

## ALGUNOS COMPONENTES DE VALOR ADAPTATIVO EN POBLACIONES NATURALES DE *Drosophila pseudoobscura* ORIGINARIAS DE MÉXICO

Víctor Manuel SALCEDA\* y Carolina ARCEO-MALDONADO

Departamento de Biología, Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, Km 36.5 Carretera México-Toluca s/n, La Marquesa, Ocoyoacac, Estado de México C.P. 52750

\*Autor de correspondencia: victor.salceda@inin.gob.mx

(Recibido diciembre 2013; aceptado septiembre 2014)

Palabras clave: *Drosophila pseudoobscura*, componentes de valor adaptativo, poblaciones naturales

### RESUMEN

Los componentes de valor adaptativo (fitness) en poblaciones naturales y/o experimentales son relevantes pues constituyen la materia prima para la evolución adaptativa de los organismos. La variación genética polimórfica y estos componentes afectan los mecanismos que mantienen la diversidad de las poblaciones por lo que tienen significancia evolutiva. Se colectaron muestras de *Drosophila pseudoobscura* en 27 localidades a lo largo de la República Mexicana y se dividieron para su análisis en cuatro transectos norte-sur y se llevaron al laboratorio donde se estudiaron los siguientes componentes: fecundidad, medida como número total de descendientes en siete días de postura, dividido entre el número de hembras capturadas en el sitio correspondiente; número de descendientes por hembra por día; viabilidad huevo-adulto; proporción sexual, calculada de la siguiente forma: número de hembras entre el número de machos y multiplicado por 100; índice de apareamiento, que consiste en el número de apareamientos en 30 minutos de exposición; número de inversiones encontradas por población. Los valores promedio para ellos fueron: 5 para fecundidad; 8.5 descendientes por hembra por día; una viabilidad huevo-adulto de 24.4%; una proporción sexual de 71.9 machos por cada 100 hembras con un porcentaje de apareamiento en 30 minutos de observación de 59.9% y 6.5 inversiones. Estos resultados provienen del número de hembras capturadas el cual varió de cuatro a 250 las cuales dejaron de 220 a 22 798 descendientes; la viabilidad huevo-adulto tuvo una variación de 14.3 a 38.4 por ciento; la proporción sexual con una variación de 31.4 a 96.4; el porcentaje de apareamiento varió del 38 al 76 por ciento y el número de inversiones presentes de cuatro a nueve. Todas las diferencias encontradas se consideran adaptaciones propias de cada población las que les permiten su permanencia en los diferentes hábitats.

Key words: *Drosophila pseudoobscura*, components of adaptive value, natural populations

### ABSTRACT

The study of the components of adaptive value (fitness) in natural and / or experimental populations is relevant because they are raw material for adaptive evolution of organisms is polymorphic genetic variation and these components affect the mechanisms that maintain these polymorphisms which have evolutionary significance. *Drosophila pseudoobscura* samples were obtained in 27 locations throughout the Republic and

divided for analysis into four north-south transects and taken to the laboratory where we studied the following components: fertility, measured as total number of offspring in seven days of lying divided by the number of females captured in a particular site; number of offspring per female, per day; egg to adult viability; sex ratio, calculated as follows: number of females between the number of males and multiplied by 100; mating ratio, is the number of matings in 30 minutes exposure and expressed in percentage; number of inversions encountered by population. The respective average values for them were: fecundity 5; offspring per day per female 8.5; egg-adult viability 24.4 %; sex ratio 71.9 males for every 100 females; 59.9 % and 6.5 inversions. These results are the number of captured females which ranged from four to 250 producing from 220 to 22 798 descendants; egg to adult viability had a variation of 14.3 to 38.4 percent; the sex ratio with a variation of 31.4 to 96.4; mating frequency varied from 38 to 76 percent and the number of inversions present four to nine. All differences found are considered adaptations of each population which allow their permanence in the different habitats.

