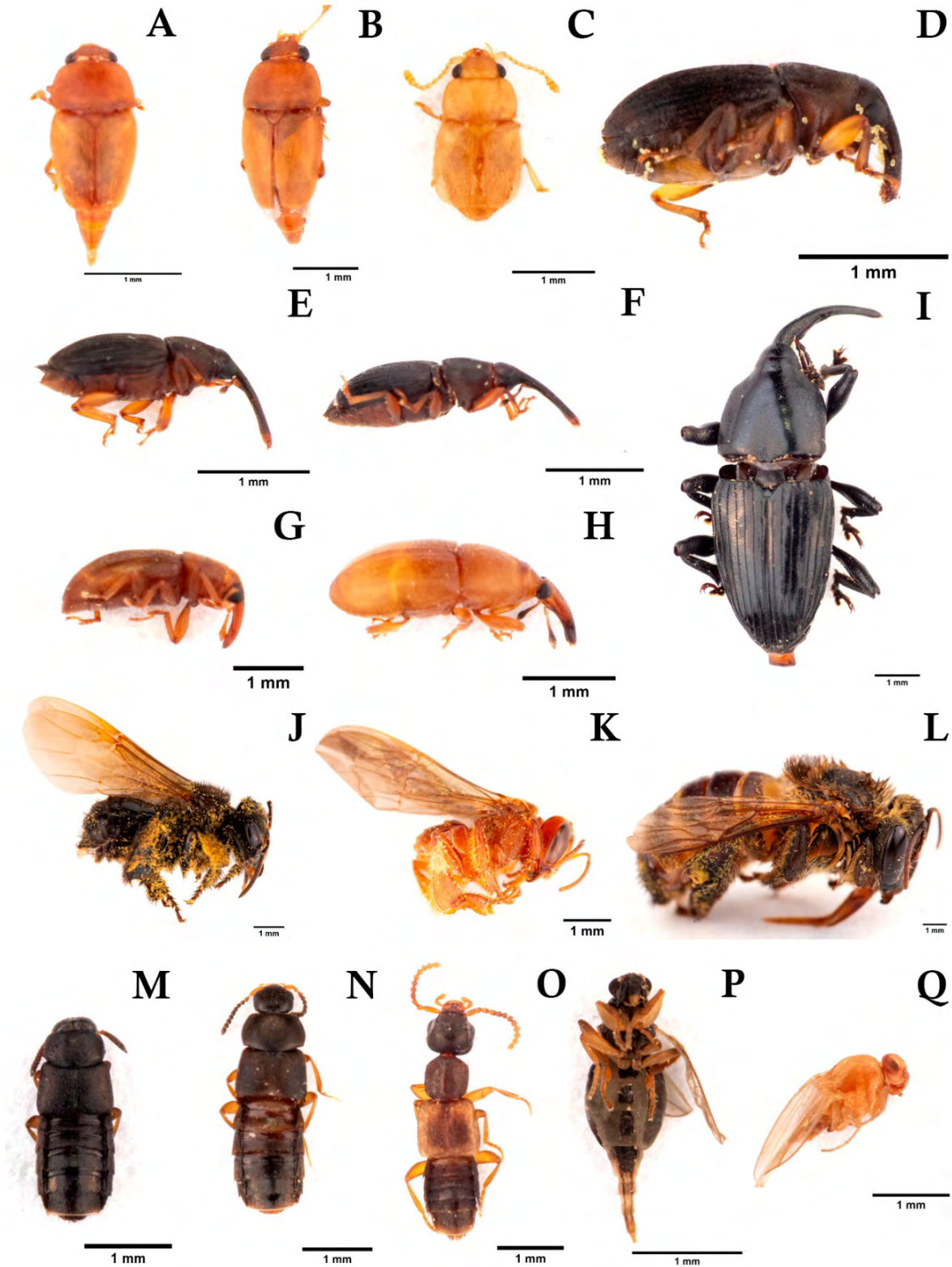
un primer estudio en *P. macrocarpa*, reportan la cantarofilia como el principal síndrome de polinización, destacando a las familias Staphylinidae, Curculionidae y Nitidulidae, del orden Coleoptera, como los principales visitantes (BARFOD *et al.*, 1987; BERNAL & ERVIK, 1996; ERVIK *et al.*, 1999; PALACIOS, 2021). Estas interacciones respaldan la hipótesis de GUERRERO-OLAYA & NÚÑEZ-AVELLANEDA (2017), quienes sostienen que las palmeras congenéricas tienden a compartir el mismo síndrome de polinización, llevado a cabo por un grupo común de insectos.

