

Asociación entre abejas sin aguijón (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) y camu camu (*Myrciaria dubia*: Myrtaceae) en la Amazonía peruana

Cesar Delgado, Claus Rasmussen¹ y Kember Mejía

Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, Iquitos, Perú
cdelgado@iiap.gob.pe

¹ *Department of Agroecology, Aarhus University, Dinamarca*

Resumen

La polinización es un servicio ecosistémico de gran importancia para el mantenimiento de los bosques y la provisión de alimentos en el mundo. El estudio se realizó entre septiembre y noviembre del 2018, con los objetivos de evaluar la diversidad de abejas sin aguijón asociadas al camu camu (*Myrciaria dubia*) y del incremento en la formación de frutos por polinizadores naturales, principalmente abejas sin aguijón. Se muestrearon seis parcelas cultivadas de camu camu en dos comunidades del bajo río Ucayali, provincia de Requena, departamento de Loreto en Perú. Se registraron nueve especies nativas de abejas sin aguijón y la especie exótica *Apis mellifera* Linnaeus asociados al camu camu. Las dos especies más abundantes fueron *Apis mellifera* con 26.5%, y *Melipona eburnea* Friese con 19.2%. Los insectos, principalmente abejas incrementaron hasta en 44% la producción de los frutos de camu camu.

Palabras clave: *diversidad, meliponas, polinización*

Association between stingless bees (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) and camu camu (*Myrciaria dubia*: Myrtaceae), in the Peruvian Amazon

Abstract

Pollination is an ecosystem service of great importance for forest maintenance and food security in the world. This study was conducted between September and November 2018 to evaluate the diversity of stingless bees associated with camu camu (*Myrciaria dubia*) and the increase in fruit formation through the presence of pollinators, chiefly stingless bees. Six cultivated plots of camu camu were sampled in two communities of the lower Ucayali River, Requena Province, Loreto Department in Peru. Nine species of stingless bees and the exotic *Apis mellifera* were recorded associated with camu camu. The two most abundant species were *A. mellifera* Linnaeus with 26.5%, *Melipona eburnea* Friese with 19.2%. Insects, mainly bees, contribute up to 44% increase in the production of camu camu fruits.

Keywords: *diversity, meliponas, pollination*

Introducción

La polinización es un servicio ecosistémico de gran importancia para el mantenimiento de los bosques y la producción de los cultivos agrícolas. Se estima que el 88% de las plantas con flores del mundo requieren de la polinización animal para reproducirse (Ollerton et al 2011), y aproximadamente el 75% de los cultivos alimentarios han mostrado una mayor producción como resultado de los polinizadores (Klein et al 2007,

Allsopp et al 2008). Adicionalmente, los polinizadores entre ellos las abejas contribuyen a mejorar la calidad del producto, uniformizan el tamaño del fruto y reducen el tiempo de cosecha (Nicholson y Ricketts 2019).

En Brasil, los insectos constituyen cerca del 99% de las interacciones polinizador-planta, siendo el orden Hymenoptera el dominante con 89%, y dentro del orden la familia Apidae representa el 74% (Giannini et al 2015). La diversidad de abejas nativas es esencial para mantener los servicios de polinización de los cultivos (Kremen et al 2002). Garibaldi et al (2013), realizando evaluaciones en diferentes sistemas de producción en el mundo, demostraron que la producción de frutos depende de la diversidad de insectos silvestres, más que de la abundancia de *A. mellifera*, y que la interacción entre visita a una flor y polinización o producción de frutos es más efectiva entre los insectos silvestres que en *Apis mellifera*. Esta mayor eficiencia de las abejas nativas en la polinización, se debe a la mayor cantidad de polen que transportan y depositan en el estigma de la flor (Javorek et al 2002, Button y Elle 2014).

El colapso de la desaparición de abejas de *Apis mellifera* se descubrió en el 2006, en países y lugares como Estados Unidos, Brasil y Europa, ocasionando consecuencias ambientales de baja producción en la agricultura moderna (Greenpeace 2013, Haubruge et al 2006). Esta crisis llevo a la proposición de la iniciativa internacional de polinizadores de un Programa de la Convención de la Diversidad Biológica (CDB), siendo uno de los requerimientos básicos para la agricultura sustentable, el desarrollo de polinizadores nativos.