## INTRODUCCIÓN

El estudio de los componentes de valor adaptativo (fitness) es relevante en poblaciones naturales y/o experimentales, pues constituyen la materia prima de la evolución adaptativa de los organismos. La variación genética de éstos componentes polimórficos, es afectada por los mecanismos que mantienen el polimorfismo en las poblaciones. En las investigaciones de genética de poblaciones, con frecuencia se analizan componentes como fecundidad, viabilidad huevo-adulto, viabilidad larvaria, tasa de crecimiento, fertilidad entre otros. En la mayoría de los casos y según sus intereses estos estudios se han realizado en diferentes especies del género *Drosophila*, así, por ejemplo Marincovik, *et al.* (1969) estudian viabilidad, fecundidad y fertilidad en *D. pseudoobscura*; Tantawy y El-Helw (1970) analizan producción y viabilidad de huevos, viabilidad larvaria y pupal así como productividad y longevidad en una población natural, dos de mutantes y una segregante de la cruce de dos mutantes todas ellas de *D. melanogaster*; Mourao *et al.* (1972) determinan la adaptación en poblaciones experimentales de *D. willistoni*; Salceda (1990) fecundidad, proporción sexual, número de huevecillos por hembra por día, viabilidad huevo-adulto en *D. simmulans*; Carareto y Mourao (1991a, b) analizan 23 componentes en *D. prosaltans*; Yamasaki y Hirose (1995) tasa de desarrollo, viabilidad larvaria, tiempo de desarrollo, productividad y viabilidad de adultos en *D. melanogaster*; Fry *et al.* (1998) se enfocaron en estudiar viabilidad, fecundidad y fertilidad en *D. melanogaster*. En esta ocasión nos referiremos a algunos de estos componentes en 27 poblaciones naturales de *Drosophila pseudoobscura* originarias de México.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Las moscas fueron capturadas en trampas de plástico que contenían frutas en estado de fermentación mediante una red entomológica y se colocaron en frascos homeopáticos con alimento, después con ayuda de un microscopio estereoscópico, fueron separadas, por especie; seleccionando la de nuestro interés y posteriormente separadas por sexo, colocándoles en frascos con alimento fresco para su transporte al laboratorio. Una vez en el laboratorio las hembras se colocaron individualmente en frascos de ¼ de litro con alimento fresco para permitir la postura. Se dejaron incubar por ocho días, momento en que se hizo un trasvase para evitar la pérdida de la cepa. A la emergencia de los adultos de cada cultivo se extrajo una larva, se disecó y se determinó su genotipo, esta operación se repitió con todos los cultivos de cada colecta y a partir de los datos así obtenidos se establecieron las frecuencias de las diferentes inversiones. Conforme emergieron los adultos se hicieron conteos cada tres días hasta el agotamiento del cultivo determinándose así: fecundidad (productividad), que se calculó tomando el número total de descendientes por colecta y dividido entre el número de hembras encontradas en el sitio; así mismo la proporción sexual y número de descendientes por día por hembra. A la emergencia de los adultos correspondientes a los trasvases, se aislaron hembras y machos vírgenes y cuando tenían de 24 a 48 horas de edad se colocaban 20 parejas en cámaras de observación para determinar el número de cópulas en un periodo de 30 minutos, se hicieron cinco repeticiones para caracterizar la frecuencia de apareamiento que fue reportada en porcentaje. De los descendientes de la camada original se obtuvieron huevecillos, los cuales se sembraron en grupos de 50 por frasco y se incubaron para determinar la viabilidad huevo-adulto,

y se hicieron tres repeticiones. Las 27 poblaciones se ubicaron en cuatro transectos norte-sur para facilitar su análisis y hacer las comparaciones respectivas.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

El número de hembras capturado, y cuya descendencia se analizó, vario de 4 a 250, dando un total de 1442 hembras entre las 27 poblaciones analizadas y un promedio por población de 54. Considerando que el estudio corresponde a poblaciones naturales, no es posible uniformizar este parámetro ya que la

abundancia de individuos en la naturaleza no depende del experimentador. Los días y horarios de colecta y captura fueron iguales y se colectó durante cinco días. Una vez concluidas las observaciones y conteos se recopilaron los datos y ordenaron para su análisis, mismos que se muestran en los cuadros 1 a 5.

En el cuadro 5 se presentan los resultados promedio de los diferentes transectos. Para el más norteño, Norte A (A), fueron: 9 para fecundidad: 7.2 descendientes por hembra por día; viabilidad huevo-adulto de 22.4 %: proporción sexual de 60.8 machos por cada 100 hembras; con un porcentaje de apareamiento de 55.8 y 7.5 inversiones.

