

Heritability and response to selection for non-prey feeding tolerance in *Orius laevigatus* (Fieber)

Heredabilidad y respuesta a la selección de la tolerancia a la alimentación sin presa en *Orius laevigatus* (Fieber)

J. E. Mendoza^{1*}, V. Balanza¹, P. Bielza¹

¹Departamento de Producción Vegetal, ETSIA. Universidad Politécnica de Cartagena, Paseo Alfonso XIII, 48, 30203. Cartagena, España.

*enrique.menriv@gmail.com

Abstract

Narrow-sense heritability (h^2) for non-prey feeding tolerance was estimated in an *Orius laevigatus* commercial population through the total fecundity during ten days when females are fed on pollen. In other hand, first steps of selection response was studied in three genetic lines as a result of different wild and commercial populations mix. h^2 for this trait was 0.19 which applied to the initial genetic variances of these lines give a response selection between 7.3 and 7.6 eggs/female. This expected response is similar to those obtained for the first selection steps in the three lines. Although a half sib/full-sib breeding design is needed to predict the additive-genetic variation, these results are positive with regard to the potential breeding of this insect.

Keywords: total fecundity; insect breeding; selective pressure; pollen.

Resumen

Se estimó la heredabilidad en sentido estricto (h^2) de la tolerancia a la alimentación sin presa en una población comercial de *Orius laevigatus* a partir de la fecundidad total de sus hembras durante diez días alimentadas con polen. Además, se estudió la respuesta a los primeros pasos de selección en tres líneas previamente constituidas a partir de la mezcla de poblaciones silvestres y comerciales. La h^2 de este carácter fue de 0.19, la cual, aplicada a la variabilidad genética de las tres líneas, predijo una respuesta a la selección de 7.3-7.6 huevos por hembra. Estos valores son similares a los obtenidos en los primeros pasos de selección de las tres líneas. Si bien es necesario un diseño de cruzamiento de medios hermanos/hermanos completos para predecir la varianza genética aditiva, estos resultados arrojan esperanzas para la obtención de una raza mejorada.

Palabras clave: fecundidad total; mejora genética; presión de selección; polen.

1. INTRODUCCIÓN

La tolerancia a la alimentación sin presa es un carácter que hace de un enemigo natural el candidato ideal para ser usado en programas de suelta inoculativa, ya que mostrará un mejor establecimiento en el cultivo a largo plazo, controlando a su presa cuando la densidad de ésta aún es baja [1]. Uno de los agentes de control biológico más usados en la actualidad es *Orius laevigatus* (Fieber) (Hemiptera: Anthocoridae), un depredador generalista común en la cuenca Mediterránea y el norte de Europa [2]. Se trata del principal enemigo del trips de las flores, *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae), sobre el cual realiza un control preventivo

eficaz gracias a su capacidad para alimentarse del polen de las flores del cultivo [3]. Sin embargo, y a pesar de tratarse de una gran estrategia adaptativa, también es cierto que, si se alimentan exclusivamente de este modo, su fecundidad se reduce de forma considerable [4].

Por eso, mejorar su fecundidad en estas condiciones permitiría su liberación en el cultivo cuando la plaga aún no se hubiera extendido. En esa línea de trabajo, nuestro grupo viene estudiando la variabilidad de la tolerancia de las poblaciones mediterráneas de *O. laevigatus* a la alimentación con polen. Para ello, evaluamos la fecundidad de sus hembras en comparación con un tratamiento control, alimentado con huevos de *Ephestia* [5]. La varianza genética de un carácter influye de forma directa en el valor de los parámetros genéticos que rigen su evolución y su susceptibilidad a la selección [6]. Así, las investigaciones que se recogen en este trabajo tienen como objetivo aprovechar la variabilidad existente para iniciar un proceso de selección y mejora que nos permita obtener líneas con una mayor tolerancia al polen. Previamente se ha evaluado la heredabilidad realizada (h^2) de la fecundidad en estas condiciones, un indicador de la evolución de un carácter a lo largo de un proceso de selección muy útil para predecir su respuesta a la selección, dándonos una idea de nuestras posibilidades de éxito en la mejora [10].

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Poblaciones de *Orius laevigatus*.

Para estudiar la heredabilidad se parte de una población comercial de *Orius laevigatus* suministrada por Koppert®. Para el proceso de selección se parte de tres líneas base (S0) que resultan de sendas mezclas de poblaciones silvestres y comerciales de las que se eligen las hembras que, en bioensayos previos en los que eran alimentadas con polen, hayan registrado una mayor fecundidad durante 10 días. Las poblaciones silvestres se recolectaron en distintas localidades de España, Italia y Grecia. El mantenimiento de las líneas base y los sucesivos pasos de selección se llevaron a cabo mediante la metodología de cría descrita por Mendoza et al. [5].

