

**ORIGINAL ARTICLE / ARTÍCULO ORIGINAL****FLORAL VISITORS IN *SALVIA RHOMBIFOLIA* RUIZ & PAVON (LAMIACEAE) IN LIMA, PERU: A BEE-POLLINATED SPECIES****VISITADORES FLORALES EN *SALVIA RHOMBIFOLIA* RUIZ & PAVON LAMIACEAE) EN LIMA, PERU: UNA ESPECIE POLINIZADA POR ABEJAS**Lianka Cairampoma¹ & Carlos Martel¹

¹Museo de Historia Natural - Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
Apartado 14-0434, Lima-Perú.
liankacb@gmail.com

The Biologist (Lima), 2012, 10(2), jul-dec: 97-103.

ABSTRACT

We study the mechanisms, rates and agents involved in pollination and subsequent reproduction of *Salvia rhombifolia*. It characterized its floral visitors by recorded their visit frequency, also we measured its reproductive success by the percentage of seed production. Four bee species, one dipterous species and two hummingbird species were seen visiting flowers. Due hummingbirds were not actively carry pollen during their visits, they were classified as opportunistic; on the other hand, three bee species were principal pollinators because they carry and actively transfer pollen among *S. rhombifolia* flowers.

Keywords: Hymenoptera, Lomas ecosystem, Pollination, *Salvia*.

RESUMEN

Se estudian los mecanismos, ritmos y agentes que intervienen en la polinización y subsecuente reproducción de *Salvia rhombifolia* Ruiz & Pavon. Se caracterizan a sus visitantes florales y se registra la frecuencia de visitas; así mismo se cuantifica su éxito reproductivo mediante el porcentaje de producción de semillas. Se observaron cuatro especies de abejas, un díptero y dos de colibríes como visitantes florales. Dado que no se observó a los picaflores transportando polen durante sus visitas fueron considerados como visitantes oportunistas; en tanto que las abejas actuaron como polinizadores principales al transportar y transferir polen entre flores de *S. rhombifolia*.

Palabras clave: Ecosistema de Lomas, Hymenoptera, Polinización, *Salvia*.

INTRODUCCIÓN

Salvia L. con alrededor de 1000 especies, es el género más diverso de la familia Lamiaceae (Walker *et al.* 2004, Wester & Claßen-Bockhoff 2007). En el Nuevo Mundo existen alrededor de 500 especies (Walker & Elisens 2001), siendo uno de sus centros de diversidad los Andes (Walker *et al.* 2004). *Salvia* presenta una notable diversidad en morfología floral y biología de polinización. Es típicamente caracterizada por la modificación de su estructura estaminal, que expresa únicamente dos estambres, los que presentan un alargamiento en sus conectivos, permitiendo la formación de un mecanismo de “palanca estaminal” (Claßen-Bockhoff *et al.* 2003, Wester & Claßen-Bockhoff 2007). Este mecanismo juega un rol crucial en el proceso de transferencia del polen, debido a que facilita la deposición del polen en el polinizador y su subsecuente transferencia al estigma en la siguiente flor (Claßen-Bockhoff *et al.* 2004, Walker & Sytsma 2007). El polen es depositado en el dorso del agente, mecanismo conocido también como deposición nototribica (Sprengel 1793, Claßen-Bockhoff *et al.* 2003).

En plantas polinizadas por animales las adaptaciones florales para atraer y recompensar polinizadores juegan un rol clave con respecto a su éxito reproductivo (Faegri & van der Pijl 1979, Waser *et al.* 1996). Diferentes polinizadores promueven presión selectiva para diversas características y arquitecturas florales, las cuales son conocidas como “síndromes de polinización” (Fenster *et al.* 2004). Muchas especies están adaptadas a polinizadores específicos o a grupos funcionales de estos, es decir son “especialistas” (Faegri & van der Pijl 1979, Fenster *et al.* 2004); en tanto que otras especies están adaptadas a una gran variedad de polinizadores, siendo “generalistas” (Ollerton 1996, Waser *et al.* 1996). *Salvia* se encuentra en un sistema predominantemente

especialista, aunque especies generalistas han sido registradas (Reith *et al.* 2006).

