

Diversidad de entomofauna diurna asociada a cultivares de Achira (*Canna edulis* KER) en el municipio de Garzón (Huila), Colombia

Arsened Vargas Guarín
Guillermo Edmundo Caicedo Díaz
Jordano Salamanca Bastidas

Cómo citar: Vargas, A., Caicedo, G., y Salamanca, J., (2024). Diversidad de entomofauna diurna asociada a cultivares de Achira (*Canna edulis* KER) en el municipio de Garzón, (Huila), Colombia. En Méndez, N., Munar, A., (Comp.). *Biodiversidad y servicios ecosistémicos de bosques secundarios andino-amazónicos*. (41-57). Sello Editorial UNAD. <https://doi.org/10.22490/UNAD.9789586519878>

Resumen

Los diversos agroecosistemas pueden experimentar una pluralidad de interacciones (recursos nutricionales, nidificación, depredación) cuya fuerza es inherente a la abundancia y la diversidad florística implícita en el comportamiento de forrajeo y necesidades especiales de las diferentes comunidades de visitantes florales. Esto fortalece el conocimiento sobre esas interacciones planta-polinizador y demás comunidades de los sistemas agrícolas, especialmente cultivos autóctonos. Sin embargo, no existe suficiente documentación que haya identificado las interacciones planta-polinizador o su relación con la entomofauna en agroecosistemas con cultivares de Achira comestible; caracterizada como un tubérculo andino susceptible de estudios que permitan conocer los aportes de su cultivo a la protección de la entomofauna diurna —especialmente abejas *Apis mellifera* y abejas nativas—.

Para ello, se caracterizaron las comunidades de entomofauna diurna asociadas a cultivares de Achira (*Canna edulis* KER) en dos sistemas agrícolas de economía familiar localizados en las veredas Claros y Alto Fátima del municipio de Garzón, Huila. Se efectuaron monitoreos quincenales durante seis meses (periodos de inflorescencia de los cultivares), a partir de la estimación de la riqueza y abundancia de las comunidades de insectos —principalmente, la familia *Apidae* (*Apis mellifera* y abejas silvestres)—, la identificación de la frecuencia y horarios de visitas ejercidas y el análisis del comportamiento de estas visitas. Ejerciendo en este hábitat visitas permanentes durante el día, se logró evidenciar que *Canna edulis* KER es una planta que se cultiva a pequeña escala, con manejo orgánico. El orden *Hymenoptera* es el mayor grupo perteneciente a esta comunidad de visitantes con actividad de polinización, consumo de néctar y prenéctar, nidificación y control biológico.

Nuestro estudio enfatiza en la necesidad de mantener estas comunidades de plantas autóctonas en los agroecosistemas de adaptación, para permitir el apoyo al equilibrio y variedad de los visitantes florales y las abejas como fuertes proveedores de diversos sistemas ecosistémicos vitales para la salud de los sistemas productivos.

Palabras clave: Equilibrio ecológico, insecto, producción alimentaria, servicios ecosistémicos, zoogeografía.

Abstract

The diverse agroecosystems can experience a plurality of interactions (nutritional resources, nesting, predation), whose strength is inherent to the abundance and floristic diversity implicit in the foraging behavior and special needs of the different communities of floral visitors, strengthening the knowledge about these plant-pollinator interactions and other communities of agricultural systems, especially native crops. However, there is not enough documentation that has identified plant-pollinator interactions or their relationship with entomofauna in agroecosystems with edible Achira cultivars, characterized as an Andean tuber susceptible to studies that allow knowing the contributions of this crop to the protection of diurnal entomofauna, especially honeybees *Apis mellifera* and native bees.

The diurnal entomofauna communities associated with Achira cultivars (*Canna edulis* KER) were characterized in two family farming systems located in the Claros and Alto Fátima villages of the municipality of Garzón, Huila. Biweekly monitoring was carried out during six months (inflorescence periods of the cultivars) based on the estimation of the richness and abundance of the insect communities, mainly of the Apidae family (*Apis mellifera* and wild bees), identification of the frequency and schedules of visits and analysis of the behavior of visits. It was evidenced that (*Canna edulis* KER) is a plant that is cultivated on a small scale with organic management, with permanent visits during the day in this habitat, being the order Hymenoptera the largest group belonging to this community of visitors with pollination activity, nectar consumption and pre-laying, nesting, and biological control.

Our study emphasizes the need to maintain these native plant communities in adaptive agroecosystems allowing to support the balance and variety of floral visitors and bees as strong providers of diverse ecosystem systems vital for the health of productive systems.

Keywords: Ecological balance; insect; food production; ecosystem services; zoogeography.

Introducción

La Canna comestible (*Canna edulis* KER o *Canna indica*) es un cultivo de fácil manejo y de alto rendimiento originario de la cordillera de los Andes (Vu & Le, 2017). La Achira comestible se cultiva en Colombia a pequeña escala y se obtiene a partir de su rizoma, una fécula conocida comúnmente como almidón comestible (Ortega *et al.*, 2020), utilizado como materia prima en la panificación y obtención de diversos subproductos para la industria (Reyes *et al.*, 2019).

Generalmente, los cultivares de Achira se establecen a escala familiar, con manejo agronómico basado en labores culturales. Por esto, se puede considerar un cultivo autóctono con potencial como establecimiento de franjas protectoras de especies benéficas, especialmente *Hymenoptera* (abejas), que ejercen visitas a los cultivares, gracias a su oferta floral espaciada o asincrónica (Olaya, 2017) y un ambiente ideal para el resguardo de diversidad de especímenes.

A nivel mundial, preocupa la creciente evidencia de que los desafíos nutricionales para los polinizadores y diversidad de especies en los sistemas agrícolas son un factor alarmante en la reducción de las poblaciones de polinizadores (Jones & Rader, 2022). Esto advierte sobre la importancia de las abejas y visitantes florales en paisajes fragmentados (Lowenstein *et al.*, 2012) y sobre la necesidad de investigar la efectividad de especies agrícolas nativas promisorias para la protección de estos insectos y otros que representan beneficios ecosistémicos importantes. Así mismo, comprender las interacciones entre las redes de plantas y los polinizadores es particularmente importante dentro de los sistemas agrícolas (Gilpin *et al.*, 2022).

