

# Efecto de la fragmentación del hábitat en el éxito reproductivo de *Fuchsia parviflora*, una especie dioica

Anai Álvarez, María de los Ángeles Pérez y Eduardo Cuevas ✉

Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.

## Resumen

La fragmentación es uno de los fenómenos que más afecta a especies sésiles como las plantas y en particular a especies dioicas (donde coexisten plantas con flores masculinas y plantas con flores femeninas) polinizadas por animales. En este trabajo se evaluó el efecto de la fragmentación en los tamaños poblacionales, proporciones sexuales y éxito reproductivo de *Fuchsia parviflora*, una especie dioica. Los resultados muestran que la población con el mayor grado de perturbación presentó el tamaño poblacional más pequeño (N=62), seguido por el de perturbación intermedia (N=71) y la población conservada mostró el mayor tamaño poblacional (N=103). Sin embargo, en ninguna de las tres poblaciones se encontró un sesgo en las proporciones sexuales, mientras que la proporción de flores que pasaron a frutos fue menor en la población con una alta perturbación (0.3) seguida de la población conservada (0.45) mientras que la población con baja perturbación mostró la mayor producción de frutos (0.55). Finalmente, el número de semillas por fruto no fue estadísticamente distinto entre las tres poblaciones estudiadas (alta perturbación:  $7.4 \pm 0.97$ , baja perturbación:  $8.2 \pm 1.63$  y conservada:  $8.7 \pm 1.2$ ). Estos resultados muestran que la fragmentación afecta los tamaños poblacionales y algunos componentes del éxito reproductivo de *Fuchsia parviflora*. Contrario a lo esperado, la fragmentación no afectó las proporciones sexuales. Estos resultados, sugieren que la fragmentación tiene efectos relevantes en componentes determinantes para la viabilidad de las poblaciones como lo muestra la reducción de los tamaños poblacionales asociados a la perturbación. Se requieren esfuerzos en la conservación de esta especie y trabajos complementarios que proporcionen más información a lo largo de la distribución de esta especie en México.

**Palabras clave:** dioicismo, proporciones sexuales, fragmentación de bosque.

## Introducción

Actualmente la biodiversidad se encuentra amenazada por distintos factores que de una u otra forma afectan la sobrevivencia y reproducción de las especies (Koh 2004; Aguilar *et al.*, 2006; Brooks 2006; Stone 2007). Uno de los factores responsables de la pérdida de muchas especies es sin duda la fragmentación del hábitat (Robinson *et al.*, 1992; Kruess y Tschantke 1994; Rossetto y Hunter 2004; Breed *et al.*, 2013). Este fenómeno afecta particularmente a especies con tamaños poblacionales pequeños (Fischer y Stocklin 1996; Lacy 2000; Saunders *et al.*, 2005). En el caso de las plantas con flor, se ha documentado que la fragmentación puede afectar desde componentes vegetativos (Hoofman *et al.*, 2003) hasta distintos componentes del éxito reproductivo de las plantas (Aizen *et al.*, 2002; Ashman *et al.*,

## Abstract

Fragmentation is one of the main phenomenon affecting sessile organisms as plants. In particular, dioecious species (where male plants coexist with female plants) pollinated by animals may be especially vulnerable to this phenomenon. In this study we evaluated the effect of fragmentation on population size, sex ratios and reproductive success of *Fuchsia parviflora*, a dioecious species. As expected, the results show that the population with the highest degree of disturbance had the smaller population size, followed by the population with intermediate disturbance whereas the conserved population showed the higher population size of all. However, no biases in sex ratios were detected in any of the three populations. The fruit set (i.e. the proportion of flowers became fruit) was lower in the population with a high disturbance followed by the conserved population whereas the population with low disturbance showed the higher fruit production. Finally, the number of seeds per fruit was not statistically different among the three populations. These results show that fragmentation affects the population sizes, and some of the reproductive components of *Fuchsia parviflora*. Contrary to expectations, fragmentation did not affect sex ratios. In addition, the results suggest that fragmentation has important effects on key components for population viability as shown by the reduction in population sizes associated with disturbance. It is necessary to implement conservation efforts to this species as well as field work along its distributional range in México.

