

DISTRIBUCION ESPACIAL DE *DROSOPHILA FUNEBRIS*

P O R

EDUARDO DEL SOLAR (*) y JOSE NAVARRO (**)

R E S U M E N

En un aparato especialmente diseñado, se estudia la distribución espacial de machos, hembras y mixtos de *D. funebris* a 10°C y 20°C de temperatura.

Se pone en evidencia que esta especie presenta una tasa de agregación mayor a 20°C. Estos resultados se confirman por una tendencia a incrementar el tamaño de los grupos y una disminución de la actividad locomotora.

A B S T R A C T

The effect of temperature on spatial distribution of males, females and mixed groups of *D. funebris* was studied in a specially designed apparatus.

It was observed that this species shows a higher aggregations index at 20°C than at 10°C. Those results were consistent with an increasing of groups size and a decreasing of the locomotor activity of the individuals.

I N T R O D U C C I O N

En los últimos años ha llegado a ser evidente que la distribución espacial, es uno de los parámetros necesarios para definir suficientemente una población. De su análisis pueden inferirse algunas de las interacciones producidas entre los individuos, la forma de explotación de los recursos disponibles o la ocurrencia de mecanismos de protección contra las injurias ambientales.

La conducta gregaria ha sido descrita en diferentes especies de *Drosophila* como un modelo de distribución microgeográfica (del Solar E. y col, 1966; del Solar y Palomino, 1971). Para su descripción se ha usado la elección del sitio de oviposición utilizando las siguientes evidencias experimentales o inferencias derivadas de ellas:

- Las hembras de *Drosophila* ovipositan sólo en algunos de los sitios disponibles;
- Se registra un mayor número de huevos en aquellas áreas previamente usadas por otros animales;
- es posible dirigir la postura, colocando algunos huevos en una de las áreas disponibles, y

(*) Instituto de Ecología, Universidad Austral de Chile. Casilla 567, Valdivia, Chile.

(**) Departamento de Genética y Biología Universidad de Chile. Zañartu 1042. Santiago.

NOTA: Este Trabajo ha sido parcialmente financiado por la Vicerrectoría de Investigación Universidad Austral de Chile, Valdivia. Proyecto 74-30.

d.— el análisis de la progenie de hembras fecundadas por machos portadores de mutaciones dominantes, ha revelado que los grupos de preadultos, se forman con la contribución de más de un individuo.

Además, la base genética de esta conducta ha sido mostrada por experimentos de selección artificial (del Solar, 1968). Por otra parte, se están acumulando evidencias que indican, se trata de un rasgo especie específico. Cuando coexisten hembras de *D. melanogaster* y *D. funebris* se muestra una tendencia a mantener áreas de posturas separadas para cada especie.

Este trabajo ha sido diseñado con el propósito de mostrar otra de las formas de la conducta gregaria, basada en la posición espacial que ocupan los individuos de *D. funebris* y la influencia de la temperatura sobre esta distribución.

MATERIALES Y METODOS

El aparato utilizado, está formado por un recipiente de vidrio de 30 cm de diámetro y 25 cm de alto. En el cual se encuentra sumergido un balón de vidrio de 4 litros de capacidad, cuyo cuello se cierra en la base transformándose en una esfera. La esfera se subdividió en 48 secciones de la misma superficie. El recipiente exterior se llena de agua a temperatura constante de 10°C y 20°C. Todo el sistema se ilumina por dos lámparas de 75 Watts situadas lateralmente a 12 cm de distancia.

En la esfera se depositaron grupos de 48 individuos sin anestesia, de 10 días de edad. Después de diez minutos se registraba el número de individuos por área y su posición en la esfera. Diez minutos más tarde se hacía un nuevo recuento.

Este procedimiento fue usado en grupos de machos, hembras y mixtos. En cada uno de los grupos se hicieron cinco réplicas a 10°C y cinco réplicas a 20°C de temperatura.

