

CAPÍTULO 6

BIOLOGÍA FLORAL, REPRODUCTIVA, POLINIZACIÓN Y POLINIZADORES EN GULUPA (*Passiflora edulis* var. *edulis*)

Guiomar Nates-Parra^{1,3}, Marisol Amaya Márquez², Rodolfo Ospina Torres¹,
Catalina Ángel Coca¹, Julián Medina Gutierrez¹

¹Laboratorio de Investigaciones en Abejas (LABUN), Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia

²Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia

³Autor para correspondencia: mgnatesp@unal.edu.co

En *Passiflora edulis* hay dos variedades: una de fruto púrpura, *Passiflora edulis* Sims f. *edulis*, conocida en Colombia como gulupa o curuba redonda, que es la variedad más tolerante al frío (Ulmer y McDougal, 2004; Morton, 1987), y otra de fruto generalmente amarillo, *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Degener, o maracuyá amarillo. La forma púrpura se encuentra todavía en estado silvestre, mientras que no existe un reporte claro sobre la existencia de la forma amarilla en estado silvestre. Para Beal (1975 cit. en Coppens D'Eeckenbrugge et al., 2001) las divergencias ecológicas y reproductivas entre ellas dejan dudas sobre su origen común y hasta sobre su pertenencia a una misma especie. La gulupa ocupa el tercer renglón de frutos exportados por Colombia al mercado europeo (Pinzón et al., 2007) y se le cultiva en distintos pisos altitudinales y regiones de Colombia. A pesar de su importancia y el potencial económico de esta fruta, es poco lo que se conoce sobre su biología reproductiva, visitantes florales y polinizadores. Se conocen registros de polinizadores para el maracuyá, donde se mencionan a *Apis mellifera*, *Xylocopa frontalis*, *Xylocopa grisescens*, *Xylocopa suspecta*, *Eulaema cingulata* y avispas de la Familia Scoliidae (Camillo 1996, 2003; Ramírez, 2006; Calle et al., 2010). En Japón se ha reportado la necesidad de una polinización manual, implicando un alto insumo para este cultivo (Ishihata, 1981). En contraste con el gran número de estudios sobre biología floral y polinización del maracuyá, solo se conoce un estudio sobre biología floral y polinizadores de gulupa realizado en la India (Kishore et al., 2010) y un estudio recientemente realizado por nosotros sobre la biología floral y reproductiva de la gulupa en el departamento de Boyacá (Ángel-Coca et al., 2011), donde se evidenció la necesidad de los agentes polinizadores para una buena

producción del cultivo. Los resultados presentados en este capítulo hacen parte del proyecto de investigación 'Manejo de la polinización con abejas en cultivos de gulupa y granadilla', cuyo propósito fue conocer los visitantes y polinizadores de la granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) y la gulupa (*Passiflora edulis* Sims f. *edulis*), así como también la eficiencia de los polinizadores y su manejo en los cultivos. Se presentan los principales resultados obtenidos respecto a la gulupa y se confirma la necesidad de agentes polinizadores para la producción de gulupa, a la vez que se distingue entre visitantes florales y polinizadores en cultivos localizados en dos alturas diferentes.

El trabajo se desarrolló en el municipio de Buenavista (Boyacá), localizado en la vertiente occidental de la cordillera oriental durante los meses de mayo a octubre de 2009. En primera instancia fue necesario conocer la biología floral y reproductiva de la especie para posteriormente registrar el comportamiento tanto de agentes polinizadores como de visitantes. Se seleccionaron dos cultivos en el rango de alturas comprendido entre 1.600 y 2.300 msnm. Con el fin de valorar el efecto de los polinizadores sobre la producción de frutos, se realizaron experimentos de polinización controlada, aplicando tres tratamientos: autopolinización, polinización cruzada y blanco. Las flores experimentales provinieron de plantas individuales diferentes, a las cuales se las embolsó desde el estado de botón y se esperó hasta que alcanzaran la fase floral F3 para aplicar el tratamiento. Se escogió la fase F3 con el fin de homogenizar el estado en el cual se polinizaron las flores manualmente, y porque de acuerdo con Ángel-Coca *et al.* (2011), esta fase floral es óptima para la reproducción sexual.

