

Tesis doctoral

*Biología de poblaciones de *Erucastrum nasturtiifolium* (Poiret) O. E. Schulz (Cruciferae)*

Erucastrum nasturtiifolium (Poiret) O. E. Schulz es una crucífera herbácea conocida con el nombre popular de jaramago o rabaniza amarilla. Tiene su área de distribución en Europa, en la parte occidental de las áreas Mediterránea y Submediterránea. Es muy común en el NE de la península Ibérica, desde el piso bajo hasta la alta montaña, donde ocupa preferentemente los suelos calcáreos y pedregosos. Coloniza con frecuencia los campos de cultivo, como los frutales de secano o los rastrojos de los cereales de invierno, y también otros hábitats agrícolas como los barbechos, los márgenes de campos y los bordes de caminos. Pero además, habita en ambientes sometidos a perturbaciones naturales como los cauces riparios, las áreas erosionadas de montaña, o "badlands", y las gleras y cantiles de alta montaña (Fotos 1, 2 y 3).

Las poblaciones que colonizan hábitats naturales presentan un ciclo vital bienal o perenne, mientras que las poblaciones arvenses son de ciclo anual. Los individuos que colonizan hábitats naturales poseen generalmente un porte más robusto y forman poblaciones de pocos individuos que se distribuyen de manera más o menos dispersa. Sin embargo, los individuos que colonizan los cultivos son menos robustos, y se distribuyen de forma más homogénea formando densas poblaciones que ocupan extensas áreas. Dentro de los agrosistemas, *E. nasturtiifolium* abunda en rastrojos y barbechos de cultivos herbáceos como los de cebada y avena, y es frecuente, aunque menos abundante, en cultivos leñosos como olivares, almendrales y algarrobales. En los viñedos, donde el manejo del cultivo comporta un elevado régimen de perturbaciones, la presencia de *E. nasturtiifolium* es muy escasa o nula. Tras el abandono del cultivo, las poblaciones de *E. nasturtiifolium* tienden a desaparecer al cabo de un tiempo como consecuencia de los procesos de sucesión secundaria.

El objetivo principal de esta tesis doctoral ha sido el estudio de la biología de poblaciones de *E. nasturtiifolium* (O. E.) Schulz para profundizar en las diferencias biológicas y en los mecanismos de colonización y persistencia en hábitats que difieren en el grado de perturbación y disponibilidad de recursos. Para ello se han estudiado diversas poblaciones de *E. nasturtiifolium* del NE de la península Ibérica procedentes de hábitats naturales, como las zonas erosionadas de montaña, y de hábitats agrícolas, incluyendo diferentes cultivos de secano.

Tesis doctoral

Autor:

Lourdes Chamorro Lorenzo

Director:

F. Xavier Sans Serra

Centro:

Facultad de Biología,
Universidad de Barcelona

Fecha de lectura:

7 de Marzo de 2002



Foto 1. *Erucastrum nasturtiifolium* Poiret (O. E.) Schulz. Detalle de la inflorescencia.



Foto 2. Rastrojo de cereal de invierno colonizado por una densa población de *E. nasturtiifolium* (Vilafranca del Penedès, Barcelona).



Foto 3. *E. nasturtiifolium* en un badland (Castellolí, Barcelona).

El estudio se ha realizado a diferentes niveles:

1. Análisis del sistema reproductivo y de la depresión consanguínea de diversas poblaciones de *E. nasturtiifolium* que difieren en el tipo de hábitat y en el tamaño de sus poblaciones;
2. Estudio de la variabilidad intra-específica de *E. nasturtiifolium* mediante el transplante de individuos procedentes de poblaciones de hábitats contrastados y en condiciones ambientales homogéneas, para separar los efectos genéticos de los ambientales y detectar la posible variabilidad genética entre poblaciones;
3. Comparación de los atributos biológicos de *E. nasturtiifolium* con los de una especie taxonómica y ecológicamente próxima como *Diploaxis eruroides*. Ambas comparten amplios territorios dentro de sus respectivas áreas de distribución y sin embargo difieren en la frecuencia y en la abundancia de sus poblaciones dentro de los diferentes ambientes agrícolas;
4. Análisis de la dinámica de poblaciones de *E. nasturtiifolium* en relación con el tipo de cultivo y manejo dentro de los cultivos de secano propios del área Mediterránea occidental, con el objeto de comprender los atributos demográficos que puedan explicar, su elevada frecuencia y abundancia en los cultivos de cereales o su ausencia en los cultivos leñosos, como es el caso de la viña.