**Key words:** dioecy, forest fragmentation, reproductive components.

2004). En particular, se ha documentado que la fragmentación puede disminuir la riqueza y abundancia de los visitantes florales (Aguirre *et al.*, 2011) y por lo tanto la disponibilidad de polen (i.e. limitación de polen) (Ashman *et al.*, 2004). De manera particular, las especies con sistemas reproductivos dioicos (en los que hay plantas que únicamente producen flores masculinas y plantas con flores femeninas) y polinización biótica, suelen ser particularmente vulnerables a la fragmentación del hábitat y potencialmente a la extinción (Vamosi y Otto 2002). Debido a que este fenómeno no solo afecta a las plantas sino también a los polinizadores, dado que en las plantas dioicas con polinización biótica, se requiere que el mismo polinizador visite a las flores masculinas y posteriormente que visite y deposite el polen en las flores femeninas para que pueda haber producción de frutos, lo que puede ocasionar una disminución en el número y tamaño de las poblaciones así como cambios en la disposición espacial de las flores. Estos cambios pueden influir en la cantidad de alimento

✉ Autor de correspondencia: Eduardo Cuevas. email: eduardocuevas5@gmail.com.mx

disponible para los polinizadores, afectando la frecuencia de visitas y por tanto la calidad de la polinización, provocando una disminución o incluso la ausencia total de la producción de semillas (Jennersten 1988), lo que puede llevar a un escenario de extinción (Rathcke y Jules 1993; Vamosi y Otto 2002).

*Fuchsia parviflora* (Onagraceae) es un arbusto de 1.5-4 m dioico, polinizado por colibríes y abejas (Breedlove 1969), que se distribuye principalmente en los estados de Michoacán, Guerrero, Jalisco, Nayarit y el Estado de México. Se encuentra únicamente en cañadas de bosque de Pino-Encino, dentro de la sierra madre occidental y en la parte oeste del eje volcánico transversal, entre los 1500-2500 msnm. Las flores son tubulares de color rojo, siendo más pequeñas las flores de las hembras (3.2-5.7 mm de largo) que de los machos (8.5-11.2 mm). En este trabajo evaluamos el efecto de la fragmentación del hábitat en el tamaño poblacional, las proporciones sexuales y el éxito reproductivo de esta especie.

## Materiales y métodos

Realizamos una revisión en los herbarios del Instituto de Ecología de Pátzcuaro y el herbario del Instituto de Biología de la UNAM (MEXU), de los cuales se obtuvieron los datos de colecta de 20 localidades. Posteriormente, realizamos recorridos a distintas poblaciones y ubicamos tres poblaciones en el estado de Michoacán con distinto grado de perturbación: 1) Sin perturbación, en la cual la vegetación arbórea está conservada totalmente. 2) Baja perturbación. Esta población se encuentra a la orilla de la carretera y presenta entre el 15 y 30% de remoción de la vegetación original. 3) Alta perturbación. Esta población al igual que la anterior se encuentra a la orilla de la carretera y se observa una remoción entre 50 y 60% de la vegetación original.

En cada población se realizó un transecto entre 500 y 1000

m dependiendo de la situación de cada población en el que se contaron las plantas de ambos sexos, para tener una estimación del tamaño poblacional y la proporción sexual. Además, en cada población se marcaron 10 plantas hembra y en cada una se marcaron 8 flores. Posteriormente, se registró la producción de frutos y semillas por fruto, de todos los frutos producidos como una estimación del éxito reproductivo.

