

# Ecología de polinización de *Oenothera epilobiifolia* (Onagraceae) en dos páramos de Venezuela

Rodríguez-Sánchez Gisela, Pelayo Roxibell, Soriano Pascual, Rojas Ascanio



Instituto de Ciencias Ambientales y Ecológicas,  
Centro Nacional de Cálculo Científico/  
Universidad de Los Andes  
Mérida/Venezuela



gtrs1904@gmail.com, roxibell@ula.ve, pascual@ula.ve, ascanio@ula.ve

## 1. Introducción

Las estrategias de polinización normalmente son consideradas plasticidad fenotípica; no obstante, si las poblaciones presentan rasgos fenotípicos únicos en una ecoregión y al ser trasladada a otra su adecuación disminuye significativamente, se considera que esa población presenta adaptaciones a determinada ecoregión [1]. De hecho, se ha propuesto que los síndromes florales pueden ser extendidos a nivel de poblaciones [2].

Los ecotipos de polinización pueden surgir por presiones por polinizadores o presiones ambientales [3] [4] [5] [6]. Así, ante los gradientes altitudinales que presentan los Andes venezolanos y el impacto por cambio climático que amenaza estos sistemas, se quiso determinar si la altitud tiene un efecto sobre las estrategias de polinización de *Oenothera epilobiifolia*, en aspecto como los rasgos florales relacionados a visitas, sus ensamblajes de visitantes florales, la agregación y densidad floral.

## 2. Metodología

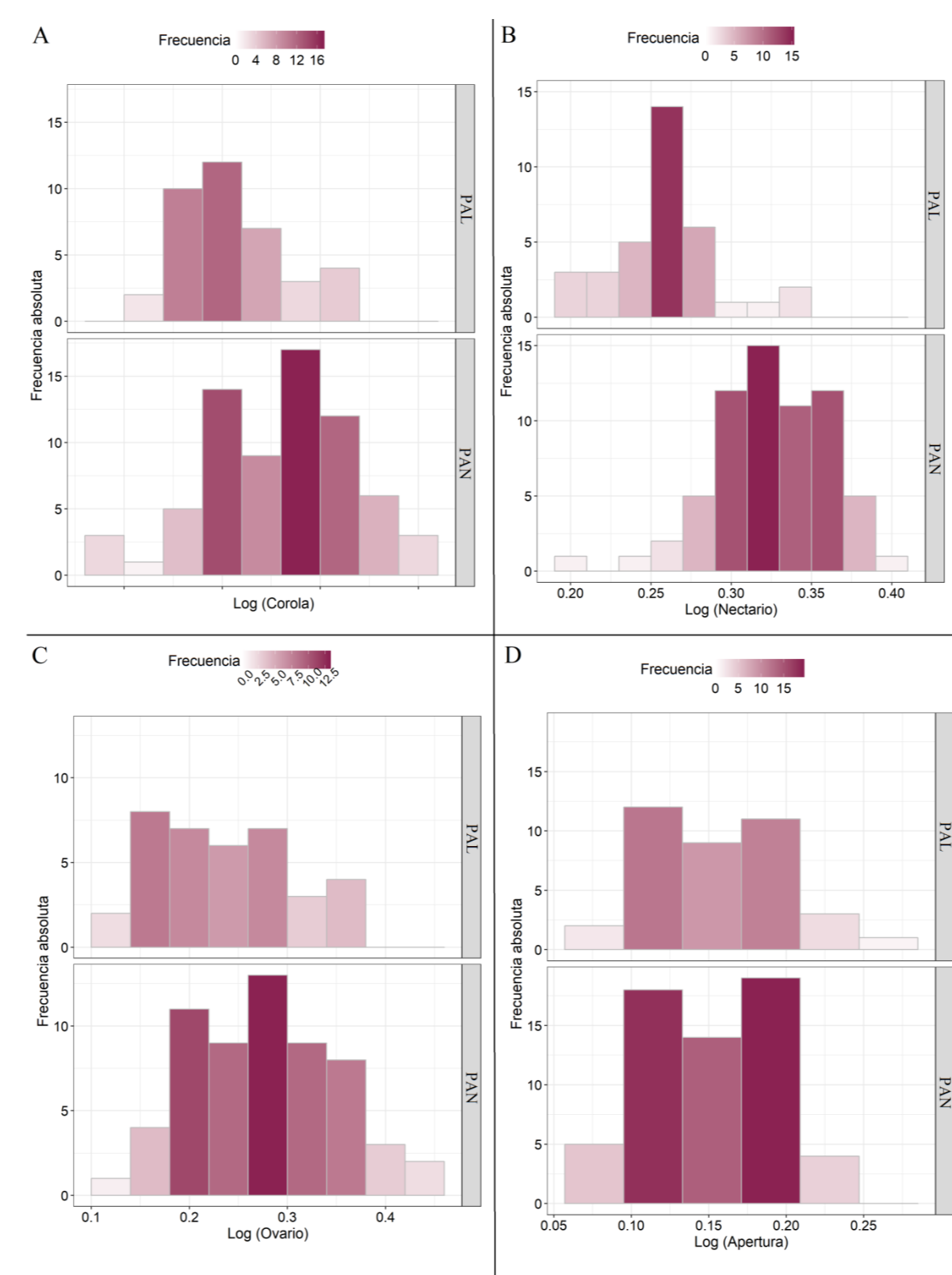
*Oenothera epilobiifolia* Kunth (Onagraceae) es una hierba perenne. Presenta tres estadios florales, distinguibles por el color de la corola: corolas verde-amarillentas, naranjas y rojas; los pétalos miden menos de 1 cm. de largo. El área de estudio se encuentra en la vertiente húmeda de la Cuenca del Río Chama, Estado Mérida, Venezuela. Se trabajó en el páramo andino (PAN) a altitudes de 3500 y 3600msnm, temperatura media anual inferior a 9°C con heladas nocturnas. También se trabajó en el Páramo altiandino (PAL) a una elevación de 4450msnm, en este sistema hay ciclos diarios recurrentes de congelamiento y descongelamiento de los centímetros más superficiales del suelo, la temperatura media está entre 2,5°C y -2°C.