2.2 Métodos de bioensayo.

Para realizar todos los bioensayos se sigue la metodología descrita por Mendoza et al. [5]. Para estudiar la heredabilidad se parte de adultos recién emergidos de Koppert® alimentados con polen durante 3-5 días para que tenga lugar la cópula. Los supervivientes son sexados, individualizando a las hembras para estudiar su fecundidad durante 10 días mientras son alimentadas con polen. Se selecciona y se mezcla la descendencia de las hembras con un rendimiento más alto para evaluar la tolerancia al polen de las hijas que alcanzan al estado adulto. Para la selección, se evalúa la fecundidad de cada línea base S0, alimentándolas con polen y seleccionando a las hembras con un rendimiento más alto en estas condiciones para fundar sendas líneas S1. Este proceso se repite para los pasos de selección subsiguientes, hasta obtener una S3 en la Línea Base I, la más avanzada, y una S2 en las Líneas Base II y III.

2.3 Tratamiento estadístico.

Los bioensayos se realizan al azar, descartando las hembras que no ponen huevos durante al menos 7 de los 10 días. Se comparan las medias de fecundidad total (FT_{10}) entre madres e hijas de Koppert® mediante un test de Student, así como entre pasos de selección sucesivos de las líneas base mediante ANOVA, comparando las medias por pares mediante la T2 de Tamhane.

2.4 Estimación de los parámetros genéticos.

Para obtener la h^2 de la tolerancia al polen se calculan el diferencial de selección (S) y la respuesta a la selección (R) de este carácter a partir de las medias de fecundidad total durante 10 primeros (FT_{10-P} para las madres y FT_{10-F1} para las hijas) y la desviación típica (σ_P) obtenidas en las dos generaciones de Koppert® mediante las siguientes ecuaciones [7]:

$$h^2 = R/S \quad (2.4.1) \quad S = i \cdot \sigma_p \quad (2.4.3)$$

$$R = FT_{10-F1}/FT_{10-P} \quad (2.4.2) \quad i = (1/p) \cdot [1/\sqrt{(2\pi)}] \cdot \exp(-t^2/2) \quad (2.4.4)$$

, donde i es intensidad de selección, p es la presión de selección (la proporción de hembras seleccionadas), y t el umbral de selección, obtenido a partir de la distribución normal tipificada.

Una vez establecidos los primeros pasos de selección de las tres líneas base, calculamos la respuesta a la selección entre los distintos pasos mediante la ecuación 2.4.2 y la comparamos con la respuesta esperada, que se calcula aplicando la heredabilidad obtenida y la intensidad de selección ejercida en el ensayo de Koppert® a la variabilidad genética de cada una de las líneas.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Heredabilidad de la tolerancia a la alimentación sin presa.

En la tabla 1 vemos que la FT_{10} de la segunda generación de Koppert es significativamente más alta que en la primera (p-valor=0.049), con un valor para la h^2 de la tolerancia al polen de 0,19 y por tanto relativamente bajo, lo que concuerda con lo que suele obtenerse para caracteres relacionados con el ciclo vital en insectos, como la fecundidad. Sin embargo, caracteres relacionados con la morfología, la fisiología o el comportamiento presentan una h^2 más alta [8].

3.2 Respuesta a la selección.

En la tabla 2 vemos que en las 3 líneas se ha obtenido una respuesta a la selección positiva. A pesar de que entre los dos primeros pasos de la Línea Base I, R es negativa debido a un descenso en la FT_{10} , la media obtenida fue similar en las tres líneas, con valores por encima de los 6 huevos por hembra. Estos valores apenas difieren de la R esperada en función de la h^2 obtenida, a pesar de que la intensidad de selección fue más baja en las líneas base. Esto puede deberse a que, mientras que en el ensayo inicial hay una relación directa entre las generaciones, en la selección se pueden dar varias generaciones entre pasos de selección sucesivos, por lo que es probable que se den mecanismos de selección que no se están teniendo en cuenta pero que contribuyan a la ganancia genética. Aún así, aumentar la intensidad de selección parece mejorar la R , aunque deben considerarse dos factores limitantes, tamaño de la población y endogamia, que establecen un límite en el número de hembras que se usarán como progenitoras [9]. También puede aumentar la R incrementando la h^2 , aunque éste que no es un factor constante, sino que depende de las condiciones en las que se realiza la selección. No obstante, como argumentó Houle [10], la h^2 es un indicador engañoso de la evolución de un carácter a lo largo de la selección, ya que una baja h^2 puede reflejar una baja variación aditiva, una alta variación residual o ambas, sobre todo para caracteres relacionados con la valencia ecológica, con una elevada variabilidad (Tabla 2). Conviene calcular la componente aditiva de esta variabilidad (CV_A) mediante un diseño de cruzamiento de medios hermanos y hermanos completos.