En Perú, la especiación de *Salvia* parece haberse visto favorecida por la topografía y el clima, la misma que genera una amplia variedad de hábitats (Harley 1992). Se registran 81 especies (Brako & Zarucchi 1993), siendo alrededor de la mitad de ellos endémicos (Rodríguez 2006, Granda 2010).

Salvia rhombifolia Ruiz & Pavon es una hierba anual, muy ramificada, con largas ramas; presenta una inflorescencia de menos de 10 cm de largo; brácteas fugaces y ausentes durante la antesis; la corola mide de 10-12 mm de largo, azules, con el labio inferior ligeramente más largo que el superior (Wood 2007). La especie se distribuye desde áreas costeras (formaciones de lomas) hasta los 4000 m, en roquedales y áreas arbustivas (Brako & Zarucchi 1993). En las formaciones de lomas se encuentra en floración desde agosto a octubre (Cairampoma & Martel, observaciones personales). Por su condición anual, esta especie se reproduce exclusivamente mediante semillas. Por su morfología floral ha sido considerada como una especie potencialmente polinizada por abejas (melitófila) (Wester & Claßen-Bockhoff 2011), aunque hasta ahora no habían registros específicos de sus polinizadores.

En el presente trabajo se caracterizan los visitantes florales de *S. rhombifolia* en una Loma costera del Perú, cuantificamos el éxito reproductivo en condiciones naturales y discutimos la significancia de su sistema de polinización en un área de ecosistema de lomas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los datos fueron colectados durante agosto y septiembre del 2009, durante los picos de floración de *S. rhombifolia*. El estudio se realizó en poblaciones naturales presentes en

las lomas de Manzano; ubicado en el departamento de Lima, provincia de Lima, distrito Pachacamac, a 12°12'19" S 76°49'19" W, y 334 m de elevación. El clima es típicamente húmedo durante los meses de invierno, con densas neblinas que originan las llamadas "garúas". Dicha humedad es la clave para el desarrollo de comunidades vegetales como el Amancay (*Ismene amancaes* (Ker Gawl.) Herb).

Observaciones detalladas de los visitantes florales fueron registradas desde las 9:00 h hasta las 16:00 h, acumulando un total de 40 h de observación. Se registraron mediante documentación fotográfica y anotaciones a los insectos y aves que visitaron las flores de *S. rhombifolia*. Los insectos observados fueron colectados en etanol de 70° para su posterior identificación mediante el uso de claves especializadas (Aguilar 1961, 1964, 1965) y por comparación en laboratorio (UNMSM).

Las aves fueron fotografiadas e identificadas con ayuda de guías especializadas (Clements & Shany 2001, Schulenberg *et al.* 2007). Únicamente se colectaron uno o dos individuos de cada especie de insecto observado para evitar un impacto negativo sobre la fauna del lugar; por el mismo motivo no se colectaron las aves observadas y la identificación fue mediante registro fotográfico. El éxito reproductivo fue calculado mediante el porcentaje de óvulos que lograron fructificar por cada flor y planta.

RESULTADOS

Las flores de *S. rhombifolia* son típicamente bilabiadas con síndrome melitofílico, con el sistema de palanca estaminal funcional (Fig. 1).