El muestreo se llevó a cabo entre el 2 de agosto y el 25 de octubre de 2018. Las flores fueron vaciadas de néctar y embolsadas, 24 horas después a cada flor se le midió la longitud de corola, nectario, ovario y apertura con un vernier analógico (Mausser); el volumen de néctar con microcapilares de 0.5 y 1  $\mu$ L (DrummondScientific); la concentración de sacarosa en néctar con un refractómetro analógico (0-50°Brix, Eclipse, Bellingham & Stanley). Estos datos fueron normalizados con Log<sub>10</sub> (x+1). También, se determinó el efecto blanco-bonanza. Todo se realizó en R versión 3.5.1., y los gráficos con el paquete ggplot2.

Así mismo, se registró el ensamblaje de visitantes florales mediante observaciones directas y con cámaras GoPro3. Además, se establecieron seis parcelas de 5x5m, a su vez cada una de ellas se subdividió en 100 miniparcelas de 0.5x0.5m, en cada una de estas se tomó una fotografía a 1.5m del suelo; dentro de cada una le fue asignada una coordenada X y Y a cada flor respecto a la parcela completa. Luego se calculó la función de distribución radial g(r) con el estimador WM [7] para cada parcela. También se calcularon densidades relativas de flores y se analizó mediante un diseño multifactorial con un análisis de varianza utilizando permutaciones (PERMANOVA). Finalmente, se calculó el contenido calórico del néctar poblacional usando la densidad relativa y el contenido calórico por flor.