Es escasa la información que existe en cuanto a la actividad de visitantes florales y abejas en cultivares de *Canna edulis*. Pocos estudios se han enfocado en reconocer los principales insectos asociados al cultivo y tendientes a explorar aspectos de la biología y hábitos de los principales insectos nocivos de *Canna indica*, así como de potenciales agentes de control biológico, con el fin de generar recomendaciones de manejo del cultivo de la Achira (Ortega *et al.*, 2020). Así mismo, Bezerra *et al.* (Bezerra *et al.*, 2019) concluyen que se deben tomar medidas para mitigar los efectos de los cambios climáticos, para garantizar poblaciones viables de polinizadores, tanto a través de la gestión de las áreas agrícolas como de los paisajes circundantes.

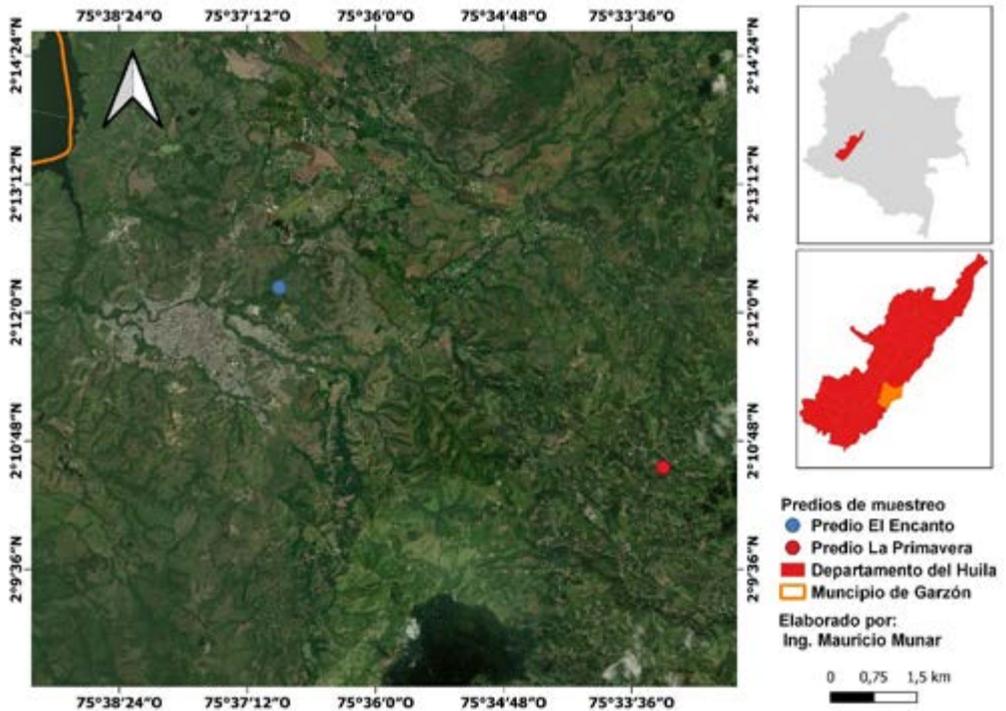
El estudio basa su importancia en la conservación de la entomofauna y abejas, así como de sus hábitats naturales. Esto, para mantener un adecuado suministro de servicios ecosistémicos, a partir de cultivos y especies vegetales promisorias, que propicien mantener el equilibrio de las poblaciones de la entomofauna local; especialmente las abejas, bioindicadoras de la salud de los diferentes hábitats.

El objetivo de este trabajo de investigación se fundamentó en caracterizar las comunidades de entomofauna diurna asociadas a cultivares de Achira (*Canna edulis* KER) en dos sistemas agrícolas de economía familiar localizados en las veredas Claros y Alto Fátima del municipio de Garzón, Huila.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en dos cultivares a escala familiar de Achira comestible en el municipio de Garzón, localizado en el departamento del Huila (Colombia). Estos cultivares están localizados en las veredas Claros (C2) —N: 2°12'14,2»; W: 75°36'54,2»; 858 m s. n. m.— y Alto Fátima (C1) —N: 2°10'33,25116; W: 75°33'18,31392—. El área de estudio se localiza a 1510 m s. n. m., presenta piso térmico templado, topografía ondulada y formación vegetal andina, con vocación a la agricultura cafetera en C1, y piscifactoría y ganadería en C2.

Figura 1. Localización de predios de muestreo C1 (predio La Primavera, vereda Alto Fátima) y C2 (predio El Encanto, vereda Claros), en el municipio de Garzón, Huila, Colombia. 2022



Fuente: Munar (2023)

Se realizaron 12 monitoreos en los dos cultivares de Achira durante los meses de diciembre de 2020 a junio de 2021 (periodos de inflorescencia de los cultivares), mediante visitas quincenales con duración de dos horas (cada una), distribuidas en diferentes horarios durante el día. Para la captura directa de insectos se utilizó jama entomológica, tomando información de recurso colectado, hora de visita y frecuencia de visita, a partir de muestreos sistémicos en *zigzag* (Duarte & Almirall, 2020), y liberando los insectos repetidos. Para la frecuencia, se tomó como referencia el número de insectos, ejerciendo visita en 1m² de área, por intervalos de tiempo de cinco minutos. Los insectos colectados se separaron y se conservaron en etanol al 70 %, dentro de frascos plásticos rotulados (sitio de colecta, fecha y hora), para su posterior envío a laboratorio. Su clasificación se realizó para grupo y familia, a partir de método de comparación morfológica, mediante el uso de estereoscopio.

Se colectó polen, tanto de las extremidades de abejas visitantes como de flor fresca, para conocer su estructura externa. Para ello, se utilizó la técnica de montaje y sellado con gelatina glicerizada teñida con fucsina (Pinilla-Gallego & Nates-Parra, 2015). Se realizó el montaje de las láminas en portaobjetos, y se llevaron a posterior calentamiento, utilizando mechero, con el fin ablandar la gelatina y evitar burbujas. Se utilizaron lámina cubreobjetos, sellando la muestra con esmalte transparente. Para la observación, se usó un microscopio óptico a 40X.