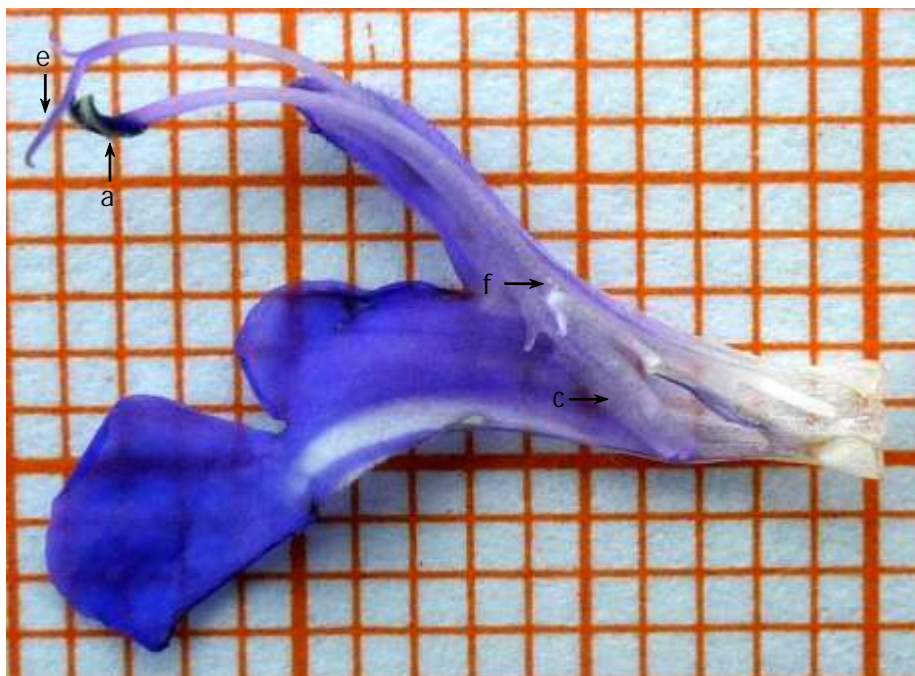


Figura 1. Flor en corte longitudinal de *S. rhombifolia* mostrando el sistema de palanca estaminal; a = anteras, e = estilo, f = filamento, c = conectivo.

Se observó que las flores de *S. rhombifolia*, fueron visitadas por cinco especies de la clase Insecta y dos especies de Trochilidae (picaflores) (Tabla 1); donde las abejas (orden Hymenoptera) fueron el grupo predominante de visitantes.

Las frecuencias de visitas por parte de los insectos ocurrieron desde las 10:00 h hasta las 15:00 h, ocurriendo la mayor intensidad de visitas entre las 12:00 y 14:00 h. Los picaflores visitaron las flores desde las 10:00 h hasta las 14:00 h, ocurriendo la mayor intensidad de visitas entre las 11:00 y 12:00 h (Fig. 2).

De acuerdo con la observación del comportamiento de los visitantes florales, fueron categorizados. En tal sentido, tres de las especies de Hymenopteros fueron consideradas como polinizadores principales, debido a que se cargan de polen a través de una transferencia nototribica (con activación de la palanca estaminal) y en sus subsiguientes visitas lo transfieren al estigma. En tanto que las demás especies fueron consideradas como polinizadores de menor importancia u oportunistas, toman el néctar haciendo un mínimo contacto con las anteras (Trochilidae)

limitando o evitando la deposición de polen; o no polinizadores ya que adquieren la recompensa sin hacer contactar el polen con el estigma (Syrphidae, toma fluidos estigmáticos o polen de la antera; Halictidae, toma el polen directamente de las anteras).

Las abejas (*Apis mellifera* Linnaeus, 1758, *Xilocopa* sp. y *Megachile* sp.) mostraron ser los principales polinizadores. Entre estos, las abejas de la miel y los abejorros fueron los que visitaban más constantemente y en mayor intensidad las flores de *S. rhombifolia* para coleccionar el néctar. La longitud del tubo de la corola de *S. rhombifolia* es de 7 mm, en tanto que la longitud del pico de *Thaumastura cora* Lesson & Garnot, 1827 como *Myrtis fanny* Lesson, 1838 es superior a esta longitud, por lo que este factor fue el limitante en el depósito y posterior transporte de polen para ambos casos.

Con respecto al éxito reproductivo, se observó que el 87,1% de los óvulos por cada individuo llegaron a formar semillas, donde la producción promedio de semillas por planta fue de 117,3.

Tabla 1. Listado de especies observadas visitando flores de *S. rhombifolia* (Recompensa: P = polen; N = néctar; JE = jugo estigmático. Tipo de visitante: NP = no polinizador; PP = polinizador principal; PS = polinizador secundario).