Para determinar los visitantes florales de *P. edulis* f. *edulis* se realizaron observaciones diurnas sobre las flores. Los insectos visitantes fueron capturados directamente de las flores y coleccionados para su posterior determinación en el Laboratorio de Abejas de la Universidad Nacional de Colombia (LABUN). Los colibríes fueron identificados con guías de campo. Para verificar la eficiencia de los visitantes como polinizadores, se hicieron observaciones de la conducta de estos en las flores, y junto con ayuda de fotografías se determinó para los individuos de cada especie visitante si hacían contacto con las estructuras masculinas y femeninas de la flor (Pellmyr, 2002 p. 160). Los registros se hicieron diariamente y de manera sistemática con el fin de evaluar la condición frecuente o esporádica de la especie visitante.

6.1. Biología floral y reproductiva

Las flores de la gulupa son perfectas, completas y diurnas; presentan antesis entre las 6:00 y las 8:00 horas, con longevidad floral promedio de 25 horas. Pre-

sentan además cuatro fases fenológicas de acuerdo con el estado sexual de la flor, su apariencia morfológica y los patrones de producción de néctar; estas son: (F1) Flor femenina con hercogamia; (F2) Flor homógama con hercogamia; (F3) Flor homógama sin hercogamia; y (F4) Flor senescente (Figura 6.1). Aunque el estigma está receptivo durante todas las fases florales, el mayor porcentaje de frutos se forma cuando la flor recibe polinización en la segunda y tercera fases (Ángel-Coca *et al.*, 2011).

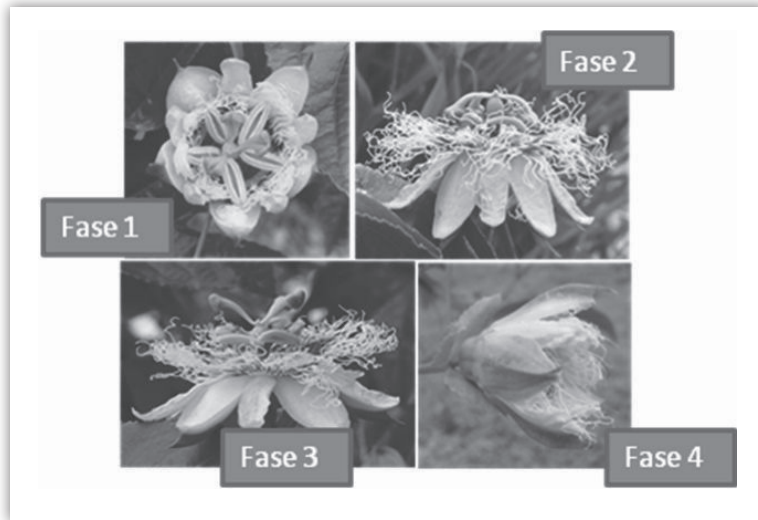


Figura 6.1. Fases fenológicas en flores de gulupa.

6.2. Polinización y polinizadores

Se confirmó la autocompatibilidad de *Passiflora edulis* f. *edulis* con los tratamientos de autopolinización y de polinización cruzada (los porcentajes de formación de frutos fueron de 84,5% y 86,5%, respectivamente). De otra parte, el porcentaje de frutos formados en las flores embolsadas fue nulo, mientras que en las flores expuestas a los polinizadores fue de 77%, confirmándose la necesidad de polinizadores en el cultivo de gulupa para obtener una buena producción de frutos, tal como fue reportado por Ángel-Coca *et al.* (2011). En los dos cultivos estudiados se registraron 19 especies de visitantes florales, correspondientes a dos especies de colibríes y 17 especies de insectos pertenecientes a tres órdenes: 14 especies fueron Hymenoptera (74%), dos Díptera (10,4%), uno Lepidoptera (5,2%) y dos especies de aves de la familia Trochilidae (10,4%). Dentro de estos visitantes florales se observaron cinco especies de abejas haciendo contacto frecuente con las partes reproductivas de la flor (antera/estigma): *X. frontalis*, *X. lachnea*, *Epicharis* sp., *A. mellifera* y *E. cingulata*, por lo cual estos visitantes florales se confirman como polinizadores. El resto de