Los horarios de las visitas ejercidas durante diferentes horas del día se distribuyeron en rangos de mañana (7:00-11:59 horas), medio día (12:00-14:00 horas) y tarde (14:01-18:00 horas), teniendo en cuenta la metodología propuesta por Talavera, Arista y Ortiz (1996).

Para el cálculo de índices de diversidad, se estimó riqueza observada (r), que corresponde al número total de especies presentes en la muestra; e índice de Shannon y Weaver (ShaW), para estimar la heterogeneidad, dependiendo del número de especies presentes y su abundancia relativa. Se tomó igualmente el índice de Simpson (Simp) para estimar una medida sospechada de la diversidad de una población, que se surte por la probabilidad de que dos individuos tomados independientemente de una población pertenezcan a la misma especie. Varía entre una menor concentración o máxima diversidad posible con (r) especies y el número de especies igualmente abundantes necesarias para producir la heterogeneidad observada en la muestra (InfoStat, 2008). La información consolidada fue procesada y analizada mediante el software estadístico InfoStat, versión 2008, para finalmente determinar los índices de diversidad y frecuencia de visita.

Resultados y discusión

Riqueza y abundancia

A partir de los monitoreos, se capturaron 230 insectos; de los cuales, 89 corresponden al orden y familia *Hymenoptera: Apidae* (abejas).

Tabla 1. Índices de diversidad biológica Shannon-Wiener y Simpson

Grupo	Índice	n	EST	nBoot	DEBoot	EEBoot	LI_E	LS_E	LI_P	LS_P	LI_B	LS_B
Total	r	2	13,00	230	9,32	3,76	1,95	16,70	4,00	13,00	4,00	13,00
	ShaW	2	2,56	230	2,13	0,49	1,16	3,09	1,39	2,56	1,39	2,56
	Simp	2	0,00	230	0,06	0,06	-0,06	0,17	0,00	0,14	0,00	0,00
C1	r	1	4,00	230	2,77	0,62	1,54	3,99	2,00	4,00		
	ShaW	1	1,39	230	0,93	0,25	0,44	1,43	0,56	1,39		
	Simp	1	0,00	230	0,24	0,16	-0,07	0,54	0,00	0,50		
C2	r	1	9,00	230	5,88	0,94	4,03	7,72	4,00	8,00		
	ShaW	1	2,20	230	1,67	0,18	1,33	2,02	1,27	2,04		
	Simp	1	0,00	230	0,11	0,05	0,02	0,20	0,03	0,22		

Nota: Ciclos bootstrap = 230; confianza (0,95)

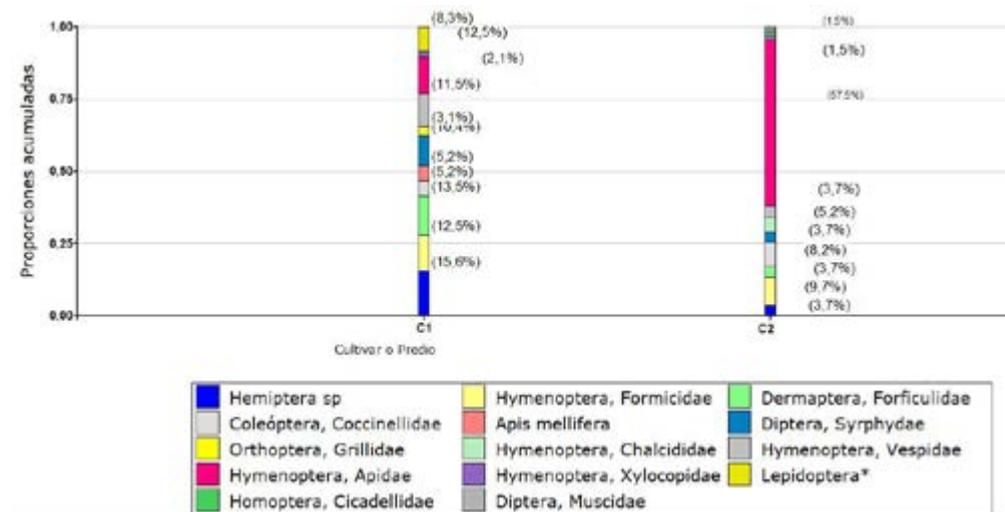
El cultivar C2 (Claros) demostró mayor número de especies (9) y mayor diversidad (2,2) respecto al cultivar C1 (Alto Fátima), con 1,39. Esto puede ser promovido por la localización sobre áreas con poca intervención de actividades agrícolas convencionales; mientras que C1 se encuentra rodeado por cultivos con alta demanda de agroquímicos, por la producción cafetera (monocultivo) y el establecimiento de cultivos transitorios. Asimismo, se evidencian poblaciones de insectos debilitadas, entre otras razones, por la desaparición de plantas autóctonas que les permitían alimentarse durante un periodo de tiempo adecuado. Por tanto, se hace imperativo el fomento de la agricultura ecológica y las prácticas respetuosas con las abejas y demás especímenes locales, con énfasis en la producción de cultivos autóctonos (García Jiménez, 2018).

El índice de Simpson, interpretado también como índice de dominancia, se contrasta con el estimado de diversidad. Simpson para C2 presentó menor concentración de individuos de una sola especie, o menor posibilidad de dominancia; esto sucede también con el predio C1, cuyos valores se acercan a cero. Esto claramente demuestra que existen diversas interacciones a nivel del cultivar como un hábitat ideal donde puede converger gran riqueza de insectos; especialmente, del orden *Hymenoptera Apidae*.

Frecuencia

Se tuvo en cuenta la frecuencia de visitas, considerando un rango de 0 a 10 abejas, durante cinco minutos por metro cuadrado (Montoya Bonilla *et al.*, 2017).