El camu camu, *Myrciaria dubia* McVaugh (Myrtaceae), es una planta nativa de la Amazonía, que ha despertado gran interés en la industria mundial. Según Zapata y Dufour (1993) y Rodrigues et al (2001) sus frutos tienen alto contenido de vitamina C (2 500 a 5 000 mg de ácido ascórbico/100 g de pulpa). Esta especie vegetal presenta varias estrategias de polinización (Peter y Vásquez 1987, Oliva y Vilela 2008). Las abejas nativas son los agentes polinizadores más importantes para el camu camu (Peter y Vásquez 1987, Maues y Couturier 2002). En una población natural de camu camu en Perú se encontraron dos especies de abejas sin aguijón asociadas al camu camu (Peter y Vásquez 1987). En plantaciones cultivadas en la región de Pará en Brasil fueron registradas nueve especies (Maues y Couturier 2002) y en el departamento de Loreto en Perú 13 especies (Delgado y Vela 2012). El objetivo del presente trabajo fue evaluar la diversidad de abejas nativas asociadas al camu camu, y determinar el incremento en la formación de frutos por polinizadores naturales, principalmente abejas nativas sin aguijón.

Material y métodos

El estudio se realizó entre setiembre y noviembre de 2018, en plantaciones de *Myrciaria dubia* localizadas en la comunidad de Chingana (4 °.43'14S, 73°22'76W) y Sapuena (4° 43'17S, 73°42'76W) en la cuenca baja del río Ucayali, distrito de Saquena provincia de Requena, departamento de Loreto, Perú. Los suelos eran de tipo entisoles, ricos en nutrientes, inundados estacionalmente todos los años y que permanecían bajo el agua por un periodo de tres a cuatro meses. La temperatura media anual de la región es de 26 °C, con oscilaciones anuales que no sobrepasan los 5°C. La precipitación anual es de 2 500 mm, la estación lluviosa se concentra en el trimestre de marzo-mayo (Kalliola y Flores 1998). Las parcelas de camu camu pertenecían a pequeños agricultores, con promedio de 1 hectárea y entre 13-16 años. Contiguo a las parcelas estudiadas existían otras plantaciones de camu camu, que en conjunto formaban extensas áreas sembradas.

Para evaluar la diversidad de especies de abejas que visitan las inflorescencias de camu camu, se utilizó una red entomológica de 40 cm de diámetro y 2 m de largo. Por cada planta se realizaron dos arrastres sin repetición. El muestreo se realizó de 05:30 a 10 am, horas de mayor visita de las abejas a las inflorescencias de *M. dubia* (Maues et Couturier 2002). Para determinar el incremento en la formación de frutos de *M. dubia* por efecto de vectores que pueden manipular el polen, principalmente abejas, se seleccionaron tres parcelas de camu camu en cada comunidad, a una distancia mayor a 300 m entre parcela. En cada parcela se establecieron experimentos con cuatro tratamientos: a) Rama con botones florales aislados individualmente con tela sin malla, para determinar los niveles de polinización por autogamia; b) Rama con botones florales aislados en grupo con tela sin malla, para determinar el nivel de polinización por geitogamia; c) Rama con botones florales aislados en grupo con tela con malla de 4 mm, para observar polinización por el viento y por insectos de menor tamaño que las abejas de los géneros *Apis* y *Melipona*; d) Rama con botones florales sin aislar (testigo). Cada tratamiento estuvo conformada por 30 botones florales próximos a la antesis. Las ramas

seleccionadas fueron sujetadas con sogas, para evitar caída de frutos por movimiento y rozamiento de ramas por efecto de vientos.