## 3. Resultados

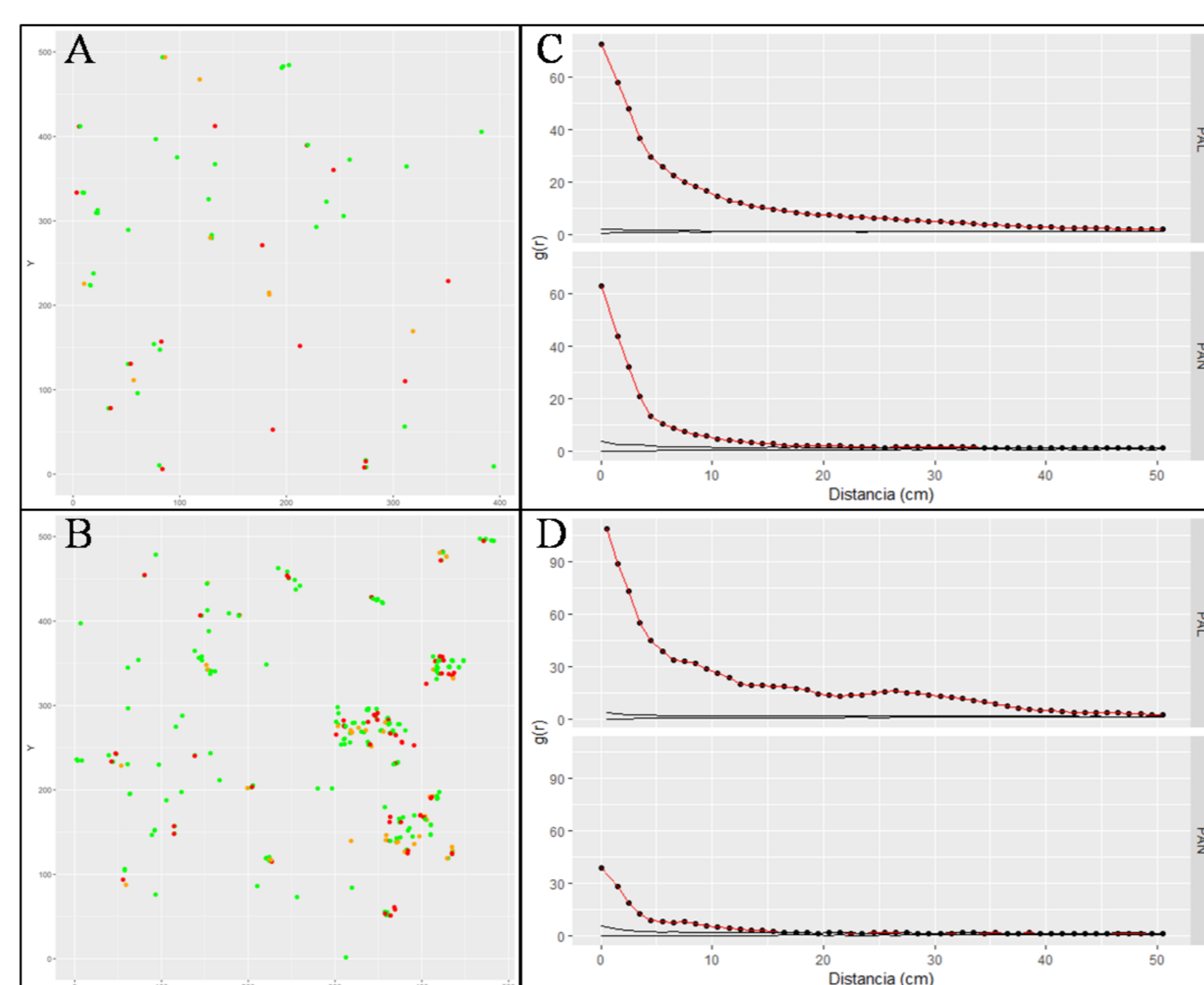
Se encontró que sólo en el estadio verde hay néctar disponible. Hay blanco-bonanza hasta 47% en PAL (n=60) y 62% en PAN (n=111). La calidad del néctar en el estadio verde es variable sólo en la concentración de sacarosa [media  $\pm$  desviación estándar: PAL (16  $\pm$  5)%, PAN (21  $\pm$  8)%; t = -2.1304, p < 0.05], el volumen es estadísticamente igual [media  $\pm$  desviación estándar: PAL (2.23  $\pm$  1.90) $\mu$ L, PAN (3.69  $\pm$  3.19) $\mu$ L; t = -1.8869, p > 0.05].



**Figura 1:** Logaritmo de la longitud (en cm) de caracteres florales del estadio verde de flores de *O. epilobiifolia* en dos páramos venezolanos. A: Corola (PAL n=38; PAN, n=70); B: Nectario (PAL n=35; PAN n=65), C: Ovario (PAL n=37; PAN n=60) y D: Apertura (PAL, n=38; PAN, n=60).

Así mismo, se encontraron correlaciones positivas entre el volumen de néctar y el tamaño de la corola sólo en PAN (n=40) [ $r = -0.350$ , p < 0.05, PAL (n=18) ( $r = 0.004$ , p > 0.05)] y el nectario PAN (n=15) [ $r = 0.338$ , p < 0.05, PAL (n=37) ( $r = 0.023$ , p > 0.05)]. Esto implica que los caracteres que están asociados en PAN, varían de manera independiente en PAL.

Por otra parte, se registró una tasa de visita de 0.078 visitas/10min en PAN con 47 horas de esfuerzo. El ensamblaje esta compuesto por dos especies de colibríes que visitan las flores legítimamente y una mariposa de la familia Pieridae. En PAL con 37 horas de esfuerzo no se registró ninguna visita. Se registró visita de potenciales visitantes florales pero visitando otras flores. Por lo que en PAL, las flores de *O. epilobiifolia* no parecen ser un recurso apetecible, al menos en el período de observación de este trabajo.