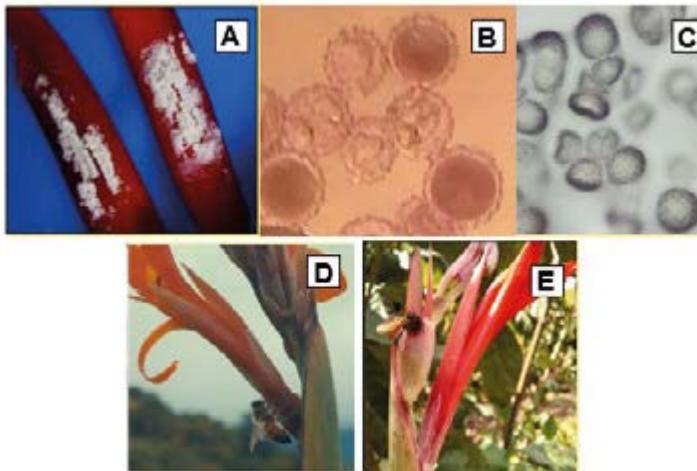
Figura 2. Composición de la comunidad de insectos observados en inflorescencias de *Canna edulis* KER



Hymenoptera constituyó el orden de visitantes más abundantes en los dos cultivos monitoreados: C1 y C2 (36,45% y 72,38%). Es representado por cinco familias, siendo *Apidae* (abejas melíferas y abejas nativas) la que evidenció mayor representatividad, con cuatro géneros plenamente identificados (los más capturados fueron *Apis mellifera*, *Tetragonisca sp.*, *Trigona sp.* y *Geotrigona sp.*) con porcentajes de 12,5% para C1 y 57,4% para C2. Otros insectos capturados en menor número y observados con menor frecuencia, pero con gran importancia como controladores biológicos, fueron: *Coleoptera coccinellidae* (5,2% y 8,2%), *Hymenoptera Chalcididae* (5,2% en C2), *Hymenoptera Xylocopinae* (2,1% y 1,5%) y *Diptera Syrphidae*. Por su parte, los *Syrphidae* (10,41% para C1 y 3,7% para C2) integran una familia de *Diptera* y son conocidos como importantes polinizadores que equilibran las comunidades de insectos que ejercen acción de polinización en los cultivos (Carabali-Banguero *et al.*, 2020). Dentro de esta comunidad de visitantes destacan igualmente los *Dermaptera Forficulidae*, con porcentajes del 12,4 y 9,7 para C1 y C2, respectivamente.

La comunidad de insectos visitantes que ejercían sus visitas en busca de polen, néctar y refugio (principalmente), en general, son de tamaño pequeño y mediano. La duración de las inflorescencias de *Canna edulis* (flor abierta siete días) e inflorescencias que pueden alcanzar hasta seis meses, distribuidos en tres periodos bien definidos, y su manejo limitado a labores culturales potencian esta planta como estrategia de floración masiva, que permite atraer un acople impredecible de polinizadores. Los registros de monitoreo evidencian que, luego de visitar las flores varias veces y durante varios días (Chamer *et al.*, 2020), logran adecuados niveles de polinización cruzada, no solo por *Canna edulis*, sino por la comunidad de arvenses que conviven en este tipo de cultivos.

Figura 3. Características morfológicas *Canna edulis* KER. A. Polen de *Canna edulis* KER expuesto; B. Granos de polen *Canna edulis*, microscopio 40 X; C. Granos de polen *Canna edulis*, vista exina espinulosa; D. *Apis mellifera* ejerciendo visita para obtención de preneectar y E. *Trigona sp* perforando nectario

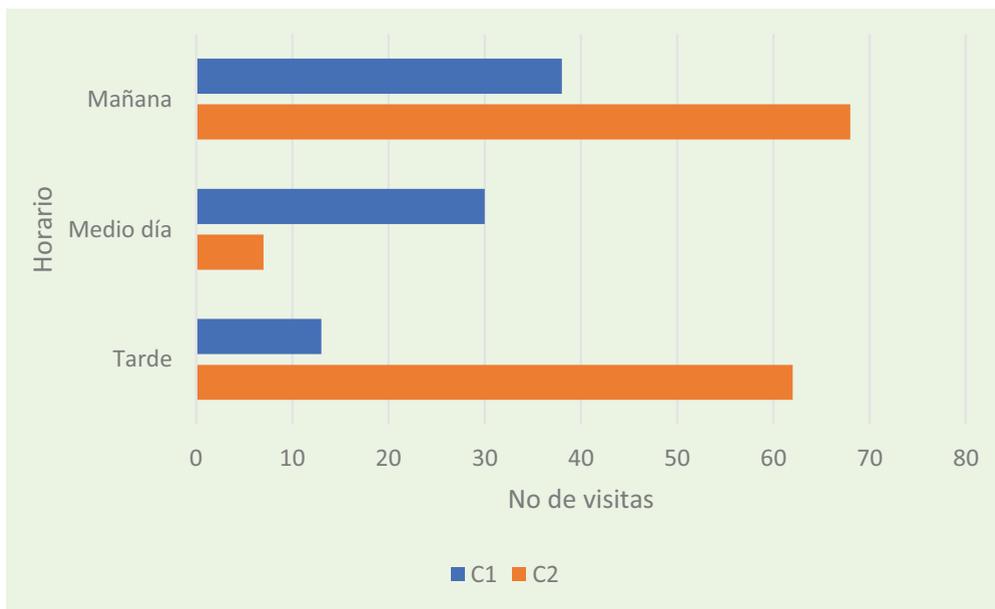


Fuente: Elaboración propia

La inflorescencia en *Canna edulis* se caracteriza por ser simpodial o de asimetría floral e inusual (Zhao *et al.*, 2022), con un estambre medio fértil. Entretanto, los otros segmentos androeciales se desarrollan como estaminodios petaloides o abortan temprano durante el desarrollo (Yu *et al.*, 2020), cuya evolución de la cigomorfia floral posibilita las interacciones planta-polinizador. Esto incrementa, de manera importante, la especificidad y el éxito de la acción polinizadora (Neal *et al.*, 1998). A pesar de que *Canna edulis* es considerada una flor con comportamiento también autógamo (Ciciarelli, 2014), se comprobó la presencia de prenéctar en las papilas de dichas piezas, donde la secreción de néctar se inicia en el floema de haces anficribales y en el parénquima asociado, para luego ser secretado por los poros cuticulares de la epidermis.