La riqueza de visitantes florales es mayor en las inflorescencias masculinas que en las femeninas, esto sucede debido a que las inflorescencias masculinas brindan néctar, polen, tejidos comestibles y permiten que sean utilizadas como sitios de reproducción y refugio durante su ciclo de vida (ANDERSON, 1993; HOWARD *et al.*, 2001; DUFAY *et al.*, 2003; NÚÑEZ *et al.*, 2005; DE MEDEIROS *et al.*, 2019). Para AUFRAY *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

**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: Polinivores (POV), Saprophages (SAP) and Pollinators (POZ).

N.º	ORDEN Familia Género Especie	Sexo		Comportamiento
		Masculino (♂)	Femenino (♀)	
<b>HYMENOPTERA</b>				
1	sp.	+	-	POZ
<b>Apidae</b>				
2	<i>Apis mellifera</i>	+	-	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
<b>Formicidae</b>				
7	<i>Ectatomma tuberculatum</i> (Olivier, 1792)	-	+	POV
<b>COLEOPTERA</b>				
<b>Chrysomelidae</b>				
8	<i>Imatidium</i> sp.1	+	+	POV
9	<i>Imatidium</i> sp.2	*	+	POV
<b>Curculionidae</b>				
10	<i>Anchylorhynchus</i> sp.	***	*	POZ
11	<i>Baridinae</i> sp.	***	-	POZ
12	<i>Parisochoenus</i> sp.	+	+	POZ
13	<i>Phyllotrox</i> sp.	*	*	POZ
<b>Histeridae</b>				
14	sp.	*	-	POV
<b>Nitidulidae</b>				
15	<i>Mystrops</i> sp.	***	***	POZ
<b>Scarabaeidae</b>				
16	<i>Cyclocephala amazona</i> (Linnaeus, 1767)	+	+	POV
17	<i>Cyclocephala</i> sp.	-	+	POV
<b>Staphylinidae</b>				
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
<b>DIPTERA</b>				
23	sp.	-	+	SAP
<b>Drosophilidae</b>				
24	<i>Drosophila</i> sp.	**	+	SAP
<b>Tephritidae</b>				
25	sp.1	*	+	SAP
26	sp.2	+	-	SAP
<b>BLATTODEA</b>				
<b>Blattellidae</b>				
27	sp.	-	+	SAP



**Fig. 5.** 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. 5.** 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.

*Phytelephas*, el automimetismo es un mecanismo crucial y estratégico para imitar el aroma de las inflorescencias masculinas y así poder atraer a los insectos 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, presente en ambos tipos de inflorescencias (BARFOD *et al.*, 1987).

Las inflorescencias masculinas de *P. macrocarpa* fueron las que presentaron mayor abundancia de insectos visitantes en ambas localidades. Este mismo comportamiento se observó en las especies de *P. seemannii* (BERNAL & ERVIK, 1996) y *P. aequatorialis* (PALACIOS, 2021). ERVIK *et al.* (1999) consideran que este patrón se debe a que los insectos, principalmente del orden Coleoptera (ERVIK *et al.*, 1999; MONTÚFAR *et al.*, 2013), 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 una elevada abundancia de insectos en las inflorescencias masculinas, es que estas poseen mayor área y volumen que las inflorescencias femeninas (ESSENBERG, 2013), lo cual también se refleja en la gran cantidad de flores estaminadas llenas de polen, a diferencia de aproximadamente 50 flores pistiladas (PINCEBOURDE *et al.*, 2016).