El estudio del sistema reproductivo se llevó a cabo mediante cruzamientos polínicos manuales y a través de un gradiente de consanguinidad, desde la autopolinización con polen de la misma flor hasta la polinización con polen de plantas de distinta población. Los resultados indican que *E. nasturtiifolium* es una especie predominantemente alógama (**Figura 1**). Las poblaciones de hábitats naturales, más reducidas y dispersas, presentan un grado de consanguinidad mayor que las poblaciones de hábitats agrícolas, las cuales cuentan con un elevado número de individuos y ocupan áreas más extensas de territorio. Sin embargo, la baja eficacia de las autopolinizaciones y de los cruzamientos entre individuos emparentados responde más a un sistema de autoincompatibilidad esporofítico que no al efecto de la depresión consanguínea.

Sistema reproductivo y depresión consanguínea

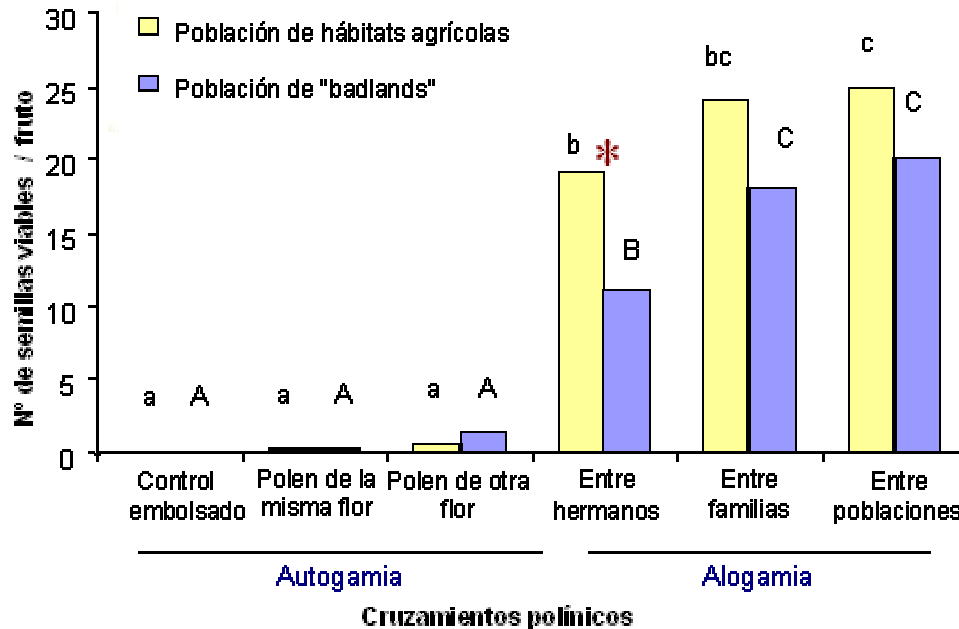


Figura 1. Número de semillas viables por fruto de 2 poblaciones de *E. nasturtii folium*: Vilafranca del Penedès (Barcelona) de hábitats agrícolas, en amarillo, y Bagà (Barcelona) de hábitats naturales o badlands, en violeta. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre los cruzamientos dentro de cada población, las minúsculas para la de hábitats agrícolas y las mayúsculas para la de badlands. El asterisco indica diferencias significativas entre las poblaciones dentro de un mismo cruzamiento.