Otro producto nutricional ofertado por *Canna edulis* para forrajeo de diversos especímenes es el polen. Se observa importante frecuencia de visita por este producto floral, del cual se colectaron muestras que evidenciaron granos de polen esféricos con una exina espinulosa. Este polen se obtuvo de las extremidades de *Trigona sp.* y *Tetragonisca sp.*, de varias de sus cargas, y comparadas con muestras tomadas de flores frescas, lo que evidencia la obtención de este como recompensa floral.

Figura 4. Horarios de visitas observadas C1 y C2: mañana (7:00-11:59 horas), medio día (12:00-14:00 horas) y tarde (14:01-18:00 horas)

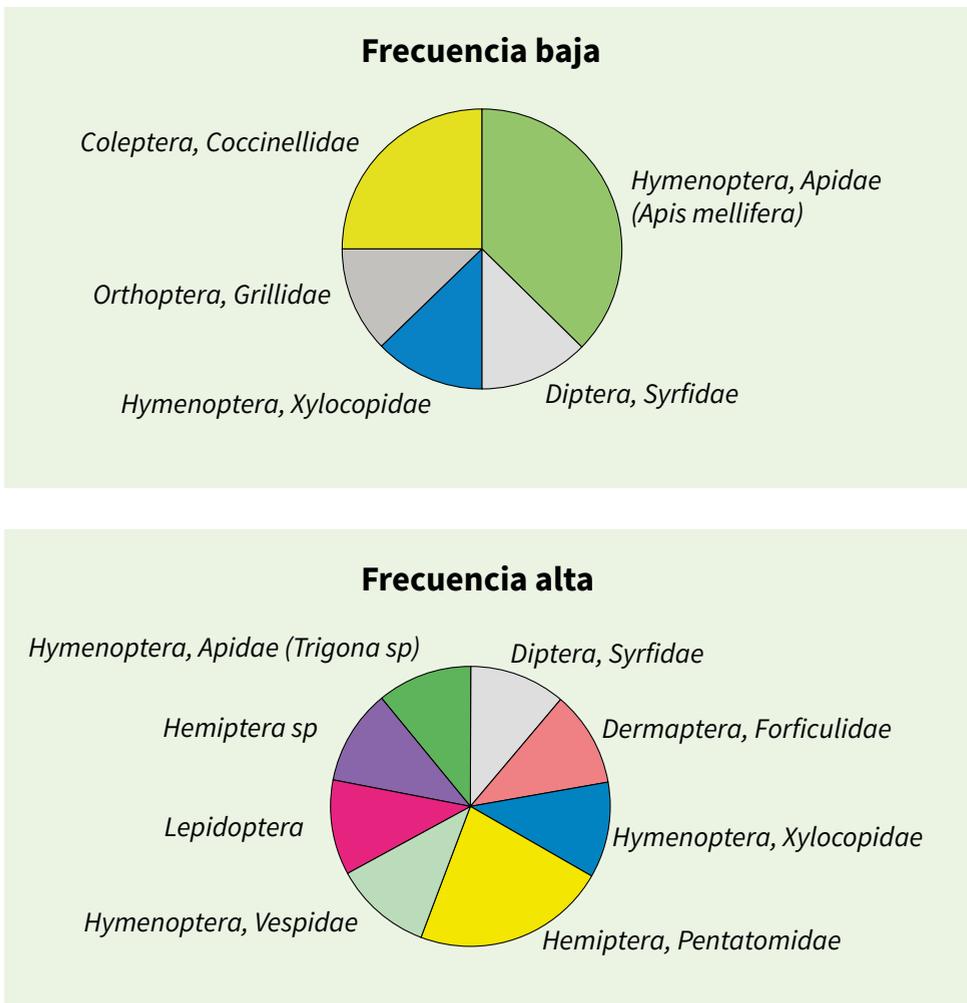


Los horarios de visita evidenciaron que todo el día hay actividad de las diferentes poblaciones de insectos, marcando los dos predios preferencia en las horas de la mañana. El predio C2 mantiene mayor uniformidad entre los horarios de la mañana y la tarde.

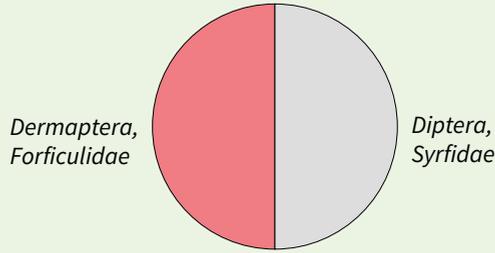
tarde respecto a C1 con 60 a 70 visitas ejercidas. Esto puede deberse al tipo de sistemas productivos alrededor de los cultivos de Achira y una mayor diversidad florística.

Las visitas en los diferentes rangos horarios se evidencian de manera permanente, influyendo en ello la rica inflorescencia que, aunque estacionaria, mantiene en su estrato bajo una diversidad de arvenses con oferta florística permanente. *Canna edulis* sirve, además, como refugio y oferta otras recompensas, no solo para polinizadores o buscadores de néctar, sino para comedores de hojas y controladores biológicos. Esto indica que la frecuencia de visitas es proporcional a las demandas de nutrientes de la especie, así como la disponibilidad y la calidad de ese recurso y otros servicios que pueda ofrecer.