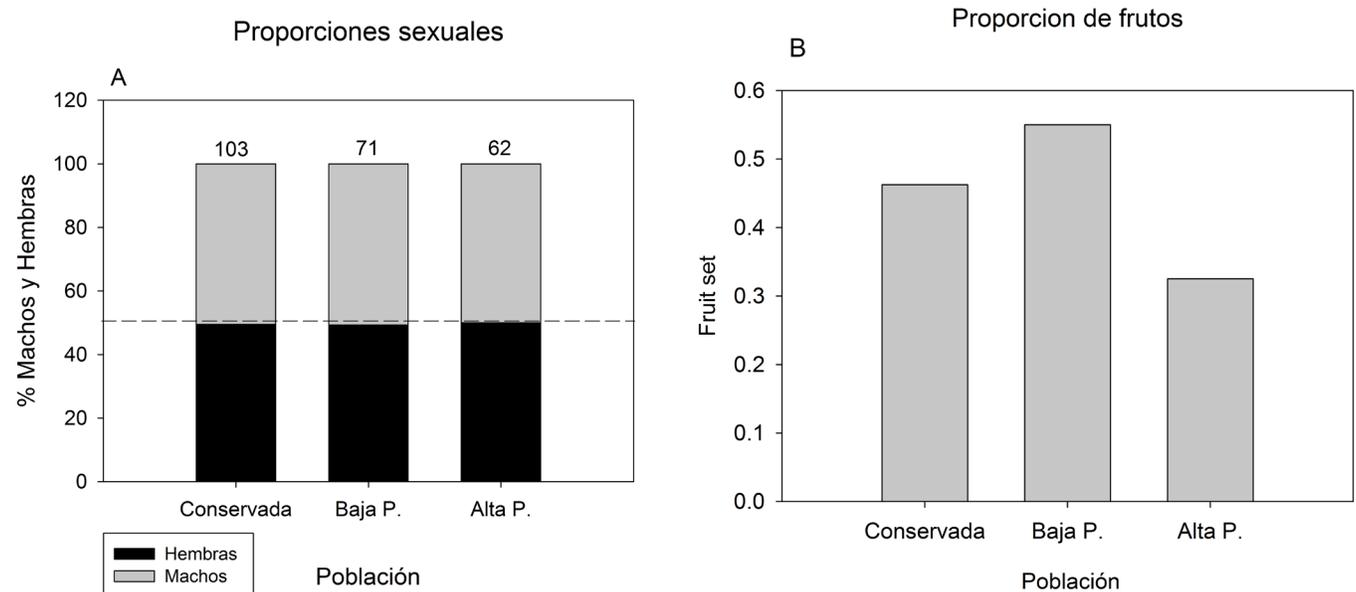
Análisis estadísticos. Las proporciones sexuales y la proporción de frutos se analizaron por medio de una prueba de Chi. La comparación de la producción de semillas por fruto se analizó por medio de un ANOVA de una vía en donde el factor fijo fue la población.

## Resultados

Conforme a lo esperado, la población con mayor perturbación tuvo el menor número de individuos, seguida por la de baja perturbación, mientras que la población conservada tuvo el mayor número de individuos (Fig. 1A). Sin embargo, contrario a lo esperado, la fragmentación no alteró las proporciones sexuales de las tres poblaciones estudiadas ( $X^2=0.000$ , g.l=2;  $P=1$ ) (Fig. 1A). Por otro lado, la población con mayor perturbación tuvo la menor proporción de flores que pasaron a frutos, seguida de la población conservada y la población con baja perturbación tuvo la mayor producción de frutos (g.l=2,  $X^2=3$ ,  $P<0.01$ ) (Fig. 1B). Por último, el número de semillas viables por fruto fue menor en las dos poblaciones perturbadas pero no difirió significativamente: alta perturbación ( $7.4\pm 0.97$ , promedio  $\pm 1$  error estándar) baja perturbación ( $8.2\pm 1.63$ ) y conservada ( $8.7\pm 1.2$ ; g.l=2;  $P=0.89$ ).

## Discusión

Los resultados de este estudio son relevantes debido a que en la actualidad existen muy pocos estudios que hayan evaluado los



**Figura 1. A** Porcentaje de plantas macho y hembra en las distintas poblaciones. Se observa que en todas las poblaciones las proporciones son prácticamente de 1:1. Los números por encima de las barras indican el total de plantas que se encontraron en cada población y la línea punteada indica el 50% de la proporción que se esperaba encontrar de cada sexo. **B** Proporción de flores que pasaron a frutos en poblaciones con diferente grado de perturbación. En cada población se marcaron 10 plantas hembra y 8 flores por planta.

efectos de la fragmentación en aspectos ecológicos y reproductivos en especies arbustivas del sotobosque de pino y encino (Aguilar *et al.* 2006). La mayoría de los estudios se ha centrado en las consecuencias a nivel genético (Young *et al.* 1993, Aguilar *et al.* 2008, Eckert *et al.* 2009). Si a esto le añadimos que se trata de una especie dioica con polinización y dispersión de frutos biótica, nuestros resultados cobran mayor relevancia.

Es evidente que la fragmentación del hábitat ha provocado una disminución en los tamaños poblacionales de *Fuchsia parviflora* (62 individuos) en comparación con la población conservada (103 individuos). Además, esta reducción es más relevante al tratarse de una especie dioica, en donde el tamaño efectivo de la población, es decir, las plantas que contribuyen en la producción de frutos y semillas es en general de la mitad de la población total. La disminución del tamaño poblacional, puede ocasionar que aumente la endogamia y por lo tanto, que existan efectos de depresión endogámica (Jacquemyn *et al.* 2012). De ser así, se esperaría una disminución en la germinación y otros componentes de la adecuación en las poblaciones fragmentadas. Actualmente estamos evaluando esta posibilidad. La fragmentación también puede provocar que aumente la distancia entre plantas de sexos opuestos disminuyendo las probabilidades de polinización y por lo tanto la reproducción (Lienert 2004). Sin embargo este aspecto no fue evaluado en este estudio.