La distribución espacial de los animales se probó en comparación con una distribución de Poisson. Las tasas de agregación se estimaron por el coeficiente de perturbación de Charlier (Cole, 1946).

RESULTADOS

En el Cuadro N° 1, se muestra el número de individuos, por área, en los grupos de machos, hembras y mixtos, registrados a los 10 y 20 minutos de observación con 10°C y 20°C de temperatura. Los resultados se presentan ordenados en número por áreas y se prueban en comparación con las frecuencias calculadas para una distribución de Poisson.

En todos los grupos por sexo y temperatura se encontraron valores significativamente distintos de los esperados. Los ji cuadrados obtenidos tienen significación con valores de $P = 0.001$ o menores. Indicando una distribución no al azar.

En el Cuadro N° 2 se presentan los índices de agregación calculados para cada sexo, en los diferentes tiempos de observación y temperaturas. Las diferencias entre temperaturas se midieron por la prueba de "t". Los resultados ponen en evidencia que los índices de agregación son significativamente mayores a 20°C que los obtenidos a 10°C. Excepto en el primer recuento de 10 minutos del grupo mixto. Además puede notarse una tendencia a aumentar la agregación en el segundo recuento.

El Cuadro N° 3 presenta una estimación de tamaño efectivo de los grupos por cada sexo y temperatura. De acuerdo al registro obtenido se puede afirmar que del total de áreas disponibles sólo la mitad contiene animales y entre las áreas utilizadas, la mitad de ellas es utilizada por un solo individuo quedando el resto ocupados por grupos. Los promedios señalados en la tabla indican que las categorías de machos y hembras exhiben una tendencia a aumentar el tamaño del grupo al incrementar la temperatura. En cambio lo inverso ocurre en el grupo de machos y hembras juntos. Lo cual está de acuerdo a los valores de agregación en relación a las temperaturas que se encuentran en el Cuadro N° 2.

El Cuadro N° 4, es un intento de evaluación de la movilidad general de los animales. Considerando que cada área fue registrada dos veces con un intervalo de 10 minutos. En cada cuenta se puede clasificar las áreas en vacías y ocupadas por uno o más individuos. De tal manera que el segundo recuento permite conocer cuántos individuos cambiaron de posición, sea para ocupar áreas vacías o aumentar o disminuir los grupos. Los términos de pérdida o ganancia quedan referidos a cada una de las 48 áreas, según si algún individuo salga o no entre ellas.

Se puede concluir, que más de la mitad de los individuos cambia de posición y que la movilidad es mayor a 10°C que a 20°C de temperatura. Con porcentajes de 84 y 54 respectivamente.

Además, es importante conocer si la movilidad presenta alguna orientación espacial. Con este objetivo se subdividió la esfera en tres secciones sobrepuestas, superior media e inferior de la misma superficie total. Los resultados se presentan en el Cuadro N° 5, estos resultados sugieren que a baja temperatura, 10°C, la movilidad es predominantemente horizontal y los animales aparecen como geotácticamente neutros. En cambio a 20°C se produce una dispersión vertical que indicaría una respuesta geotáctica negativa.

Un hecho interesante se refiere a la actividad sexual registrada en el grupo mixto. A 10°C de temperatura no se encuentran parejas en cópula. A 20°C se registraron, en las cinco réplicas, un total de 15 parejas lo que en el corto tiempo de observación aparece como una actividad importante.

DISCUSION

La agregación constituye la forma más primitiva de interacción social. El término se emplea en este trabajo sólo como una medida de proximidad entre los miembros del grupo. Consecuentemente es necesario especificar el tipo de interacciones que pudieran reproducirse.

Las evidencias experimentales que permitieron definir operacionalmente la conducta gregaria en *Drosophila* se basó en la elección del sitio de oviposición. Lo cual ha permitido establecer un mecanismo conductual responsable de la formación de grupos de preadultos de diferentes tamaños. Es en estas formas preadultas en las cuales se han descrito numerosas interacciones como competencia por comida y espacio (Aleee, 1951; Ayala, 1966, 1967, 1970); cambios en la fecundidad, viabilidad, velocidad de desarrollo y otros (Brncic y col, 1969; Budnik y col. 1971).