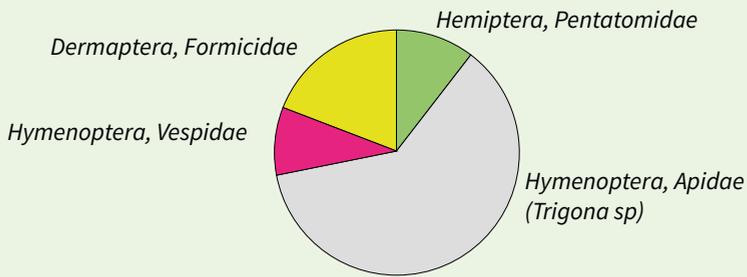
Figura 5. Frecuencias observadas en inflorescencias de *Canna edulis* KER frente a los horarios de visitas observados en C1 y C2



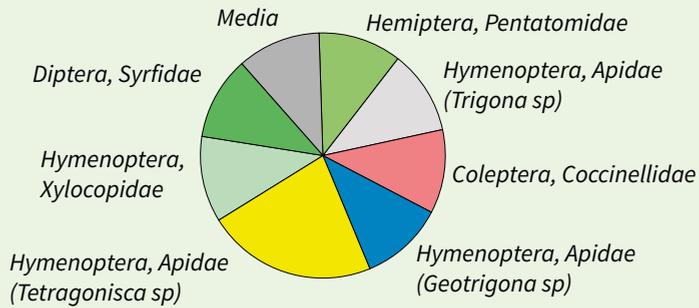
Frecuencia media



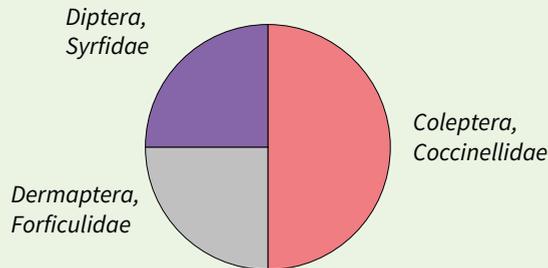
Frecuencia alta



Frecuencia baja



Frecuencia media



Las frecuencias de visita se indicaron a partir de los siguientes rangos: baja (menos de 4 individuos), media (4 a 6 individuos) y alta (más de 8 individuos). *Hymenoptera Apidae* (y, dentro de este grupo, destaca *Trigona sp.*) en C2 presentó mayor frecuencia dentro de este grupo. En el caso de C1, se destacan la mayor frecuencia de *Lepidoptera*, *Hymenoptera: Xylocopidae* e *Hymenoptera: Vespidae FRA* (0,95; 0,89 y 0,79 respectivamente). Por su parte, *Orthoptera: Gryllidae* realmente demuestra mayor frecuencia de visita.

Comportamiento de visita

No todos los visitantes florales polinizan, de ahí la importancia de identificar esas preferencias florales (Restrepo-Chica & Bonilla-Gómez, 2017). Así que las diferentes especies de plantas que se presentan en una comunidad generalmente son visitadas por los mismos animales. Los hallazgos de estudio validan ese comportamiento de visita no limitado a la polinización en el caso de las abejas, en cuanto a obtención de néctar. En el caso de *Trigona sp.* (específicamente, *Trigona fulviventris*) se observa perforación de nectario, mientras que *Apis mellifera* dilata su abdomen y se contrae al posarse sobre el tallo (poros cuticulares de la epidermis) o en el exterior del nectario.

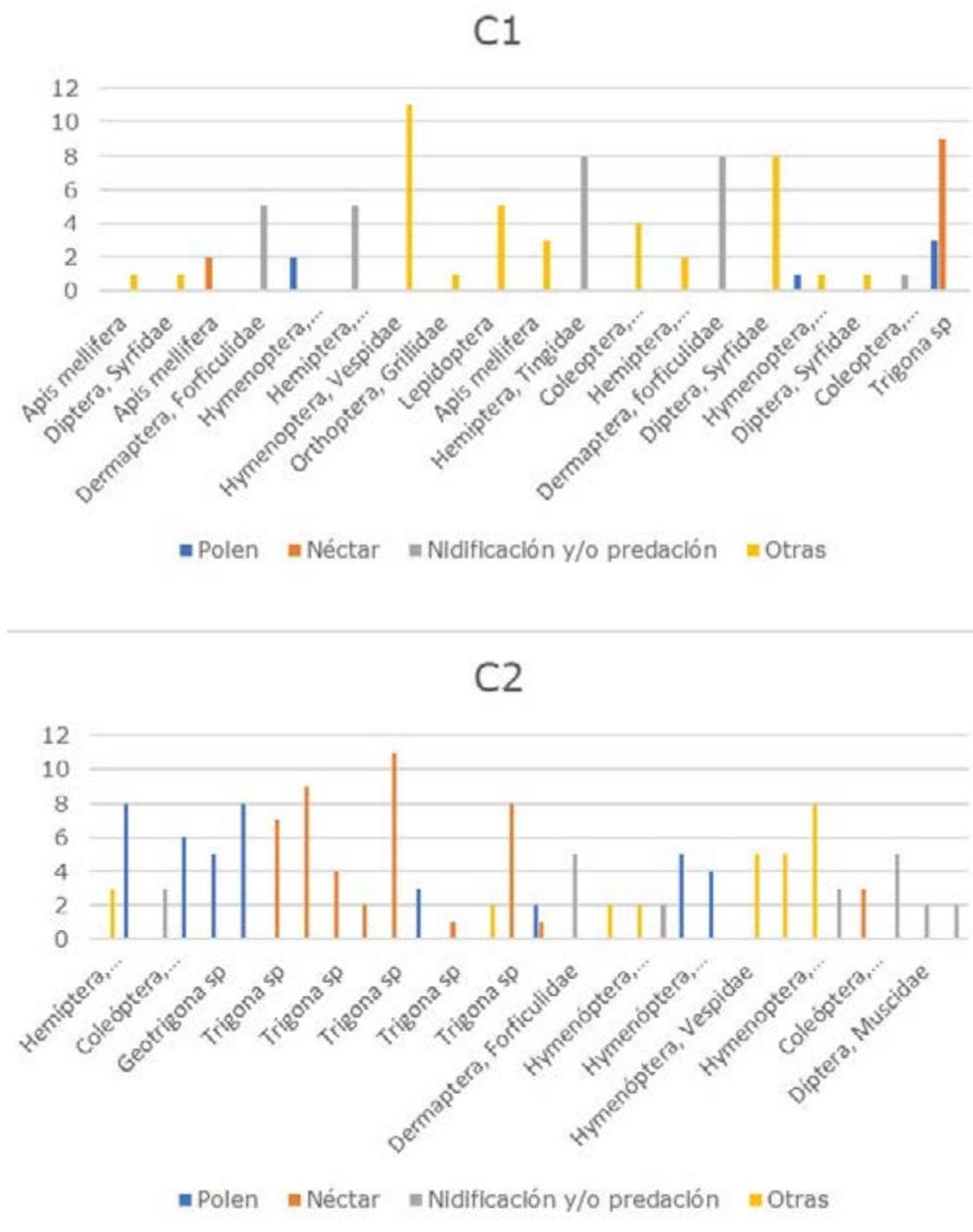
En el polen se observó que este se obtenía mientras las abejas caminaban sobre la flor, desprendiéndolo, pegándolo en sus cuerpos y aglomerándolo en las corbículas (extremidades traseras).