4. CONCLUSIONES

La tolerancia al polen en *Orius laevigatus* muestra una h^2 relativamente baja, acorde con lo que se suele obtener en caracteres relacionados con el ciclo vital, así como una respuesta a la selección positiva en todas las líneas desarrolladas. No obstante, es posible optimizar el proceso de selección aumentando la intensidad. En cualquier caso, es necesario realizar un estudio más exhaustivo que nos permita obtener la variabilidad genética aditiva de este carácter para optimizar la mejora y obtener una línea genética con una alta eficacia en condiciones de escasez.

5. AGRADECIMIENTOS

Agradecer al Ministerio de Educación, Cultura y Deporte por la concesión de un contrato FPU, así como a E. Martínez-Díaz y M. Inglés por su inestimable ayuda técnica.

6. REFERENCIAS

- [1] Symondson W.O.C., Sunderland K.D., Greenstone M.H. 2002. Can generalist predators be effective biocontrol agents? *Annu. Rev. Entomol.* 47: 561-594.
- [2] Péricart J. 1972. Hémiptères. Anthocoridae, Cimicidae et Microphysidae de l'Ouest- Paléartique. Masson et Cie. Paris. Pp. 402.
- [3] Bonte M., De Clercq P. 2010. Influence of diet on the predation rate of *Orius laevigatus* on *Frankliniella occidentalis*. *BioControl.* 55: 625-629.
- [4] Wong S.K., Frank S.D. 2013. Pollen increases fitness and abundance of *Orius insidiosus* (Say) (Heteroptera: Anthocoridae) on banker plants. *Biological Control.* 64: 45-50.
- [5] Mendoza J.E., Balanza V., Sánchez-Martínez M.J., Bielza P. 2014. Variabilidad de la tolerancia a la alimentación sin presa en distintas poblaciones mediterráneas de *Orius laevigatus* (Fieber) (Hemiptera: Anthocoridae). Universidad Politécnica de Cartagena. Servicio de documentación. ISBN: 978-84-697-1358-7, 155-158.
- [6] Sorensen D.A., Kennedy B.W. 1984. Estimation of genetic variances from unselected and selected populations, *J. Anim. Sci.* 59: 1213-1223.
- [7] Falconer D.S., MacKay T.F.C. 1996. Introduction to quantitative genetics. 1996. 4th ed., Longman Group Ltd, UK.
- [8] Mousseau T.A., Roff D.A. 1987. Natural selection and heritability of fitness components. *Heredity.* 59: 181-197.
- [9] Bruns E. y Harvey W.R. 1976. Effects of varying selection intensity for two traits on estimation of realized genetic parameters. *J. Anim. Sci.* 42: 291-298.
- [10] Houle D. 1992. Comparing evolvability and variability of quantitative traits. *Genetics.* 130: 195-204.

Tabla 1. Heredabilidad realizada (h^2) para la tolerancia al polen en *Orius laevigatus*.

Generaciones	N ^a	FT ₁₀ ^b (huevos/hembra)	p ^c	
P	19	32,0 ± 14,7 a	0,16	
F1	6	43,7 ± 10,6 b	-	
Heredabilidad	h ²	R ^d	S ^e	i ^f
P → F1	0,19	11,7	61,6	4,2

(^a) N^o de hembras ensayadas; (^b) Fecundidad Total en los primeros diez días (las medias±SD seguidas por la misma letra no son significativamente distintas, $p>0.05$, T de Student); (^c) Presión de selección; (^d) Respuesta a la selección; (^e) Diferencial de selección tipificado; (^f) Intensidad de selección.

Tabla 2. Respuesta a la selección en las tres líneas base estudiadas de *Orius laevigatus*.

LÍNEA BASE ^a	N	FT ₁₀ ^b (huevos/hembra)	i	R _{esp} ^c	R	R _{obt} ^d
I				7,3		6,1 ± 5,4 a
S0	400	21,0 ± 9,2 a	0,9		9,3	
S1	200	30,3 ± 13,9 b	0,8		-1,4	
S2	200	28,9 ± 7,8 b	2,5		10,5	
S3	176	39,4 ± 11,6 c	-		-	
II				7,3		7,8 ± 1,8 a
S0	350	20,4 ± 9,2 a	0,9		6,0	
S1	200	26,4 ± 10,7 b	0,9		9,6	
S2	200	36,0 ± 10,6 c	-		-	
III				7,6		7,7 ± 2,3 a
S0	400	20,9 ± 9,6 a	0,8		9,9	
S1	200	30,8 ± 12,2 b	0,8		5,4	
S2	17	36,2 ± 17,9 c	-		-	

(^a) Grupos de poblaciones bioensayadas y primeros pasos de selección evaluados (S0-S3); (^b) Fecundidad Total durante diez días (las medias±SD seguidas por la misma letra no son significativamente distintas, $p>0.05$, T2 de Tamhane); (^c) Respuesta a la selección esperada en función de h^2 ; (^d) Respuesta media a la selección obtenida (las medias±SD seguidas por la misma letra no son significativamente distintas, $p>0.05$, T2 de Tamhane).