Después de 27 a 35 días de instalado el experimento, se procedió a retirar la bolsa, y cuantificar el número de frutos formados en cada tratamiento. Para determinar la formación de frutos por efecto de las abejas, se restó el porcentaje de frutos formados en el tratamiento testigo (t), menos el porcentaje de frutos formados por geitogamia (c). Los datos de formación de frutos entre t y c, y entre comunidades fueron analizadas por la prueba de Mann-Whitney, utilizando el programa BioEstat 5.0 (Sociedade Civil Mamiurá, Amazonas, Brazil).

Resultado y discusión

Diversidad y abundancia de especies

Durante el estudio se registraron 569 individuos de abejas distribuidos en 10 especies que visitaron las flores de *M. dubia*, siendo nueve especies de abejas sin aguijón y *Apis mellifera* como especie exótica (Tabla 1). Otros pequeños insectos observados sobre la inflorescencia del *M. dubia*, fueron coleópteros (Coleoptera) de las familias Scolytidae, Chrysomelidae, Staphylinidae, dípteros (Diptera) de las familias Stratiomyidae y Syrphidae, avispas y hormigas (Hymenoptera) de las familias Vespidae y Formicidae.

Con este estudio se incrementaron a 17 las especies de abejas sin aguijón asociadas al camu camu en Perú y a 24 especies en global. La similaridad de especies entre todas las regiones geográficas fue baja, sólo se encontraron *A. mellifera* y *Trigona pallens*, siendo que *T. pallens* estuvo escasamente representada en ambas regiones. Se considera que la mayor diversidad de especies encontradas en el bajo Ucayali se debe a varios factores, entre ellos la edad y extensión de las plantaciones. En el bajo Ucayali, en el momento de muestreo las plantaciones de camu camu tenían 15 años de edad; mientras que, en la Región de Pará, Brasil, la parcela fue experimental y tenían apenas tres años de edad; a esta edad no todas las plantas ha iniciado la floración, ni han producido flores en cantidades normales. Por otro lado, la extensión de los cultivos en la zona del bajo Ucayali fue de 120 a 60 hectáreas, mientras que en la región de Para fueron pequeños campos experimentales. Está demostrado que la agricultura a pequeña escala (<2 ha) concentra mayor densidad de polinizadores, mientras que la de mayor escala presenta una mayor diversidad (Garibaldi et al 2016).

Tabla 1. Diversidad de abejas nativas sin aguijón asociadas a inflorescencias de *M. dubia*, registradas: A, en el presente estudio; B, en Loreto-Perú (Delgado y Vela 2012); C, en Para-Brasil (Maues y Couturier 2002)

Especies de abejas	A	B	C	Especies de abejas	A	B	C
<i>Apis mellifera</i> Linnaeus	x	x	x	<i>Scaptotrigona</i> sp.		x	
<i>Augochlora</i> sp.			x	<i>Tetragona clavipes</i> (Fabricius)	x	x	
<i>Cephalotrigona</i> sp.		x		<i>Tetragona</i> sp.		x	
<i>Exomalopsis auropilosa</i> Spinola			x	<i>Trigona amalthea</i> (Olivier)	x	x	
<i>Melipona compressipes</i> (Fabricius)			x	<i>T. amazonenses</i> (Ducke)	x		
<i>M. eburnea</i> Friese	x	x		<i>T. branneri</i> Cockerell			x
<i>M. grandis</i> Guérin	x	x		<i>T. dallatorreana</i> Friese		x	
<i>M. illota</i> Cockerell	x	x		<i>T. guianae</i> Cockerell	x		
<i>M. titania</i> Gribodo		x		<i>T. pallens</i> (Fabricius)		x	x
<i>Nannotrigona punctata</i> Smith			x	<i>T. recursa</i> (Smith)			x
<i>Oxytrigona</i> sp.	x			<i>T. truculenta</i> Almeida	x		
<i>Partamona</i> aff. <i>cupira</i> (Smith)			x	<i>Trigona</i> sp.		x	
<i>Partamona</i> sp.		x	x				

Cuando se compara la diversidad de especies de abejas sin aguijón reportada en nuestro estudio con el realizado en la misma zona por Delgado y Vela (2012), se encuentra una mayor diversidad en éste último trabajo. Esto posiblemente debido al abandono en que se encontraban las parcelas de *M. dubia*, lo que implica una disminución de la densidad de plantas y de áreas cultivadas. En Perú, al visitar diferentes áreas geográficas con poblaciones naturales y cultivadas de camu camu, se observó la presencia de *A. mellifera* en las inflorescencias de esta especie vegetal (Cesar Delgado, observación personal).