El orden Coleoptera es el que presenta mayor riqueza y abundancia sobre 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.). En el caso de *P. seemannii*, se identificaron los insectos del género *Amazoncharis* como potenciales polinizadores (MONTÚFAR *et al.*, 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 fue considerada 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 *P. macrocarpa*, como en el caso de *P. seemannii* en Colombia (BERNAL & ERVIK, 1996). Si bien se

encontró algunos individuos en inflorescencias masculinas y evidenciamos cierta cantidad de polen en sus corbículas, lo cual no garantiza que sea transportado a las inflorescencias femeninas, por lo que también se consideraron como polinizadores secundarios. El tamaño y forma de vida de las especies de la familia Apidae limitan su visita a la zona exterior de las inflorescencias, mientras que las especies del orden Coleoptera, sí logran ingresar dentro de la inflorescencia femenina, lo que aumenta su probabilidad de participación en el proceso de polinización (ERVIK 1993, BERNAL & ERVIK 1996).

A pesar de que la familia Tephritidae y Drosophilidae se registraron en inflorescencias masculinas y femeninas, se considera que su presencia es mayor cuando la inflorescencia inicia su proceso de descomposición. Las cargas de polen en estos grupos de insecto no fueron lo suficientemente notorias, por lo que se considera que su aporte es insignificante y por ello se le atribuyó un rol saprófago. Las observaciones de OLESEN (1990) refuerzan lo mencionado, 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.

Esta investigación proporciona información sobre la diversidad de insectos que visitan las inflorescencias de *P. macrocarpa* en la zona noroeste de la Amazonía peruana. La composición de visitantes florales presentó una similitud moderada entre ambos tipos de inflorescencias, donde la mayor abundancia se encontró en las inflorescencias masculinas a comparación de las femeninas, poniendo en manifiesto su importancia en la atracción, principalmente, de polinizadores, que facilitan la reproducción de la palmera y contribuye al equilibrio ecológico del ecosistema. De igual manera, la investigación brinda un panorama sobre la interacción de los insectos con las inflorescencias de la yarina, donde los taxa muestran un tipo de asociación a la palmera, lo que representa un avance en el conocimiento de las interacciones ecológicas en la región y resalta la necesidad de continuar con investigaciones que profundicen en la biología reproductiva de especies de interés socioeconómico.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecemos a Ángel Salazar, Flavia Urbina, Karlene Yupe, Danixa Raygada, Henry Chávez y Caleb Gonzales, gracias a ellos,

el trabajo de campo y laboratorio fue mucho más productivo y eficiente; a la Autoridad Regional Ambiental por los permisos correspondientes para el desarrollo de esta investigación.