El análisis de los atributos biológicos en condiciones homogéneas y en un gradiente de recursos ha permitido constatar la existencia de variabilidad genética entre las poblaciones de *E. nasturtii folium* en relación con el hábitat que colonizan, siendo la duración del ciclo vital y el inicio de la reproducción los atributos que mejor reflejan esta variabilidad. Así, las poblaciones de hábitats naturales (Bagà en Barcelona y Torla en Huesca) son generalmente de ciclo vital bienal o perenne y floración tardía, mientras que las poblaciones arvenses son de ciclo anual y floración temprana (**Figura 2**). Esta diversidad genética no es solamente inter-poblacional, sino que además existen determinadas poblaciones que presentan variabilidad dentro de los individuos de una misma población (intra-poblacional). Se ha planteado la hipótesis de que las poblaciones de ciclo anual hayan derivado de las poblaciones naturales de ciclos bienales o perennes, a partir de un proceso de diversificación y adaptación a los hábitats sometidos a perturbaciones periódicas.

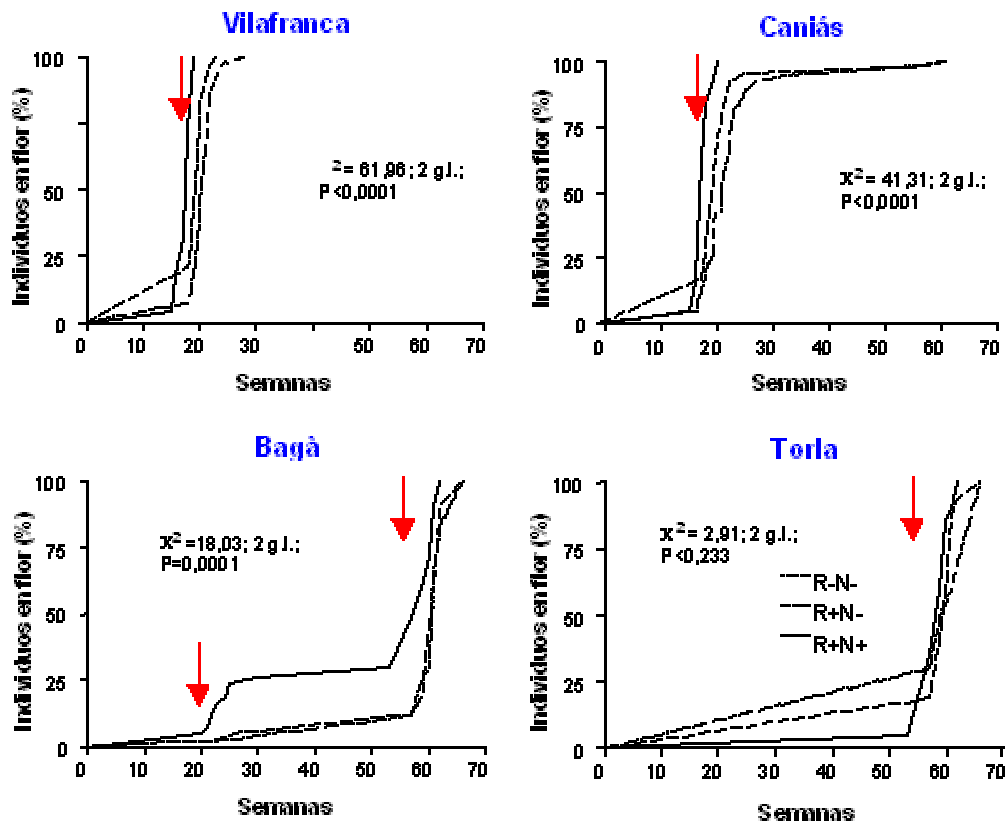


Figura 2. Curvas de floración de 4 poblaciones de *E. nasturtiifolium*: Vilafranca (Barcelona) y Caniás (Huesca) de hábitats agrícolas y Bagà (Barcelona) y Torla (Huesca) de hábitats naturales de montaña, en relación con el nivel de recursos (R-N-: niveles bajos de riego y nutrientes; R+N-: nivel alto de riego y bajo de nutrientes; R+N+: niveles altos de riego y nutrientes). Las flechas indican el momento del inicio de la floración. El valor de χ^2 y la $p < 0,001$ indican diferencias significativas entre los tratamientos para cada población.