Las especies de abejas más abundantes encontradas en el estudio fueron *A. mellifera* (26.5%) y *Melipona eburnea* (19.2%). Estas dos especies representaron el 44.7% de los individuos que visitaron las inflorescencias de *M. dubia* (Figura 1). Delgado y Vela (2012), reportaron como especies más abundantes

asociadas a *M. dubia* a *Trigona* sp. con 32.3% y *A. mellifera* con 23.7%, las cuales representaron el 56% de los individuos. Entre 2012 y 2018 la estructura de la comunidad de abejas que visitaban las flores de camu camu ha variado, siendo que la población de *A. mellifera* se incrementó en aproximadamente 4%, y paso a ser la primera especie con mayor número de individuos, desplazando posiblemente a las especies de abejas sin aguijón. El incremento de *A. mellifera* viene de las poblaciones silvestres, porque en estas localidades no se cría esta especie, por temor a las picaduras que producen.

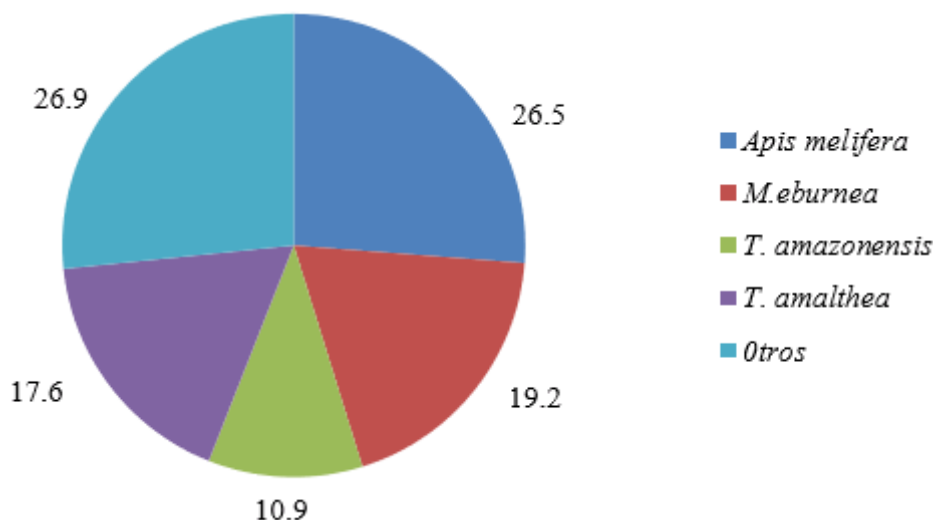


Figura 1. Abundancia relativa de abejas nativas sin aguijón y *A. mellifera* que visitan las inflorescencias de *M. dubia*, en la cuenca baja del río Ucayali, Loreto, Perú

Estudios realizados en otras regiones muestran que la diversidad de abejas nativas disminuye después de la introducción de *A. mellifera*, debido a una competencia por los recursos florales (Paini 2004, Badano y Vergara 2011). Durante cinco días de trabajo de campo, se observó que cuando *A. mellifera* visita una flor, las abejas nativas sin aguijón no se aproximan, hasta que éstas se retiran. Sin embargo, ambos grupos pueden utilizar el mismo recurso en momentos diferentes.

Ensayo de polinización

El promedio de frutos formados después de 27 a 35 días de iniciado el experimento, fue 3.2 frutos (18.8%) por autogamia, 4.6 (27%) por geitogamia, 10.1 (59.4%) por el viento y otros vectores biológicos menores que manipulan el polen y 17 (100%) en el grupo testigo. Se deduce que un 32.4% de la polinización se realiza por abejas. La producción de frutos de *M. dubia* fue mayor en el testigo que en el tratamiento (Mann-Whitney; $p > 0.05$); mientras que la producción de frutos por abejas fue 44.6% en la comunidad de Chingana y 37.7% en la comunidad Sapuena (Mann-Whitney; $p < 0.05$). En el cuerpo de las tres especies de abejas sin aguijón más abundantes y de *A. mellifera* capturadas en las inflorescencias de camu camu fueron encontrados granos de polen que corresponde a esta especie vegetal.