## BIBLIOGRAFÍA

- ANDERSON, A.B., W.L. OVERAL & A. HENDERSON, 1988. Pollination ecology of a forest-dominant palm (*Orbignya phalerata* Mart.) in northern Brazil. *Biotropica*, 20(3): 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>
- ASENJO, A., 2004. Lista preliminar de las especies de Staphylinidae (Coleoptera) registradas para Perú. *Revista Peruana de Entomología*, 44(1): 55-64.
- ASENJO, A., U. IRMLER, J. KLIMASZEWSKI, D.S. CHANDLER, H.E. FIERROS-LÓPEZ & J. S., VIEIRA, 2019. Staphylinidae (Insecta: Coleoptera) in Latin America: synopsis, annotated catalog, diversity and distribution. *Zootaxa*, 4621(1): 1-406. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4621.1.1>
- AUFFRAY, T., B. FRÉROT, R. POVEDA, C. LOUISE & L. BEAUDOIN-OLLIVIER, 2017. Diel patterns of activity for insect pollinators of two oil palm species (Arecaceae). *Journal of Insect Science*, 17(2): 45; 1-6. <https://doi.org/10.1093/jisesa/iex018>
- AUFFRAY, T., R. MONTÚFAR, S.X. PALACIOS, A. BARRAGÁN, S. PINCEBOURDE, M. GIBERNAU & O. DANGLES, 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>
- BARBOSA, C.M., A.C.D. MAIA, C. MARTEL, J.C.S. REGUEIRA, D.M. do A. NAVARRO, R.A. RAGUSO, P. MILET-PINHEIRO & I.C. MACHADO, 2020. 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. <https://doi.org/10.1111/plb.13162>
- BARFOD, A.S., A. HENDERSON & H. BALSLEV, 1987. A Note on the Pollination of *Phytelephas microcarpa* (Palmae). *Biotropica*, 19(2): 191-192.
- BARFOD, A.S., 1991. A monographic study of the subfamily Phytelephantoideae (Arecaceae). *Opera Botanica*, 105: 1-73.
- BARFOD, A.S. & N.W. UHL, 2001. Floral development in *Aphandra* (Arecaceae). *American Journal of Botany*, 88(2): 185-195. <http://dx.doi.org/10.2307/2657009>
- BARFOD A.S., M. HAGEN & F. BORCHSENIUS, 2011. Twenty-five years of progress in understanding pollination mechanisms in palms (Arecaceae). *Annals of Botany*, 108(8): 1503-1516. <https://doi.org/10.1093/aob/mcr192>
- BERNAL, R. & F. ERVIK, 1996. Floral biology and pollination of the dioecious palm *Phytelephas seemanii* in Colombia: an adaptation to staphylinid beetles. *Biotropica*, 28(4): 682-696.
- BOUCHARD, P., Y. BOUSQUET, A.E. DAVIES, M.A. ALONSO-ZARAZAGA, J.F. LAWRENCE, C.H.C. LYAL, A.F. NEWTON, C.A.M. REID, M. SCHMITT, S.A. LIPI SKI & A.B. SMITH, 2011. Family-group names in Coleoptera (Insecta). *ZooKeys*, 88: 1-972. <https://doi.org/10.3897/zookeys.88.807>
- BUCK, M., N.E. WOODLEY, A. BORKENT, D.M. WOOD, T. PAPE, J.R. VOCKEROTH, V. MICHELSEN & S.A. MARSHALL, 2009. Key to Diptera families - adults. In BROWN, B.V., A. BORKENT, J.M. CUMMING, D.M. WOOD, N.E. WOODLEY & M.A. ZUMBADO (eds.): *Manual of Central American Diptera*: 95-144. NRC Research Press. Ottawa.
- BÚRQUEZ, A., S.K. JOSE & A.L. PEDROZA, 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>
- CASTRO, A., C. DÁVILA, W. LAURA, F. CUBAS, G. AVALOS, C. LÓPEZ, D. VILLENA, M. VALDEZ, J. URBIOLA, I. TREBEJO, L. MENIS & D. MARÍN, 2021. *Climas del Perú – Mapa de clasificación climática nacional*. SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú). Ministerio del Ambiente. Lima, Perú. <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-1292421>
- COSTA, M.L.D., S.F.S. RODRIGUES & H. HOHN, 2006. Jarina: o marfim das biojóias da Amazônia. Rem: *Revista Escola de Minas*, 59: 367-371. <https://doi.org/10.1590/s0370-44672006000400003>
- COUVREUR, T.L. & W.J. BAKER, 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. Oxford. 250 pp.
- DE CAMARGO, J.M.F. & S.R. DE MENEZES PEDRO, 1992. Systematics, phylogeny and biogeography of the Meliponinae (Hymenoptera, Apidae): a mini-review. *Apidologie*, 23(6): 509-522.