Los resultados de este trabajo no muestran ninguna interacción obvia entre los miembros del grupo; ya que el diseño experimental sólo considera la distribución espacial de los individuos. Sin embargo es importante hacer notar la ocurrencia de otros factores que puedan modificar la intensidad de la agregación en los adultos como la temperatura y la respuesta geotáctica.

La conducta gregaria de *D. funebris* muestra diferencias significativas con respecto a *D. melanoagstee* (Navarro y del Solar, 1975). Esta última aumenta su tasa de agregación al disminuir la temperatura también aumenta el tamaño de los grupos y su movilidad general decrece. Estas tres características sugieren que el aumento de la agregación constituiría un mecanismo de protección contra el frío. *D. funebris* en cambio, presenta una respuesta opuesta ya que la tasa de agregación es mayor a 20°C que a 10°C. El tamaño de los grupos tiende a aumentar a 20°C y la movilidad general disminuye.

La conducta descrita para *D. funebris* descarta el gregarismo como mecanismo general de protección contra el frío, ya que esta especie resuelve el problema aumentando su actividad locomotora. Además, se puede agregar que la actividad locomotora está orientada por una respuesta geotáctica negativa.

Un segundo punto, se refiere a la eficiencia del aparato para medir la distribución espacial. Los resultados indican que efectivamente los dos procedimientos estadísticos empleados, diferencias con la distribución de Poisson y el índice de agregación proporcionan una información coherente. Además, si se considera la superficie y las propiedades geométricas de la esfera hacen un sustrato homogéneo de tal modo que la distribución que adoptan los animales no pueden ser atribuidas a las diferencias cualitativas o cuantitativas entre las áreas de la esfera.

CUADRO N° 1

FRECUENCIAS DE MACHOS, HEMBRAS Y MIXTOS POR AREA. REGISTRADOS A LOS 10 Y 20 MINUTOS
 A 10°C Y 20°C DE TEMPERATURA, COMPARADAS CON LAS FRECUENCIAS
 TEORICAS DE UNA DISTRIBUCION DE POISSON

Clase	10°C						20°C						
	10 minutos			20 minutos			10 minutos			20 minutos			
	Macho	Hembra	Mixto	Macho	Hembra	Mixto	Macho	Hembra	Mixto	Macho	Hembra	Mixto	Poisson
0	113	112	114	117	108	109	138	156	100	140	158	109	88.3
1	67	70	62	63	70	71	48	38	71	48	39	64	88.3
2	30	31	35	29	31	31	22	18	50	18	10	40	44.2
3	15	16	16	15	21	17	12	7	11	14	8	15	14.7
4	11	5	10	11	7	7	5	10	7	6	7	10	3.7
5	3	3	2	1	2	3	6	8		4	6	1	0.7
6		3		4		1	4	2		5	5	1	0.12
7						1	1	3		3	2		0.017
8							1						0.00218
9							1						0.000243
X²	38.575	91.344	57.523	161.795	20.743	84.850	484.915	731.228	9.575	787.970	577.826	29.293	

CUADRO N° 2

COMPARACION DE LOS INDICES DE AGREGACION ($100 \text{ V}^2 \cdot \text{X}/\text{X}$) EN LOS DIFERENTES GRUPOS Y TEMPERATURAS EN *D. FUNEBRIS*

Sexo	Tiempo	20° C	10° C	t	P
Macho	10'	111,0±0,58	73,0±0,55	33,62	0,001
	20'	111,0±0,67	72,5±0,55	31,55	0,001
Hembra	10'	81,7±0,66	50,9±0,50	26,55	0,001
	20'	91,7±0,65	52,4±0,50	34,17	0,001
Mxto	10'	82,3±0,58	80,8±0,58	0,12	
	20'	89,4±0,60	81,2±0,59	6,89	0,01