Estos resultados demuestran que las abejas constituyen los principales organismos biológicos que polinizan las plantas de camu camu, tal como fue encontrado en estudios realizados en poblaciones naturales y en plantaciones (Maues y Couturier 2002, Peters y Vásquez 1987). Otra cantidad importante de formación de frutos, es debido a las otras estrategias de polinización de la planta (Peter y Vásquez 1987, Oliva y Vilela 2008). La elevada producción de frutos de camu camu registrada en el presente estudio, puede ser un efecto de la mayor diversidad de insectos silvestre, entre ellos las abejas sin aguijón; más que la abundancia con que está presente *A. mellifera*, como fue demostrado en otros cultivos (Garibaldi et al 2013).

Conclusión

- *Myrciaria dubia* concentra una elevada diversidad de abejas, 17 especies nativas y *A. mellifera* en la Amazonia y Sur America.
- La edad, la extensión de las plantaciones y la geografía fueron los principales factores que terminaron la diversidad de especies de abejas sin aguijón.

- La abundancia de *A. mellifera* en las parcelas de *M. dubia* preocupa desde el punto de vista ecológico y agrícola, porque su comportamiento ocasiona el desplazamiento de las abejas nativas hacia otros nichos, limitando la polinización y producción de la especie vegetal por abejas sin aguijón.
- El incremento en la formación de frutos del camu camu por efecto de polinizadores, entre ellos abejas nativas, es alto. En algunas comunidades el incremento es mayor a 44%.
- Varios factores contribuyen a la polinización y formación de frutos, entre ellos, la diversidad de abejas, diversidad de especies cultivadas asociadas al camu camu, la edad de las plantas, extensión de las parcelas y factores ecológicos, como días de lluvias, seguidos de días soleados.
- Es necesario realizar mayores estudios que permitan conocer el efecto de la polinización por insectos en la cantidad de ácido ascórbico, tamaño de los frutos y precocidad de la cosecha de frutos de *M. dubia*.

Agradecimientos

El estudio forma parte de un Proyecto más amplio desarrollado por el Programa de Biodiversidad del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, el cual fue financiado por el Concejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Se agradecemos a Wilson Gonzales por su apoyo en el trabajo de campo, y a los agricultores de las comunidades de Sapuena y Chingana, por las facilidades y apoyo en sus comunidades durante el trabajo de campo.