- DE MEDEIROS, B.A., L.A. NÚÑEZ-AVELLANEDA, A.M. HERNANDEZ & B.D. FARRELL, 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. <https://doi.org/10.1093/biolinnean/blz008>
- DRANSFIELD, J., N.W. UHL, C.B. ASMUSSEN, W.J. BAKER, M.M. HARLEY & C.E. LEWIS, 2008. *Genera Palmarum. The Evolution and Classification of Palms*. Royal Botanical Garden, Kew.
- DUFAYĚ, M., M. HOSSAERT-MCKEY & M.C. ANSTETT, 2003. When leaves act like flowers: how dwarf palms attract their pollinators. *Ecology letters*, 6(1): 28-34. <https://doi.org/10.1046/j.1461-0248.2003.00382.x>
- ENGEL, M.S., 2005. Family-group names for bees (Hymenoptera: Apoidea). *American Museum Novitates*, 2005(3476): 1-33. [https://doi.org/10.1206/0003-0082\(2005\)476\[0001:FNFBHA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1206/0003-0082(2005)476[0001:FNFBHA]2.0.CO;2)
- ENGEL, M.S., C. RASMUSSEN, R. AYALA, & F.F. DE OLIVEIRA, 2023. Stingless bee classification and biology (Hymenoptera, Apidae): a review, with an updated key to genera and subgenera. *ZooKeys*, 1172, 239-312. <https://doi.org/10.3897/zookeys.1172.104944>
- ERVIK, F., 1993. Notes on the phenology and pollination of the dioecious palms *Mauritia flexuosa* (Calamoideae) and *Aphandra natalia* (Phytelephantoideae) in Ecuador. In BARTHOTT W., C.M. NAUMANN, K. SCHMIDT-LOSKE & K.L. SCHUMANN (eds.): *Animal-plant interactions in tropical environments: 7-12*. Zoologisches Forschungsinstitut und Museum Alexander König. Bonn.
- ERVIK, F. & A. BARFOD, 1999. Thermogenesis in palm inflorescences and its ecological significance. *Acta Botanica Venezuelica*, 22: 195-212.
- ERVIK, F., L. TOLLSTEN & J.T. KNUDSEN, 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>
- ESSENBERG, C.J., 2013. Explaining the Effects of Floral Density on Flower Visitor Species Composition. *The American Naturalist*, 181(3): 344-356. <https://doi.org/10.1086/669157>
- FLORES, S., 1997. *Cultivo de frutales nativos amazónicos: manual para el extensionista*. SPT-TCA no. 51. <https://otca.org/wp-content/uploads/2021/02/Cultivo-de-Frutales-Nativos-Amazonicos-Manual-para-el-Extensionista.pdf>
- 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 subcuenca del Cumbaza. Tarapoto*. SINIA (Sistema Nacional de Información Ambiental). Ministerio del Ambiente. <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/propuesta-mesozonificacion-ecologica-economica-sub-cuenca-cumbaza>
- GUERRERO-OLAYA, N. & L.A. NÚÑEZ-AVELLANEDA, 2017. Ecología de la polinización de *Syagrus smithii* (Arecaceae), una palma cantarofila de la Amazonia Colombiana. *Revista Peruana de Biología*, 24(1): 43-54. <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v24i1.13102>