**Figura 2:** Analisis de agregación espacial. Posición de las flores en parcelas de 5x5m, el color de los puntos indica el estadio floral, los ejes están dados en centímetros en PAN (A) y PAL (B). Función de distribución radial g(r) para todas las flores sin discriminar estadio (C) y sólo las flores en el estadio verde (D)

La densidad relativa de las flores de *O. epilobiifolia* varía significativamente entre los estadios, pero de forma diferente en las unidades ecológicas [PERMANOVA, interacción entre factores PseudoF = 10,586, p (MC) < 0,05]. Y es el estadio verde el que presenta mayor densidad relativa [media  $\pm$  desviación estándar: PAL (5,82  $\pm$  1,94) cm, PAN (1,97  $\pm$  0,63) cm; t = 4,6255, p < 0.05]. La agregación floral es mayor en PAL en escala e intensidad (Figura 2).

Por lo tanto *O. epilobiifolia*, poblacionalmente, ofrece el mismo contenido calórico, pero en paquetes energéticos diferentes.

Se ha propuesto que en sistemas altos y con bajas temperaturas la agregación floral podría ser una estrategia que permite a los visitantes llevar a cabo varias visitas sin necesidad de realizar mucho trabajo [8]; sin embargo, la igualdad en las ofertas poblacionales en ambas unidades ecológicas [Energía por flor PAL= 1.50 cal, PAN= 3.32 cal; Energía poblacional PAL= 4.10, PAN = 4.06] implica que *O. epilobiifolia*, poblacionalmente, ofrece el mismo contenido calórico, pero en paquetes energéticos diferentes. Esto parece indicar que la ausencia de registros de visitantes florales en PAL se ve influenciada por una relación entre el trabajo involucrado (en el movimiento de buscar una flor, extraer la recompensa y moverse de una flor a otra) con la recompensa por visita.

## 4. Conclusiones

La disminución en la concentración de sacarosa en el néctar, la reducción de las estructuras florales junto con la pérdida de sus relaciones, el aumento en la intensidad y escala de la agregación floral en PAL aunado a ausencias de visitas, al menos en el período de estudio de este trabajo, parecen indicar que hay diferencia en las estrategias de polinización de *O. epilobiifolia* en PAL y PAN. En PAL, la agregación y el aumento en la densidad floral pueden interpretarse como un mecanismo que permite mantener la diversidad poblacional mediante recombinación en ausencia de fertilización cruzada; en consecuencia, en esta unidad ecológica, los caracteres asociados a visitas parecen estar bajo neutralidad y varían independientemente de los demás. En PAN, a pesar de haber autocompatibilidad, la fertilización cruzada parece mantener alta la frecuencia en la población de fenotipos que presentan en conjunto caracteres relacionados a visitas. De esta manera, se propone a estas poblaciones como ecotipos de polinización. No obstante, la variación de morfotipos florales en *O. epilobiifolia* no parece depender de la disponibilidad de visitantes flores, sino de variaciones en condiciones ecológicas de tipo ambiental.

## Referencias

- [1] van der Niet, T., Peakall, R. y Johnson, S. D. (2014). Pollinator-driven ecological speciation in plants: new evidence and future perspectives. *Annals of botany* 113: 199-211.
- [2] Newman, E., Manning, J. y Anderson, B. (2015). Local adaptation: Mechanical fit between floral ecotypes of *Nerine humilis* (Amaryllidaceae) and pollinator communities. *Evolution international journal of organic evolution* 113: 199-211.
- [3] Johnson, S. D. (2015). The pollination niche and its role in the diversification and maintenance of the southern African flora. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences ; international journal of organic evolution* 365: 499-516.
- [4] Heinrich, B. y Raven, P. H. (1972). Energetics and pollination ecology. *Science* 176, 597-602.
- [5] Rundle, H. D. y Nosil, P. (2005). Ecological speciation. *Ecology letters* 8, 336-352.
- [6] Kay, K. M. y Sargent, R. D. (2009). The Role of Animal Pollination in Plant Speciation: Integrating Ecology, Geography, and Genetics. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 40, 637-656.
- [7] Wiegand, T. y Moloney, K. A. (2014). A handbook of spatial point pattern analysis in ecology. Chapman and Hall/CRC press.
- [8] Faegri, K. y van der Pijil, L. (1979). The principles of Pollination Ecology. Pergamon Press Ltd.