**CUADRO I.** VALORES DE LOS DIFERENTES COMPONENTES DE VALOR ADAPTATIVO DE *Drosophila pseudoobscura* EN EL TRANSECTO 1 (NORTE A)

Población	Fecundidad × ♀	Descendencia Por ♀ × día	Viabilidad huevo-adulto	Prop. sexual	% apareamiento	Tamaño de muestra	Numero de inversiones
Torreón	61	7.7	---	78.8	---	21	7
Lirios	47	5.9	29.4	54.4	55	76	6
D.Alcalá	84	10.6	22.6	84.7	64	11	9
Presa	50	6.3	14.3	34.5	56	17	8
Presidio	66	8.3	23.2	79.8	63	10	8
Mathuala	37	4.6	---	32.9	41	6	7

**CUADRO II.** VALORES DE LOS DIFERENTES COMPONENTES DE VALOR ADAPTATIVO DE *Drosophila pseudoobscura* EN EL TRANSECTO 2 (NORTE B)

Población	Fecundidad × ♀	Descendencia por ♀ × día	Viabilidad huevo-adulto	Prop. sexual	% apareamiento	Tamaño de muestra	Numero de inversiones
Valparaíso	92	11.5	---	63.3	---	78	11
Congoja	88	10.9	22.2	75.1	66	166	11
Río Verde	77	9.6	38.4	74.6	70	147	7
Reyes	60	7.5	14.7	92.1	58	4	5
T. Nueva	62	7.8	18.4	95.1	52	7	4
Lobo	50	6.2	25.2	88.1	---	30	8
Amoles	58	7.3	---	83.5	40	115	8

**CUADRO III.** VALORES DE LOS DIFERENTES COMPONENTES DE VALOR ADAPTATIVO DE *Drosophila pseudoobscura* EN EL TRANSECTO 3 (CENTRO C)

Población	Fecundidad × ♀	Descendencia por ♀ × día	Viabilidad huevo-adulto	Prop. sexual	% apareamiento	Tamaño de muestra	Numero de inversiones
Victoria	39	4.9	24.4	31.4	50	14	9
Huimilpan	77	9.6	---	91.3	65	12	7
Tulancingo	97	12.2	29.1	86.4	59	128	6
C. Guzmán	65	8.1	24.1	85.7	66	4	7
Zirahuén	126	15.8	29.1	59.2	74	22	6
C. Nuclear	64	8	18.4	76.2	76	22	3
Amecameca	115	14.4	34	62.8	75	65	6
Malinche	51	6.4	---	65.5	68	39	6
Seco	91	11.4	31.1	58.4	65	250	7
Perla	67	8.4	---	63.1	---	67	5

**CUADRO IV.** VALORES DE LOS DIFERENTES COMPONENTES DE VALOR ADAPTATIVO DE *Drosophila pseudoobscura* EN EL TRANSECTO 4 (SUR D)

Población	Fecundidad × ♀	Descendencia por ♀ × día	Viabilidad huevo-adulto	Prop. sexual	% apareamiento	Tamaño de muestra	Numero de inversiones
Caballo	46	5.7	20.1	80.6	67	33	7
Oaxaca	60	7.5	21.1	70.7	58	38	5
Ocosingo	65	8.1	---	96.4	38	27	5
Casas	29	3.7	---	77.9	52	33	4

**CUADRO V.** COMPARACIÓN DE LOS DIFERENTES COMPONENTES DE VALOR ADAPTATIVO DE *Drosophila pseudoobscura* ENTRE TRANSECTOS. VALORES PROMEDIO

Transecto	Fecundidad × ♀	Descendencia por ♀ × día	Viabilidad huevo-adulto	Prop. Sexual	% apareamiento	Tamaño de muestra	Numero de inversiones
A	9	7.2	22.4	60.8	55.8	141	7.5
B	5	8.7	23.8	81.7	57.20	547	7.7
C	4	9.9	27.2	68.0	66.44	623	6.2
D	6	6.2	20.8	81.4	53.75	131	5.3
Promedio	5	8.5	24.4	71.9	58.29	360	6.7

Para el segundo transecto, Norte B (B), los valores correspondientes fueron: para fecundidad 5; 8.7 descendientes por hembra por día; viabilidad huevo-adulto de 23.8 %; proporción sexual de 81.7 machos por cada 100 hembras; con un porcentaje de apareamiento de 57.2 y 7.7 inversiones.

El tercer transecto, Central (C), es el de mayor número de localidades caracterizadas y comprende diez poblaciones en las cuales los parámetros analizados mostraron los siguientes valores promedio: 4 para fecundidad; 9.9 descendientes por hembra por día; viabilidad huevo-adulto de 27.2 %; proporción sexual de 68 machos por cada 100 hembras; con un porcentaje de apareamiento de 66.4 y 6.2 inversiones, nuevamente cabe señalar que las diferencias son el resultado del ambiente en que las poblaciones se desempeñan.