especies que no hicieron contacto con los órganos reproductivos (estigma-antera) fueron consideradas como visitantes no polinizadores, y aquellas en las que los individuos hicieron contacto con anteras y estigma pero cuya presencia no fue constante dentro del cultivo fueron consideradas polinizadores ocasionales (Tabla 6.1). En estudios futuros se debe investigar el grado de antagonismo que los visitantes no polinizadores imponen sobre las flores de la gulupa, y si la eficiencia de las especies polinizadoras cambia con los años o con el clima.

Tabla 6.1. Especies visitantes de las flores de la gulupa (*Passiflora edulis f. edulis*): capacidad de los visitantes para tener contacto con los dos tipos de órganos reproductivos de la flor (+), ausencia de contacto con uno o ambos órganos reproductivos (-), polinizador ocasional (OC), no se registró la conducta del visitante floral (?).

Orden	Especie	Estructura de contacto	
		Estigma	Anteras
Hymenoptera	<i>Xylocopa frontalis</i>	+	+
	<i>Xylocopa lachnea</i>	+	+
	<i>Eulaema cingulata</i>	+	+
	<i>Bombus atratus</i>	?	?
	<i>Epicharis</i> sp.	+	+
	<i>Frieseomelitta</i> sp.	-	-
	<i>Trigona fulviventris</i>	-	-
	<i>Trigona angustula</i>	-	-
	<i>Trigona amalthea</i>	OC	OC
	<i>Paratrigona eutaniata</i>	-	-
	<i>Geotrigona</i> sp.	-	-
	<i>Apis mellifera</i>	+	+
	Vespidae	?	?
	Vespidae	-	-
Diptera	Sciaridae	-	-
	<i>Dapsiops</i> sp.	OC	OC
Lepidoptera	Hesperiidae	-	-
Trochiliformes	<i>Amazilia tzacatl</i>	OC	OC
	<i>Amazilia cyanifrons</i>	OC	OC

En algunos cultivos, particularmente aquellos localizados a mayores alturas (2.200 msnm), se encontró *Apis mellifera* como único polinizador de *P. edulis* f. *edulis*; sin embargo, en cultivos a menores altitudes se observó un mayor número de especies polinizadores. En los tratamientos de visitas únicas que se realizaron en el cultivo a mayor altitud, *A. mellifera* generó fructificación en el 53% de los casos, mientras que en el cultivo a menor altura, *Xylocopa* produjo 73% de frutos. *Epicharis* sp. formó frutos con siete visitas únicas en todas las oportunidades. Las visitas de los colibríes, aunque frecuentes, demostraron no ser eficientes con una formación de frutos del 8%. Al analizar la formación de frutos y el número de semillas en visitas únicas se observaron diferencias significativas (Kruskall-Wallis $P < 0,05$) entre el número de semillas por fruto producidas por *Xylocopa* (150 ± 29) y *A. mellifera* (109 ± 42).

En resumen, *P. edulis* f. *edulis* puede ser polinizada tanto por *Apis mellifera* como por abejas grandes de los géneros *Xylocopa*, *Epicharis* y *Eulaema*, dependiendo de la altura donde se encuentren los cultivos y de la matriz que los rodee (Medina *et al.*, en preparación). Sin embargo, las especies de abejas robustas como *Xylocopa*, *Epicharis* y *Eulaema* mostraron ser polinizadores más eficientes, puesto que necesitan un menor número de visitas para lograr la formación de frutos con un tamaño y número de semillas apropiado (Figura 6.2).