Références

- Allsopp M H, Lange W J and Weldtman R 2008** Valuing insects pollination services with cost of replacement. PLoS ONE, 3(9): e3128. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0003128>
- Badano E I and Vergara C H 2011** Potential negative effects of exotic honey bees on the diversity of native pollinators and yield of highland coffee plantations. Agricultural and Forest Entomology, 13: 365-372. <https://doi.org/10.1111/j.1461-9563.2011.00527.x>
- Button L and Elle E 2014** Wild bumble bees reduce pollination deficits in a crop mostly visited by managed honey bees. Agriculture, Ecosystems and Environment, 197: 255-263. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2014.08.004>
- Delgado C and Vela M 2012** Las abejas nativas, Meliponas (Hymenoptera: Melliponidae) asociadas al camu camu *Myrciaria dubia*. Folia Amazonica, 21(1/2): 77-86. <https://doi.org/10.24841/fa.v21i1-2.35>
- Garibaldi L A, Steffan-Dewenter I and Winfree R 2013** Wild pollinators enhance fruit set of crops regardless of honey bee abundance. Science, 339(6127): 1608-1611. <https://doi.org/10.1126/science.1230200>
- Garibaldi L A, Carvalheiro L G, Vaissiere B E, et al 2016** Mutually beneficial pollinator diversity and crop yield outcomes in small and large farms. Science, 351(6271): 388-391. <http://dx.doi.org/10.1126/science.aac7287>
- Giannini T C, Boff S, Cordeiro G D, Cartolano E A, Veiga A K, et al 2015** Crop pollinators in Brazil: a review of reported interactions. Apidologie, 46(2): 209-223. <https://doi.org/10.1007/s13592-014-0316-z>
- GREENPEACE 2013** Le déclin des abeilles: Analyse des facteurs qui mettent en péril les pollinisateurs et l'agriculture en Europe, rapport technique, Greenpeace, Amsterdam, The Netherlands. <https://cdn.greenpeace.fr/site/uploads/2016/02/rapport-le-declin-des-abeilles.pdf>
- Haubruge E, Nguyen B K and Widart J 2006** Le dépérissement de l'abeille domestique, *Apis mellifera* L. 1758 (Hymenoptera: Apidae): Faits et causes probables. Notes Faunistiques de Gembloux, 59(1): 3-21. <https://pdfs.semanticscholar.org/abf4/adf8eea4d2a22e5af5769b91e01cdd6dd77c.pdf>
- Javorek S K, Mackenzie K E and Vander-Kloet S P 2002** Comparative pollination effectiveness among bees (Hymenoptera: Apoidea) on lowbush blueberry (Ericaceae: *Vaccinium angustifolium*). Annals of the Entomological Society of America, 95: 345-351. [https://doi.org/10.1603/0013-8746\(2002\)095\[0345:CPEABH\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1603/0013-8746(2002)095[0345:CPEABH]2.0.CO;2)
- Kalliola R and Flores S 1998** Geoeología y desarrollo Amazónico. Estudio integrado en la zona de Iquitos, Perú. 544., Finlandia, Go to Top un Yliopisto.

- Klein A M, Vaissière B E, Cane J H, Steffan-Dewenter I, Cunningham S A, Kremen C and Tschardt T 2007** Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B*, 274: 303-313. <https://doi.org/10.1098/rspb.2006.3721>
- Kremen C, Neal M, Williams M N and Thorp W R 2002** Crop pollination from native bees at risk from agricultural intensification. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 99(26): 16812-16816. <https://doi.org/10.1073/pnas.262413599>
- Maues M M and Couturier G 2002** Biología floral y fenología reproductiva del camu camu. *Revista Brasileira de Botanica*, 25(4): 441-448. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-84041999000100008>
- Nicholson C C and Ricketts H T 2019** Wild pollinators improve production, uniformity, and timing of blueberry crops. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 272: 29-37. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.10.018>
- Oliva C C and Vilela M D 2008** Mejoramiento genético y tasa de autofecundación del camu camu arbustivo en la Amazonía peruana. *Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal*, 30(2): 450-454. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452008000200031>
- Ollerton J, Winfree R and Tarrant S 2011** How many flowering plants are pollinated by animals?. *Oikos*, 120: 321-326. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2010.18644.x>
- Paini D R 2004** Impact of the introduced honey bee (*Apis mellifera*) (Hymenoptera: Apidae) on native bees: a review. *Austral Ecology*, 29: 399-407. <https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.2004.01376.x>
- Peters C M and Vásquez A 1987** Estudios ecológicos de camu camu (*Myrciaria dubia*). Producción de frutos en poblaciones naturales. *Acta Amazonica*, 16/17(1): 161-174. <http://dx.doi.org/10.1590/1809-43921987171174>
- Rodrigues R B, De Menezes H C, Cabral L M C, Dornier M and Reynes M 2001** An amazonian fruit with high potential as a source of vitamin C: The camu camu (*Myrciaria dubia*). *Fruits*, 56(5): 345-354. <https://doi.org/10.1051/fruits:2001135>
- Zapata S M and Dufour J P 1993** Camu-camu *Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaught Chemical composition of fruit. *Journal of the Science of food and Agriculture*, 61(3): 349-351. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2740610310>

Received 1 November 2019; Accepted 26 June 2020; Published 1 August 2020