Orden	Familia	Especie	Recompensa	Tipo de visitante
Diptera	Syrphidae	<i>Episyrphus</i> sp.	P, JE	NP
	Apidae	<i>Apis mellifera</i>	P, N	PP (++)
Hymenoptera	Xylocopidae	<i>Xilocopa</i> sp.	N	PP (++)
	Megachilidae	<i>Megachile</i> sp.	N, P	PP (+)
	Halictidae	<i>Agapostemon</i> sp.	P	NP
Apodiformes	Trochilidae	<i>Myrtis fanny</i>	N	PS
		<i>Thaumastura cora</i>	N	PS

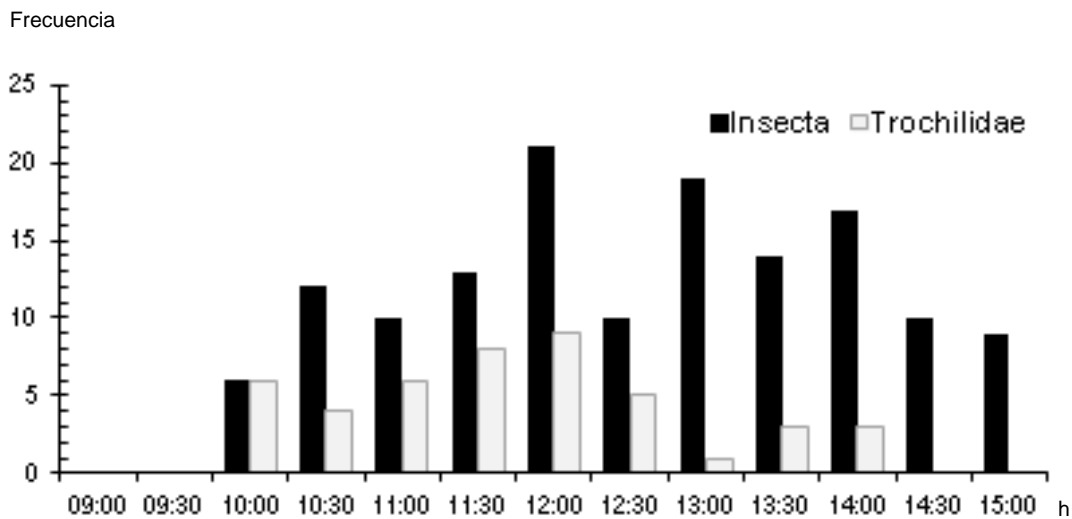


Figura 2. Frecuencia de vistas de abejas y picaflores sobre *S. rhombifolia*.

DISCUSIÓN

Se encontró que los insectos fueron los principales visitantes florales de *S. rhombifolia*, en el que los Hymenopteros jugaron un papel crucial en la polinización. Dafni *et al.* (2000) remarcan la importancia de los pelos dorsales de algunas abejas en la colección y transferencia de polen en flores nototribicas de Lamiaceae. Adicionalmente, se ha reportado que Megachilidae es un polinizador eficiente en otras flores nototribicas de Fabaceae y Scrophulariaceae (McGuire 1993, Momose *et al.* 1998, Dafni *et al.* 2000); y que especies de *Xylocopa* son polinizadores comunes en algunas flores nototribicas largas de Fabaceae (Endress 1994, Momose *et al.* 1998, Mack & Milligan 1998). En tal sentido, nuestras observaciones concuerdan con anteriores afirmaciones, ya que las tres de las cuatro especies de abejas visitantes en *S. rhombifolia*, actuaron como polinizadores fidedignos; lo que además corrobora la hipótesis de Wester & Claßen-Bockhoff (2011), que clasificaron a *S. rhombifolia* como una especie melitófila.

Los picaflores se podrían considerar como visitantes oportunistas debido a que el tamaño del pico en las dos especies fue mayor

respecto de la corola y el estambre; en tanto que *A. mellifera* puede considerarse como un polinizador naturalizado de *S. rhombifolia*, al activar la palanca estaminal y transferir el polen entre las flores visitadas.