El análisis comparativo de *E. nasturtiifolium* y *Diplotaxis eruroides* en condiciones experimentales homogéneas indica que las diferencias en el momento de la adquisición de los atributos reproductivos pueden explicar sus distintos patrones de distribución en los cultivos de secano. Así, *D. eruroides* con un período reproductivo más corto que *E. nasturtiifolium*, es más frecuente en los cultivos leñosos sometidos a laboreos periódicos, mientras que *E. nasturtiifolium*, queda restringida a los cultivos arbóreos donde la frecuencia de laboreos no es tan elevada, como el olivo, el almendro y el algarrobo, y a los cultivos de cereales en el período de rastrojo o de barbecho. El análisis de los atributos biológicos en relación con la competencia de la vegetación mediante el cálculo de índices de competencia, indica que ambas especies son poco competitivas, lo cual explica su dificultad para persistir en los campos abandonados.

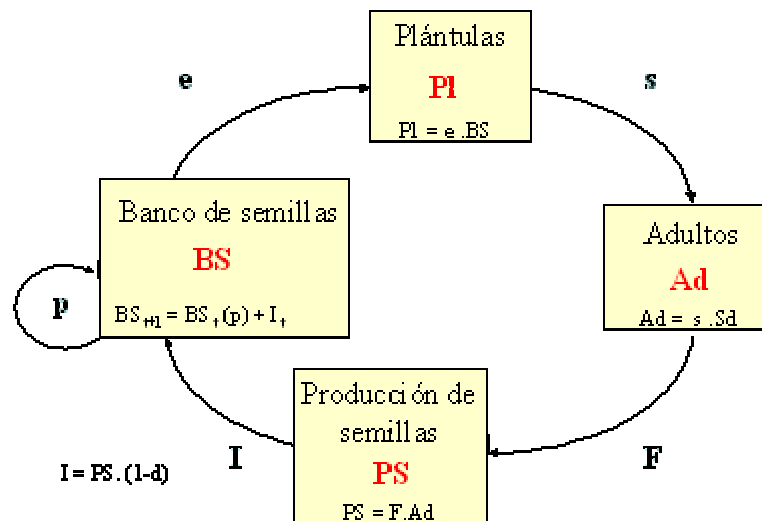


Figura 3. Dinámica de las poblaciones de *E. nasturtiifolium* que colonizan cultivos de cereal de invierno de secano en Torrelavit (Barcelona).

El estudio de la dinámica de poblaciones de *E. nasturtiifolium* se ha basado tomando el modelo de una especie arvense de ciclo anual (**Figura 3**). Para ello se ha llevado a cabo un censo de los atributos demográficos en condiciones agronómicas diferentes como son: un monocultivo de cebada, una rotación cebada-barbecho y un cultivo sometido a laboreos periódicos. Este estudio también se llevó a cabo en una parcela de cereal sometida al abandono del cultivo. Además, se han realizado diversos estudios experimentales con el objeto de analizar las relaciones entre parámetros como la supervivencia de las plántulas y la fecundidad de los adultos con la densidad de individuos (**Figuras 4 y 5**), la importancia de la diseminación de las semillas por hormigas (**Tabla 1**), y la dinámica de las semillas enterradas en el suelo (**Figura 6**). Finalmente, se ha analizado la evolución de las poblaciones de *E. nasturtiifolium* en las diferentes situaciones agronómicas mediante el empleo de un modelo matemático multi-estadios (**Figura 7**). Los resultados de este estudio han permitido constatar que los cultivos de cereales, con baja frecuencia de perturbaciones, permiten la estabilización de las poblaciones de *E. nasturtiifolium* gracias a la elevada supervivencia y fecundidad de los individuos, aunque el manejo con rotación cereal-barbecho implica un ligero descenso de la densidad de individuos respecto al monocultivo de cereal. Sin embargo en cultivos con una elevada frecuencia de las perturbaciones, como los cultivos leñosos, las poblaciones tienden a la extinción, lo que explica que *E. nasturtiifolium* sea excluida de cultivos como la viña u otros cultivos arbóreos de secano donde se practican frecuentes laboreos. La causa se debe a la importante reducción del banco de semillas provocada por las continuas emergencias y la elevada mortalidad de las plántulas por la acción mecánica del laboreo. Por último, el abandono del cultivo somete a las poblaciones a la extinción a causa de la baja tasa de emergencias y a la baja fecundidad de los individuos en condiciones de competencia con la vegetación.