Contrario a lo esperado, la fragmentación parece no haber tenido, hasta ahora, un efecto en las proporciones sexuales, de tal forma que las tres poblaciones se encuentran con proporciones muy cercanas al equilibrio 1:1. Este hecho es alentador en relación a la viabilidad de las poblaciones, ya que de haber encontrado un sesgo (principalmente hacia machos) pondría en mayor riesgo a las poblaciones de *F. parviflora*.

En cuanto a la proporción de frutos se encontró que la población con una alta perturbación, produjo una menor cantidad de frutos y semillas en comparación con la población conservada (aunque en la producción de semillas no hubo diferencias significativas). Es probable que la disminución de frutos sea consecuencia de una menor tasa de visitas de los polinizadores en la población perturbada. Se ha documentado en esta especie, que los polinizadores tienen preferencia, como en la mayoría de las especies dioicas, por las flores macho (Alvarez datos no publicados) aunque hay excepciones (Aguirre *et al.* 2011). Esto posiblemente se debe al mayor tamaño de sus flores y al hecho de que ofrecen una mayor recompensa de néctar (Alvarez datos no publicados). Sin embargo, una posible ventaja de *Fuchsia parviflora* es que es visitada tanto por abejas como por colibríes y actualmente no sabemos si estos dos grupos responden de igual forma a la fragmentación. Este hecho podría estar relacionado con la mayor producción de frutos registrada en la población de baja perturbación. Otro aspecto que la fragmentación puede estar afectando, es la interacción con las aves dispersoras de sus frutos y por lo tanto la distancia de dispersión. Desde la perspectiva de las aves, los frutos de esta especie pueden representar un alimento importante en su dieta. Por otra parte, se ha documentado que la fragmentación puede aumentar las interacciones antagonistas como la herbivoría o el aumento de patógenos (Jacquemyn *et al.* 2012).

Los resultados de este estudio muestran que *Fuchsia*

*parviflora* tiene el potencial de ser un importante indicador de la perturbación de los bosque de pino-encino. *Fuchsia parviflora* es una especie endémica de México, por lo que es necesario implementar un plan de protección principalmente orientado a las especies dioicas las cuales son más vulnerables a la extinción y particularmente especies arbustivas, las cuales son fácilmente removidas de la vegetación.

## Referencias

- Aguilar R. *et al.* 2006. Plant reproductive susceptibility to habitat fragmentation: review and synthesis through a meta-analysis. *Ecology Letters*. 9: 968-980.
- Breed MF, Ottewell KM, Gardner MG, Marklund MH, Dormontt EE y Lowe AJ. 2013. Mating patterns and pollinator mobility are critical traits in forest fragmentation genetics. *Heredity* 1-7.
- Brooks TM. 2006. Last-Gasp Effort to Save Borneo's Tropical Rainforests. *Science* 313: 58-61.
- Byers DL, Warsaw A y Meagher TR. 2005. Consequences of prairie fragmentation on the progeny sex ratio of a gynodioecious species, *Lobelia spicata* (Campanulaceae). *Heredity* 95: 69-75.
- Koh LP. 2004. Species coextinctions and the biodiversity crisis. *Science* 305: 1632-1634.
- Kruess A y Tschantke T. 1994. Habitat fragmentation, species Loss, and Biological Control. *Science* 264: 1581-1584.
- Lienert J. 2004. Habitat fragmentation effects on fitness of plant populations a review. *Journal for Nature Conservation*. 12: 53-72
- Robinson George R, Holt RD, Gaines MS, Hamburg SP, Johnson ML, Fitch HS y Martinko EA. 1992. Diverse and contrasting effects of habitat fragmentation. *Science* 257: 524-526.
- Rossetto M, Jones R y Hunter J. 2004. Genetic effects of rainforest fragmentation in an early successional tree (*Elaeocarpus grandis*). *Heredity* 93(6): 610-8.
- Stone R. 2007. Last-Gasp Effort to Save Borneo's Tropical Rainforests. *Science* 317: 192.
- Tomimatsu H y Ohara M. 2002. Effects of Forest Fragmentation on Seed Production of the Understory Herb *Trillium camschatcense*. *Conservation Biology*. 16:5.
- Vamosi JC y Otto SP. 2002. When looks can kill: the evolution of sexually dimorphic floral display and the extinction of dioecious plants. *Proceedings of The Royal Society*. 269: 1187-1194.