La morfología floral presente en *S. rhombifolia* coincide con especies con síndrome melitofílico (Faegri & van der Pijl 1979, Wester & Claßen-Bockhoff 2011), por lo cual presenta adaptaciones para ser polinizadas principalmente por abejas. Sin embargo, otras especies, como los colibríes o moscas, visitan las flores de *S. rhombifolia* prestando servicios limitados como polinizadores y actuando como robadores florales. En algunos estudios los colibríes han sido registrados como robadores de néctar (Lara & Ornelas 2001), reduciendo o aumentando el fitness de las especies a las que roban (para una revisión sobre robadores de néctar ver Maloof & Inouye 2000). Para evitar las visitas a las flores por parte de especies no deseadas, las plantas presentan adaptaciones morfológicas, repelentes y otros que evitan o limitan sus visitas. En caso de *S. rhombifolia*, al parecer las adaptaciones o repelentes de visitantes no deseados son limitados, probablemente porque la especie prioriza el gasto de recursos en mayores tasas de crecimiento y producción de recompensas; ya que el tiempo de desarrollo se

ve limitado a los pocos meses de neblina. Similar a lo observado en relaciones planta-herbívoro (Coley *et al.* 1985).

La tasa de fructificación en *S. rhombifolia* fue bastante alta en comparación con otras especies de Lamiaceae, tales como *Thymus loscosii* Willk. (Orellana *et al.* 2005). Esto aseguraría, en cierto grado, la formación de nuevos individuos para la próxima estación de lomas.

Es muy probable que el espectro de los polinizadores de *S. rhombifolia* cambie a lo largo de su distribución. En las zonas altoandinas seguramente el espectro varía en mayor medida ya que la importancia de las abejas como polinizadores decrece en áreas de alta elevación (Warren *et al.* 1988). Por ello, es necesario realizar mayores análisis sobre los visitantes florales de *S. rhombifolia* en otras áreas de su distribución.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, P. 1961. Insectos polinizadores más comunes en Lima y alrededores. *Revista Peruana de Entomología*, 4: 81-82.
- Aguilar, P. 1964. Especies de artrópodos registrados en las Lomas de los alrededores de Lima. *Revista Peruana de Entomología*, 7: 93-95.
- Aguilar, P. 1965. Algunas consideraciones sobre los insectos polinizadores en los alrededores de Lima. *Revista Peruana de Entomología*, 8: 138-145.
- Brako, L. & Zarucchi, J.L. 1993. *Catalogue of the flowering plants and gymnosperms of Peru*. Monographs in Systematic Botany Vol. 45. Missouri Botanical Garden, St. Louis, MO.
- Claßen-Bockhoff, R.; Wester, P. & Tweraser, E. 2003. The staminal lever arm mechanism in *Salvia* - a review. *Plant Biology*, 5: 33-41.
- Claßen-Bockhoff, R.; Speck, T.; Tweraser, E.; Wester, P.; Thimm, S. & Reith, R. 2004. The staminal lever mechanism in *Salvia* L. (Lamiaceae): a key innovation for adaptive radiation? *Organisms, Diversity & Evolution*, 4: 189-205.
- Clements, J.F. & Shany, N. 2001. *A Field Guide to the Birds of Peru*. Ibis Pub Co., Temecula, California.
- Coley, P.D.; Bryant, J.P. & Chapin III, F.S. 1985. Resource availability and plant antiherbivore defense. *Science*, 230: 895-899.
- Dafni, A.; Hesse, M. & Pacini, E. 2000. *Pollen and Pollination*. Springer, Heidelberg & Berlin.
- Endress, P.K. 1994. *Diversity and Evolutionary Biology of Tropical Flowers*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Faegri, K. & van der Pijl, L. 1979. *The Principles of Pollination Ecology*. Pergamon Press, New York.
- Fenster, C.B.; Armbruster, W.S.; Wilson, P.; Thomson, J.D. & Dudash, M.R. 2004. Pollination syndromes and floral specialization. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 35: 375-403.
- Granda, A. 2010. *Salvia hunzikeri* (Lamiaceae), una nueva especie de los Andes del Perú. *Revista Peruana de Biología*, 17: 151-154.
- Harley, R.M. 1992. *Chromosome numbers in Tropical American Labiatae*. In: Harley, R.M. & Reynolds, T. (eds.). *Advances in Labiate Science*. Royal Botanic Gardens, Kew. pp. 211-246.
- Lara, C. & Ornelas, J. 2001. Preferential nectar robbing of flowers with long corollas: experimental studies of two hummingbird species visiting three plant species. *Oecologia*, 128: 263-273.
- Mack, J.L. & Milligan, B.G. 1998. Pollination biology in hybridizing *Baptisia* (Fabaceae) populations. *American Journal of Botany*, 85: 500-507.
- Maloof, J.E. & Inouye, D.W. 2000. Are nectar