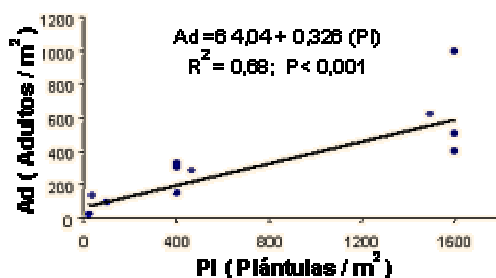


Figura 4. Relación entre el número de adultos (Ad) de *E. nasturtiifolium* y el número de plántulas (PI).

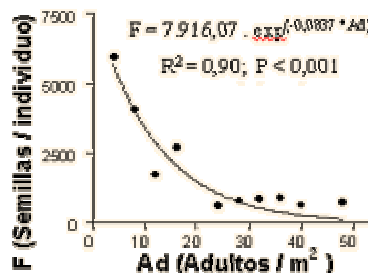


Figura 5. Relación entre la (F) y la densidad de individuos adultos (Ad) de *E. nasturtiifolium*.

Especies de hormigas recolectoras: *Messor barbarus*, *Messor structor* y *Pheidole pallidula*

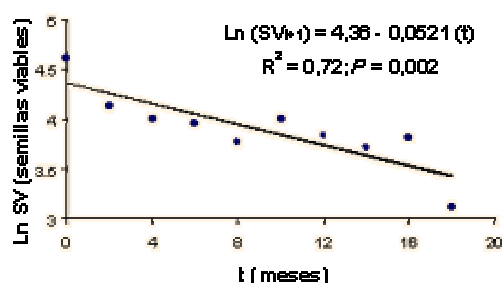


Figura 6. Persistencia de las semillas de *E. nasturtiifolium* enterradas a una profundidad de 5 cm en el suelo.

Tiempo de muestreo	Tasa de recolección de semillas (%)		
	Mínima	Promedio	Máxima
3 horas	0,4	5,7	10,5
6 horas	12,6	29,6	47,0
1 semana		99,3	

Tabla 1. Recolección, por hormigas, de semillas en superficie de una población de *E. nasturtiifolium* en un cereal de invierno de secano.

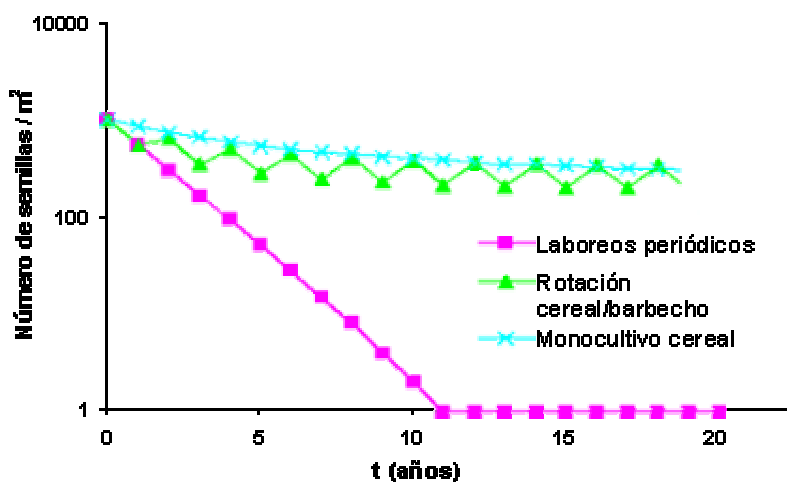


Figura 7. Proyección durante 20 años del banco de semillas de *E. nasturtiifolium* en las diferentes condiciones.