CUADRO N° 3

TAMAÑO EFECTIVO DE LOS GRUPOS *D. FUNEBRIS*

Macho		Hembra		Mixto	
10°C	20°C	10°C	20°C	10°C	20°C
2.90	3.27	2.81	4.35	2.79	2.53

CUADRO N° 4

MOVILIDAD DE ADULTOS DE *D. FUNEBRIS*

Temperatura	Sexo	Pérdida	Ganancia	Total	%
10° C	Macho	119	50	169	70.4
	Hembra	119	86	205	85.4
	Mxto	116	117	233	97.8
20° C	Macho	86	84	170	70.8
	Hembra	41	42	83	34.6
	Mixto	67	69	136	56.6

CUADRO N° 5

DISTRIBUCION VERTICAL DE *D. FUNEBRIS*

Temperatura		Superior		Medio		Inferior	
		N	%	N	%	N	%
10° C	10'	72	30.0	115	47.8	53	22.1
	20'	106	43.7	85	35.6	49	20.6
20° C	10'	160	66.7	56	23.2	24	10.0
	20'	168	70.0	46	19.3	26	10.9

Es importante, además hacer alguna consideración general sobre el papel que la conducta gregaria puede tener en el desarrollo de algunas funciones biológicas de la especie. Una de las observaciones de este experimento muestra que a 20°C se registra actividad sexual; el 25% de los individuos, en el grupo mixto, están en cópula. Se ha mostrado anteriormente (del Solar, 1964) que existe un proceso de facilitación de la actividad sexual que es función del número de individuos y del espacio disponible. Un número pequeño o muy grande de individuos produce un retardo en la producción de la cópula, en el primer caso por el tiempo gastado en la búsqueda de la pareja y en el segundo, por la interrupción del cortejo y la ocurrencia de conductas agresivas del macho en contra de las parejas en cópula.

Las distribuciones agregadas aparecen como un sistema que optimiza el consumo de energía para la ejecución de la actividad sexual.

BIBLIOGRAFIA

- Alle, W.C. 1951. Cooperation among animals. M. Schumann. Co. New York. U.S.A.
- Ayala, F.J. 1966. Dynamics of populations I. Factors controlling population growth and population size in *Drosophila serrata*. Am. Nat. 100:213-219.
- Ayala, F.J. 1967. Evolution of fitness I. Improvement in the productivity and size of irradiated populations of *Drosophila serrata* and *D. birchii*. Genetics 53:883-895.
- Ayala, F.J. 1970. Competition, coexistence and evolution p. 121-158. In M.K. Hecht and W.E. Steere. (Eds). Essays in Evolution and Genetics in Honor of Th. Dobzhansky. Appleton-Century Crofts. New York.
- Brncic, D.; S. Koref-Santibañez; M. Budnik and M. Lamborot, 1969. Rate of development and inversion polymorphism in *Drosophila pavani*. Genetics 61: 471-478.
- Budnick, M.; D. Brncic, and S. Koref-Santibañez. 1971. The effects of crowding on chromosomal polymorphism of *Drosophila pavani*. Evolution 25:410-419.
- Cole, C. La Mont. 1964. A study of the cryptozoa of an Illinois woodland. Ecol. Monogr. 16:65-103.
- del Solar, E. 1968. Selection for and against gregariousness in the choice of oviposition sites by *Drosophila pseudobscura*. Genetics. 58:275-282.
- del Solar, E. y Palomino, H. 1966. a. Choice of oviposition in *Drosophila melanogaster*. Am. Nat. 100:127-134.
- del Solar, E. 1964. Effects of crowding on sexual activity in *D. melanogaster*. D.I.S. 39:114-115.
- Palomino, H. y E. del Solar. 1971. Elección del sitio de oviposición en *Drosophila*. Coexistencia de *D. melanogaster* y *D. funebris*. Genética Ibérica 23:25-33.
- Navarro, J. y E. del Solar. 1975. Pattern of spatial distribution in *D. melanogaster*. Behavior Gen. 5 : (en prensa).