- GUERRERO-OLAYA, N., J. CARREÑO & L.A. NÚÑEZ-AVELLANEDA, 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.
- HAYNES, J. & J. MCLAUGHLIN, 2000. *Edible Palms and their Uses*. University of Florida. Institute of Food and Agricultural Sciences. <https://www.growables.org/information/TropicalFruit/documents/EdiblePalmsandTheirUses.pdf>
- HENDERSON, A., 1986. A review of pollination studies in the Palmae. *The Botanical Review*, 52: 221-259. <https://doi.org/10.1007/bf02860996>
- HENDERSON, A., 1995. *Field Guide to the Palms of the Americas*. Princeton University Press. <https://doi.org/10.2307/j.ctvcszzd>
- HENDERSON, A., 2002. *Evolution and ecology of palms*. The New York Botanical Garden Press.
- HLAVÁČ, P., A.F. NEWTON & M. MARUYAMA, 2011. World catalogue of the species of the tribe Lomechusini (Staphylinidae: Aleocharinae). *Zootaxa*, 3075(1): 1-151.
- HOWARD, F.W., D. MOORE, R.M. GIBLIN-DAVIS & R.G. ABAD, 2001. *Insects on Palms*. Cabi. International Wallingford. Oxon, UK.
- KAHN, F. & F. MOUSSA, 1994. *Las palmeras de Perú*. Instituto Francés de Estudios Andinos.
- KLIMASZEWSKI, J. & J.C. WATT, 1997. Coleoptera: family-group review and keys to identification. *Fauna of New Zealand*, 37. <https://doi.org/10.7931/J2/FNZ.37>
- KLIMASZEWSKI, J. & C. MAUS, 1999. Review of Bernhauer's types of *Aleochara* from South America (Coleoptera: Staphylinidae: Aleocharinae). *Zoological Studies*, 38(2): 207-221.
- LINARES-PALOMINO, R., I. HUAMANTUPA-CHUQUIMACO, E. PADRÓN, M.A. LA TORRE-CUADROS, M. RONCAL-RABANAL, N. CHOQUECOTA, L. COLLAZOS, R. ELEJALDE, N. VERGARA & J.L. MARCELOPEÑA, 2022. Los bosques estacionalmente secos del Perú: un re-análisis de sus patrones de diversidad y relaciones florísticas. *Revista Peruana de Biología*, 29(4): e21613. <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v29i4.21613>
- MARKOW, T.A. & P. O'GRADY, 2005. *Drosophila: A guide to species identification and use*. Elsevier. Oxford, UK.
- MARVALDI, A. & A.A. LANTERI, 2005. Key to higher taxa of South American weevils based on adult characters (Coleoptera: Curculionoidea). *Revista Chilena de Historia Natural*, 78: 65-87.
- MEJÍA, K., J.-C. PINTAUD, A.M.R. DEL-CASTILLO, L. SANTA CRUZ, J. ROJAS-FOX, V. JIMÉNEZ & R. RAMÍREZ, 2014. Del bosque húmedo al bosque seco: adaptabilidad de las palmeras al cambio climático. En GONZÁLES, S., J. J. VACHER & A. GRÉGOIRE (eds.): *El Perú frente al cambio climático: resultados*