- robbers cheaters or mutualists? Ecology, 81: 2651-2661.
- McGuire, A.D. 1993. Interactions for pollination between two synchronously blooming *Hedysarum* species (Fabaceae) in Alaska. American Journal of Botany, 80: 147-152.
- Momose, K.; Yumoto, T.; Nakamitsu, T.; Kato, M.; Nagamasu, H.; Sakai, S.; Harrison, R.D.; Itioka, T.; Hamid, A.A. & Inoue, T. 1998. Pollination biology in a lowland dipterocarp forest in Sarawak, Malaysia I. Characteristics of the plant-pollinators community in a lowland dipterocarp forest. American Journal of Botany, 85: 1477-1501.
- Ollerton, J. 1996. Reconciling ecological processes with phylogenetic patterns: the apparent paradox of plant-pollinator systems. Ecology, 84: 767-769.
- Orellana, M.R.; Rovira, A.M.; Blanché, C. & Bosch, M. 2005. Pollination and reproductive success in the gynodioecious endemic *Thymus loscosii* (Lamiaceae). Canadian Journal of Botany, 83: 183-193.
- Reith, M.; Claßen-Bockhoff, R. & Speck, T. 2006. *Biomechanics of Salvia flowers, the role of lever and flower-tube in specialization on pollinators*. In: *Ecology and Biomechanics. A mechanical approach to the ecology of animals and plants*. Herrel, A.; Speck, T. & Rowe, N.P. (eds.). Taylor & Francis, Boca Raton, Florida. pp. 123-145.
- Rodriguez, M. 2006. Lamiaceae endémicas del Perú. Revista Peruana de Biología, 13: 371-379.
- Schulenberg, T.S.; Stotz, D.F.; Lane, D.F.; O'Neill, J.P. & Parker III, T.A. 2007. *Birds of Peru*. Princeton Field Guides, New Jersey.
- Sprengel, C.K. 1793. *Das entdeckte Geheimnis der Natur im Bau und in der Befruchtung der Blumen*. Vieweg, Berlin.
- Walker, J.B. & Elisens, W.J. 2001. A revision of *Salvia* section *Heterospace* in western North America. Sida, 19: 571-589.
- Walker, J.B.; Sytsma, K.J.; Treutlein, J. & Wink, M. 2004. *Salvia* (Lamiaceae) is not monophyletic: implications for the systematics, radiation, and ecological specializations of *Salvia* and tribe *Mentheae*. American Journal of Botany, 91: 1115-1125.
- Walker, J.B. & Sytsma, K.J. 2007. Staminal evolution in the genus *Salvia* (Lamiaceae): Molecular phylogenetic evidence for multiple origins of the staminal lever. Annals of Botany, 100: 375-391.
- Warren, S.D.; Harper, K.T. & Booth, G.M. 1988. *Elevational distribution of insect pollinators*. American Midland Naturalist, 120: 325-330.
- Waser, N.M.; Chittka, L.; Price, M.V.; Williams, N.M. & Ollerton, J. 1996. Generalization in pollination systems, and why it matters. Ecology, 77: 1043-1060.
- Wester, P. & Claßen-Bockhoff, R. 2007. Floral diversity and pollen transfer mechanisms in bird-pollinated *Salvia* species. Annals of Botany, 100: 401-421.
- Wester, P. & Claßen-Bockhoff, R. 2011. Pollination syndromes of New World *Salvia* species with special reference to bird pollination. Annals of Missouri Botanical Garden, 98: 101-155.
- Wood, J. 2007. The *Salvias* (Lamiaceae) of Bolivia. Kew Bulletin, 62: 177-221.

Received September 29, 2012.

Accepted November 11, 2012.