En la oferta néctar-polen se observó a las abejas pecoreando néctar y colectando polen de manera simultánea (Olaya, 2017). Así mismo, en el caso de *Apis mellifera*, se logró observar la obtención de prenέctar al adherirse a tallos, principalmente. También se estudió el comportamiento de visita de las diferentes comunidades de entomofauna diurna a los cultivares de *Canna edulis*, tomando como criterio las visitas legítimas e indicando el contacto con órganos reproductores de las flores y otras estructuras de la planta (Miñarro Pardo *et al.*, 2017).

Asimismo, se percibió la recompensa floral (polen, néctar y prenέctar) y otras demandadas por los diferentes insectos como lugares de depredación y nidificación en *Coleoptera*, *Coccinellidae*, *Diptera Syrphidae* y *Dermaptera Forficulidae* (como casos concretos).

Figura 6. Comportamiento de visita de los diferentes especímenes a inflorescencias de *Canna edulis* KER



Se logró determinar la mayor presencia y acción de forrajeo en *Canna edulis* KER ejercida por *Trigona* sp., cuyas recompensas florales básicamente son polen y néctar, al igual

que *Geotrigona sp.*, en el cultivar C2; su recompensa se fundamenta en la obtención de granos de polen. Por su parte, *Apis mellifera* se pudo encontrar en tallos y partes bajas de las flores con sospecha de prenectar y se observaron en su posición movimientos abdominales característicos.

De acuerdo con las observaciones en campo de inflorescencias de *Canna edulis*, fue común ver a insectos con especial actividad —destacando *Hymenoptera* e *Hymenoptera Apidae*, y otros especímenes, como arácnidos— desplazándose alrededor del *labelum* y acarreado el polen desde el estambre hacia el estigma (Ciciarelli, 2014). Esto manifiesta que cualquier progreso en la transformación del actual sistema agrícola convencional de carácter destructivo en uno ecológico tendrá muchos beneficios asociados en otras dimensiones del medio ambiente y la seguridad alimentaria humana; además, por supuesto, de claras ventajas en la salud integral de los polinizadores (Greenpeace, 2013).

Conclusiones

Este trabajo de investigación sobre visitantes florales, basado en caracterizar la entomofauna diurna, principalmente *Hymenoptera: Apidae*, en cultivos de Achira comestible (*Canna edulis* KER) en el municipio de Garzón, Huila, ha demostrado que en los cultivares de estudio *Trigona sp.*, *Tetragonisca sp.*, *Geotrigona sp.* y *Apis mellifera* (principalmente) contribuyen a la polinización y autopolinización de esta planta. Lo anterior, principalmente por efecto de golpeteo de sus estructuras sexuales. Se trata de visitantes permanentes, incluyendo controladores biológicos como *Coccinellidae*, *Syrphidae*, *Forficulidae* e *Hymenoptera Xylocopidae*; este último es catalogado como importante polinizador en floraciones de pasifloras, pero su baja frecuencia de visitas indica la necesidad de analizar sus poblaciones y posibles causas que inciten su declive.

El identificar especies nativas resalta la importancia de trabajar en su conservación y la protección de su hábitat natural, para mantener un adecuado suministro de servicios ecosistémicos a partir de cultivos y especies vegetales promisorias que propicien conservar el equilibrio de las poblaciones de la entomofauna local; especialmente las abejas, bioindicadoras de la salud de los diferentes hábitats.

Es perceptible la importancia de plantaciones de especies nativas, como la Achira, limitadas a labores culturales que, además de producir alimentos y otros subproductos a las familias, proporcionan servicios adicionales como áreas protectoras de especies tanto de flora nativa como de fauna silvestre, y como estrategia importante para la protección de las abejas tanto gestionadas (*Apis mellifera*) como nativas. Esto permite aportar a los ODS (Objetivos de Desarrollo Sostenible) en el propósito de frenar la pérdida de biodiversidad.

Con nuevos estudios, se espera identificar prácticas de manejo del cultivo de Achira como franja protectora en agroecosistemas cafeteros desarrollados bajo sistemas

de manejo convencional. Así mismo, este tipo de estudios proporcionan información importante sobre la diversidad, abundancia y comportamiento de los polinizadores; lo que ayuda a mejorar las prácticas de manejo agrícola, optimizar la producción y conservar la biodiversidad.

Además, esta caracterización puede identificar posibles amenazas para los polinizadores, como el uso de pesticidas, cambios en el hábitat y enfermedades. Esto permite implementar estrategias de conservación y manejo adecuadas para garantizar la sostenibilidad de los cultivos y la biodiversidad.