- de investigaciones franco-peruanas*: 101-111. Institut de Recherche pour le Développement. Lima.
- MICHENER, C.D., 1990. Classification of the Apidae (Hymenoptera). *The University of Kansas science bulletin*, 54(4), 75-164.
- MONTÚFAR, R., G. BROKAMP & J. JÁCOME, 2013. Tagua: *Phytelephas aequatorialis*. En VALENCIA R., R. MONTÚFAR, H. NAVARRETE & H. BALSLEV (eds.): *Palmas ecuatorianas: biología y uso sostenible*: 187-201. Herbario QCA. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito, Ecuador.
- NADOT, S., E. ALAPETITE, W.J. BAKER, J.W. TREGGAR & A.S. BARFOD, 2016. The palm family (Arecaceae): a microcosm of sexual system evolution. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 182(2): 376-388. <https://doi.org/10.1111/boj.12440>
- NIÑO-PÉREZ, A.E. & L.A. NÚÑEZ-AVELLANEDA, 2018. Diversidad y especificidad de estafilinidos (Coleoptera: Staphylinidae) asociados con inflorescencias de palmas silvestres en el Pacífico colombiano. *Revista Biodiversidad Neotropical*, 8(2): 94-107.
- NEWTON, A.F., 2015. Beetles (Coleoptera) of Peru: A survey of the families. Staphylinidae Latreille, 1802. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 88(2), 283-304. <https://doi.org/10.2317/kent-88-02-283-304.1>
- NÚÑEZ, L.A. & J. CARREÑO, 2013. Biología reproductiva de *Mauritia flexuosa* en Casanare, Orinoquia colombiana. En LASSO, C.A., A. RIAL & V. GONZÁLEZ (eds.): *Morichales y Cananguchales de la Orinoquia y Amazonia (Colombia-Venezuela)*: 119-150. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D.C., Colombia.
- NÚÑEZ, L.A., C. ISAZA & G. GALEANO, 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, L.A., R. BERNAL & J.T. KNUDSEN, 2005. Diurnal palm pollination by mystropine beetles: is it weather-related? *Plant Systematics and Evolution*, 254: 149-171. <https://doi.org/10.1007/s00606-005-0340-6>
- NÚÑEZ-AVELLANEDA, L.A., 2014. *Patrones de asociación entre insectos polinizadores y palmas silvestres en Colombia con énfasis en palmas de importancia económica*. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C. 348 pp. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/75139>
- NÚÑEZ-AVELLANEDA, L.A. & R. ROJAS-ROBLES, 2008. Biología reproductiva y ecología de la polinización de la palma milpesos *Oenocarpus bataua* en los Andes Colombianos. *Caldasia*, 30(1): 101-125.
- OLESEN, J.M., 1990. Flower biology and pollinators of the Amazonian monoecious palm, *Geonoma macrostachys*: a case of Bakerian mimicry. *Principes*, 34(4): 181-190.
- PALACIOS, S., 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*. Tesis de Grado. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito, Ecuador. <https://repositorio.puce.edu.ec/handle/123456789/32117>
- PANIAGUA-ZAMBRANA, N.Y., R.W. BUSSMANN, C. VEGA, C. TÉLLEZ & M.J. MACÍA, 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.
- PINCEBOURDE, S.S., R. MONTÚFAR, E. PÁEZ & O. DANGLES, 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. & C. DELGADO, 2009. *Abejas sin aguijón (Apidae: Meliponini) en Loreto, Perú*. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana. Iquitos, Perú. <https://repositorio.iiap.gov.pe/handle/20.500.12921/396>
- RÍOS, L.D., E.J. FUCHS, D.R. HODEL & A. CASCANTE MARÍN, 2014. Neither insects nor wind: ambophily in dioecious *Chamaedorea* palms (Arecaceae). *Plant Biology*, 16(4): 702-710. <https://doi.org/10.1111/plb.12119>
- RSTUDIO TEAM, 2024. RStudio: integrated development for R. RStudio, PBC, Boston, MA URL: <http://www.rstudio.com/>
- SCHMID, R., 1970. Notes on the reproductive biology of *Asterogyne martiana* (Palmae). I. Inflorescence and floral morphology: phenology. *Principes*, 14: 3-9.
- SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I., 1990. Pollination and evolution in palms. *Phyton*, 30(2): 213-233.
- SMITH, N., 2015. *Phytelephas macrocarpa*. In Smith, N. (ed.): *Palms and People in the Amazon*: 429-444. Geobotany Studies. Springer Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-05509-1\\_53](https://doi.org/10.1007/978-3-319-05509-1_53)
- TOMLINSON, P.B., 1990. The structural biology of palms. Oxford University Press.
- TOMLINSON, P.B., 2006. The uniqueness of palms. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 151(1): 5-14. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.2006.00520.x>
- URETA, M., P. MARTÍNEZ, R. TUPAYACHI & A. ZÚÑIGA, 2014. Fenología de palmeras arborescentes nativas de Madre de Dios – Perú. *Intropica*, 9: 60-74. <https://doi.org/10.21676/23897864.1425>
- WEIBLEN, G.D., R.K. OYAMA & M.J. DONOGHUE, 2000. Phylogenetic analysis of dioecy in monocotyledons. *The American Naturalist*, 155(1): 46-58.