Según los resultados, la región de Buenavista aún conserva una importante fauna de abejas polinizadoras de pasifloras y en particular de gulupa, por lo cual se hace necesario dar a conocer esta información a los productores y habitantes de



Figura 6.2. *Eulaema cingulata* polinizando una flor de gulupa (*Passiflora edulis* f. *edulis*). A medida que la abeja recorre circularmente la flor para acceder al néctar escondido en la cámara del néctar, su cabeza y tórax hacen contacto con las estructuras reproductivas de la flor.

la región con el fin de conservar y beneficiarse de la presencia de estas abejas polinizadoras, logrando una proyección del cultivo a largo plazo. Para el planeamiento y puesta en marcha de un cultivo de frutales es necesario considerar el valor del servicio de polinización (Calle *et al.*, 2010) con el objetivo de obtener cosechas buenas y abundantes.

Uno de los puntos importantes a considerar con respecto a la conservación de los polinizadores es el manejo agronómico de los cultivos, en lo que atañe a la aplicación de pesticidas que pueden ocasionar la disminución o desaparición de las abejas polinizadoras. Conociendo la actividad diaria de forrajeo de tales polinizadores, es posible planear las actividades de control de plagas y enfermedades, de manera que la aplicación de los insecticidas no cause daños a la población de polinizadores, especialmente a las especies de gran tamaño del género *Xylocopa*.

LITERATURA CITADA

- Ángel-Coca, C.; Nates-Parra, G.; Ospina-Torres, R.; Ortiz-Melo, D.; Amaya-Márquez, M. (2011). *Biología floral y reproductiva de la gulupa Passiflora edulis Sims f. edulis*. Caldasia. 33(2): 413-431.
- Calle, Z.; Guariguata, M.; Giraldo, E.; Chará, J. (2010). *La producción de maracujá (Passiflora edulis) en Colombia: perspectivas para la conservación de hábitat a través del servicio de polinización*. Interciencia. 35(3): 207-212.
- Camillo, E. (1996). *Utilização de espécies de Xylocopa (Hymenoptera, Anthophoridae) na polinização do maracujá amarelo*. In: Encontro Sobre Abelhas. (2, 1996, Ribeirão Preto, BR). Anais. pp. 141-146.
- Camillo, E. (2003). *Polinização do maracujá*. Holos Editora, Ribeirão Preto, SP. 44 pp.
- Coppens d'Eeckenbrugge, G.; Barney, V. E.; Jørgensen, P. M.; MacDougal, J. (2001). *Passiflora terminata, a new cultivated species of Passiflora subgenus Tacsonia (Passifloraceae)*. Novon. 11: 1(8-15).
- Ishihata, K. (1981). *Studies the morphology of flowering organs and fruit bearing in purple passion fruit, Passiflora edulis Sims*. Mem. Fac. Agr. Kagoshima Univ. 31: 25-31.
- Kishore, K.; Pathak, K. A.; Shukla, R.; Bharali, R. (2010). *Studies on floral biology of passion fruit (Passiflora spp.)*. Pakistan Journal of Botany 42: 21-29.
- Morton, J. (1987). *Passion fruit*. En: Morton, J. F. (ed.): *Fruit climates*. Miami, Florida, Estados Unidos: Florida Flair Books.
- Pellmyr, O. (2002). *Pollination by animals*. En: *Plant-Animal Interactions. An Evolutionary Approach*. Herrera, C. M.; Pellmyr, O. (Eds.). Massachusetts: Blackwell Publishing. 157-184 pp.
- Pinzón, M.; Fisher, G.; Corredor, G. (2007). *Determinación de los estados de madurez del fruto de la gulupa (Passiflora edulis Sims)*. Agronomía Colombiana 25: 83-95.
- Ramírez, W. (2006). *Hibridación interespecífica en Passiflora (Passifloraceae), mediante polinización manual, y características florales para la polinización*. Lankesteriana 6(3): 123-131.
- Ulmer, T.; MacDougal J. (2004). *Passiflora: passion flowers of the world*. Timber Press Portland, Oregon. pp. 69-70.