Referencias

- Bezerra, A. D. M., Pacheco Filho, A. J. S., Bomfim, I. G. A., Smaghe, G., & Freitas, B. M. (2019). Agricultural area losses and pollinator mismatch due to climate changes endanger passion fruit production in the Neotropics. *Agricultural Systems*, *169*, 49–57. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2018.12.002>
- Banguero, D., Montoya-Lerma, J., & Carabalí-Muñoz, A. (2020). Cargas polínicas en entomofauna visitante floral de *Persea americana* (Lauraceae) cv. Hass. *Caldasia*, *42*(1), 105–114. <https://doi.org/10.15446/caldasia.v42n1.77136>
- Chamer, A. M., Medan, D., Montaldo, N. H., Mantese, A. I., & Devoto, M. (2020). Visitantes florales del girasol (*Helianthus annuus*) y su vegetación acompañante en la Pampa Interior. *Ecología Austral*, *30*(2), 228–238. <https://doi.org/10.25260/EA.20.30.2.0.859>
- Ciciarelli, M. D. L. M. (2014). Nectarios septales, superficies nectaríferas, coléteres, y aspectos relacionados con la polinización en «*Canna lineata*» Ciciarelli («Cannaceae»-Zingiberales). *Botanica Complutensis*, *38*(0), 125–137. https://doi.org/10.5209/rev_BOCM.2014.v38.45781
- Duarte, S., & Almirall, A. L. (2020). Diversidad de insectos asociados a siete cultivos en el sistema de cultivo organopónico «1ro de julio» de La Habana. *Revista Científica Agroecosistemas*, *8*(2), 58–65.
- García Jiménez, A. (2018). La protección jurídica y administrativa de las abejas. *Actualidad Jurídica Ambiental*, *80*, 39–72. https://www.actualidadjuridicaambiental.com/wp-content/uploads/2018/06/2018_06_11_Garcia_Proteccion-juridica_abejas.pdf
- Gilpin, A.-M., Kobel, C., Brettell, L. E., O'Brien, C., Cook, J. M., & Power, S. A. (2022). Co-Flowering Species Richness Increases Pollinator Visitation to Apple Flowers. *Agriculture*, *12*(8), 1246. <https://doi.org/10.3390/agriculture12081246>

- Greenpeace. (2013). *El declive de las abejas-Peligros para los polinizadores y la agricultura de Europa*. Greenpeace. https://archivo-es.greenpeace.org/espana/Global/espana/report/Agricultura-ecologica/el_declive_de_las_abejas.pdf
- InfoStat. (2008). *InfoStat, versión 2008. Manual del Usuario* (1a ed.). Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Editorial Brujas.
- Jones, J., & Rader, R. (2022). Pollinator nutrition and its role in merging the dual objectives of pollinator health and optimal crop production. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 377(1853), 20210170. <https://doi.org/10.1098/rstb.2021.0170>
- Lowenstein, D. M., Huseeth, A. S., & Groves, R. L. (2012). Respuesta de las abejas silvestres (Hymenoptera: Apidae: Anthophila) a la cubierta terrestre circundante en wisconsin de pepino encurtido. *Entorno Entomol*, 41(3), 532–540.
- Miñarro Pardo, M., García García, D., & Martínez Sastre, R. (2017). *Biodiversidad de polinizadores en el manzano de sidra*. Universidad de Oviedo.
- Montoya Bonilla, B. P., Baca Gamboa, A. E., & Bonilla, B. L. (2017). Flora melífera y su oferta de recursos en cinco veredas del municipio de Piendamó, Cauca. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 15(edición especial 1), 20. [https://doi.org/10.18684/BSAA\(15\)20-28](https://doi.org/10.18684/BSAA(15)20-28)
- Neal, P. R., Dafni, A., & Giurfa, M. (1998). Floral Symmetry and its Role in Plant-Pollinator Systems: Terminology, Distribution, and Hypotheses. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 29(1), 345–373. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.29.1.345>
- Olaya, M. (2017). *Catálogo fotográfico de especies de flora apícola en los departamentos de Cauca, Huila y Bolívar*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Ortega, M. C., Mojica-Ramos, S. L., Vergara-Navarro, E. V., & Sotelo-Cardona, P. (2020). Entomofauna asociada al cultivo de Achira *Canna indica* (Cannaceae) en tres zonas de Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*, 46(1), e10167. <https://doi.org/10.25100/socolen.v46i1.10167>
- Pinilla-Gallego, M. S., & Nates-Parra, G. (2015). Visitantes florales y polinizadores en poblaciones silvestres de agraz (*Vaccinium meridionale*) del bosque andino colombiano. *Revista Colombiana de Entomología*, 41(1), 112–119.
- Restrepo-Chica, M., & Bonilla-Gómez, M. A. (2017). Dinámica de la fenología y visitantes florales de dos bromelias terrestres de un páramo de Colombia. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 88(3), 636–645. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2017.07.008>

- Reyes, M. F. J., Andrade, N. J. P., Bonilla, A. E. B., & Amat, A. L. B. (2019). Determinación de los requerimientos de riego por aspersión en el cultivo de la Achira (*Canna edulis*) y la influencia en sus etapas fenológicas. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 4(8), 908–939.
- Talavera Lozano, S., Arista Palmero, M., & Ortiz Ballesteros, P. L. (1996). Producción de néctar y frecuencia de polinizadores en *Ceratonia siliqua* L. (Caesalpiniaceae). *Anales del Jardín Botánico de Madrid*, 54(1), 540–546. <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/41243/Dialnet-ProduccionDeNectarYFrecuenciaDePolinizadoresEnCera-70469.pdf?sequence=1>
- Vu, T. H., & Le, Q. U. (2017). *Canna* comestible (*Canna edulis* Ker), un cultivo potencial para la industria alimentaria de Vietnam. *Revista Internacional de Macromoléculas Biológicas*, 95, 592–602.
- Yu, Q., Tian, X., Lin, C., Specht, C. D., & Liao, J. (2020). Expression and Function Studies of CYC/TB1-Like Genes in the Asymmetric Flower *Canna* (Cannaceae, Zingiberales). *Frontiers in Plant Science*, 11, 580576. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.580576>
- Zhao, T., Zhao, H., Yu, Q., Tian, X., Lin, C., & Liao, J. (2022). CiTFL1 and CiWUS Expression Provides Clues to the Mechanism of Flower Number Regulation in the Lateral Cincinni of *Canna indica*, a Zingiberales Species with Variable Inflorescence Architecture. *Journal of Plant Growth Regulation*, 41(4), 1800–1807.

Agradecimientos

Los autores hacen reconocimiento a los productores agrícolas propietarios de los cultivos de Achira (*Canna edulis* KER) monitoreados en las veredas Claros y Alto Fátima, en el municipio de Garzón, Huila. Agradecen también al estudiante Fabio Nelson Ibáñez Tovar por su apoyo durante las visitas de monitoreo en los cultivos objeto de investigación y al Dr. Adriano Antonio Rodríguez, magíster en Ciencias Biológicas, por sus aportes en la identificación taxonómica de especies halladas.