El último transecto, Sur (D), comprende sólo cuatro localidades en las que los valores promedio son: 6 para fecundidad; 6.2 descendientes por hembra por día; viabilidad huevo-adulto de 20.8 %; proporción sexual de 81.4 machos por cada 100 hembras; con un porcentaje de apareamiento de 53.75 y 5.3 inversiones.

Los datos individualizados de cada transecto se indican en los **cuadros 1 a 4** donde se pueden observar las diferencias entre cada población que pueden ser causadas por el hábitat de cada localidad.

El tamaño de muestra en las diferentes localidades varió de cuatro a 250 hembras capturadas y analizadas para los parámetros en consideración.

Con respecto a la fecundidad podemos mencionar que el transecto Norte B presentó el valor más alto,

5993 individuos, esto debido a que en tres localidades el tamaño de muestra fue mayor, por el contrario el valor del transecto Norte A produjo menos descendientes debido al tamaño de muestra. Sin embargo, cuando nos referimos al número de descendientes por hembra por día el transecto Centro presentó el valor más alto, 9.9 y el de menor valor el transecto Sur con 6.2.

En cuanto a la viabilidad huevo-adulto la respuesta en todos los casos es muy similar con valores de 20.5 a 27.2 por ciento.

La proporción sexual varió de 60.8 a 81.4 machos por cada 100 hembras y el aislamiento sexual de 53.8 a 66.4 por ciento.

Las comparaciones se hicieron de la siguiente manera, se obtuvieron por transectos los promedios correspondientes para cada parámetro observado y se muestran en el **cuadro 5**, a los datos se les aplicó la prueba de análisis de varianza (ANOVA) a fin de determinar la existencia de diferencias. Como se muestra en los **cuadros 1-5** los resultados para los componentes: fecundidad por hembra, número de descendientes por hembra por día, y porcentaje de apareamiento son diferentes para todas las poblaciones y transectos, en tanto que para la viabilidad huevo-adulto existe semejanza entre los transectos B y C siendo los otros dos diferentes. Para la proporción sexual, solo existe semejanza entre los transectos A y B. Las diferencias encontradas se consideran ser el reflejo de las adaptaciones particulares de cada población a su correspondiente ambiente, razón suficiente para justificar las diferencias encontradas.

## CONCLUSIÓN

Pese a las diferencias que en ocasiones aparentan ser grandes, las poblaciones se mantienen en su hábitat, pues la acción conjunta de todos los componentes y su respuesta al medio le confieren a cada población la estabilidad necesaria para poder persistir. Sin duda otros parámetros contribuyen al desempeño de cada población y sería necesario el analizarlos así como tener determinaciones a lo largo de ciclos anuales.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a las autoridades del ININ su constante apoyo, asimismo al CONACyT por el financiamiento a VMS bajo el convenio 31736-N.

## REFERENCIAS

- Carareto C.M.A. y Mourao C.A. (1991a). Darwinian fitness in *Drosophila*. I. Fitness components in *Drosophila prosaltans*. Rev. Bras. Genet. 14, 661-672.
- Carareto C.M.A. y Mourao C.A. (1991b). Darwinian fitness in *Drosophila*. II. Quantification of total fitness in *Drosophila prosaltans*. Rev. Bras. Genet. 14, 937-952.
- Fry J.D., Heinshon S.L. y Mackay T.F. (1998). Heterosis for viability, fecundity and male fertility in *Drosophila melanogaster*. Genetics 148, 1171-1188.
- Marinkovic D., Crumpacker D.W. y Salceda V.M. (1969). Genetic loads and cold temperature resistance in *Drosophila pseudoobscura*. Am. Naturalist 103, 235-246.
- Mourao C.A., Ayala F.J. y Anderson W.W. (1972). Darwinian fitness and adaptedness in experimental populations of *Drosophila willistoni*. Genética 43, 552-574.
- Salceda V.M. (1990). Componentes de valor adaptativo en *Drosophila* Mexicanas. I. *Drosophila simulans*. Evol. Biol. 4, 179-188. (Colombia).
- Tantawy AO y El-Helw MR. (1970). Studies on natural populations of *Drosophila*. IX. Some fitness components and their heritabilities in natural and mutant populations of *Drosophila melanogaster*. Genetics 64, 79-81.
- Yamasaki T. y Hirose Y. (1995). Genetic analysis of natural populations of *Drosophila melanogaster* in Japan. II. The measurement of fitness and fitness components in homozygous lines. Genetics 108, 213-221.