

DISPERSÃO ATIVA EM *DROSOPHILA MELANOGASTER* (DIPTERA; DROSOPHILIDAE)

Salvador de Carvalho¹
Fernando Luiz Kratz¹

RESUMO. Em uma floresta remanescente do "mato grosso goiano" (Goiânia, GO, Brasil), moscas marcadas e mutantes "white" de *Drosophila melanogaster* foram soltas na intersecção de dois eixos ortogonais. Foram colocadas armadilhas a intervalos de 20 m nesses eixos. Coletas periódicas, a cada meia hora, das 08:30 às 17:00 hs foram realizadas, para estudar a dispersão das moscas no meio natural e para inferir a significância do componente genético nessa dispersão. Os dados obtidos sugerem as seguintes conclusões: foi detectada dispersão ativa; essa dispersão ativa depende do genótipo (foi maior no tipo selvagem que no mutante "white"); os padrões de dispersão mudaram de acordo com o tempo; uma mobilidade presumível de 120 m/h foi detectada; uma estimativa aproximada da densidade populacional sugere valores de cerca de 25.000 moscas/3.600m² para o grupo *melanogaster* e de cerca de 50.000 moscas/3.600m² para as *Drosophila* em geral; a frequência da captura mudou durante o período.

ABSTRACT. In a remaining wood of the "mato grosso goiano" (Goiania, Go, Brazil), *Drosophila melanogaster* marked flies as well as "white" mutants were released at the intersection of two orthogonal axis. Traps were disposed at intervals of 20m over these axis. Every half hour, from 08:30 to 17:00, periodics collects were performed to study the dispersion of the flies in natural environment as well as to infer about the significance of the genetic component in this dispersion. The obtained data suggest the following conclusions: active dispersion was detected; this active dispersion

(1) Departamento de Biologia Geral do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Goiás - (C. Postal: 131 - Goiânia - GO).

*is genotype dependent (it was bigger in the wild type than the "white" mutante); the dispersion patterns changed according to time; a presumible mobility potential of 120 m/hour was detected; an approximate estimate of the population density suggest values of about 25,000 flies/3,600m² for the melanogaster group and about 50,000 flies 3,600m² for **Drosophila** in general; the frequency of capture changed during the period.*

INTRODUÇÃO

Os movimentos de dispersão são importantes, não só para o conhecimento da estrutura populacional das espécies, mas também no que se refere a seus potenciais biológicos.

Embora *Drosophila* seja um organismo genético e biologicamente bem conhecido, existem poucos estudos relativos ao comportamento de dispersão, especialmente com as espécies tropicais, e em particular as brasileiras, Burla e cols. (1950) e Dobzhansky e Pavan (1950).

O presente trabalho tem como objetivo principal estudar a dispersão em *D. melanogaster*, na natureza, bem como inferir sobre a relevância de componente genético neste comportamento. Trata-se de um trabalho integrado campo/laboratório.

MATERIAL E MÉTODOS

Em função da sua freqüência na região e da existência de estoques mutantes em nosso laboratório, *Drosophila melanogaster* foi a espécie escolhida.

O local da coleta e da realização do experimento escolhido foi uma pequena reserva florestal localizada no Campus Samambaia (Campus II) da Universidade Federal de Goiás (Goiânia-GO), formada por remanescentes do "mato grosso goiano".

Para observar a dispersão em *D. melanogaster*, foi estabelecido o seguinte procedimento: 1) moscas selvagens foram coletadas no local mencionado e seu estoque foi ampliado ao longo de duas gerações; 2) paralelamente, estoque do mutante "white" foi ampliado; 3) 4420 moscas selvagens marcadas, segundo a técnica de Tadei e Mourão (1976), foram liberadas, no dia seguinte à marcação, concomitantemente com 3824 mutantes "white"; 4) a liberação foi realizada na intersecção de dois eixos ortogonais, sobre os quais estavam dispostas 12 iscas, a intervalos regulares de 20 metros; 5) a liberação foi feita às 08:00 horas e as coletas para recaptura iniciadas às 08:30 horas, repetidas a cada meia hora, terminando às 17:00 horas.

As coletas foram feitas com auxílio de redes entomológicas e iscas preparadas com bananas amassadas, adicionadas de fermento biológico.

O experimento foi realizado no final de um período de seca (09. setembro. 1982), tendo sido precedido de um experimento piloto. O clima da região (Município de Goiânia), é do tipo sub-úmido (CaW, segundo Koppen), com duas estações bem nítidas: a da seca (maio a agosto) e a da chuva (outubro a março), apresentando intermediações nos meses de setembro e abril. Os maiores índices pluviométricos são registrados nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro. No dia do experimento a temperatura média compensada na região do Campus II da UFG foi de 21,9°C, com uma máxima de 32,8°C e uma mínima de 14,0°C (dados fornecidos pela Estação Evaporimétrica DNAEE/C-PRM/UFG/Escola de Agronomia).

RESULTADOS

A Fig. 1 mostra o tamanho das coletas obtidas em função do tempo. As Figs. 2 a 6 indicam as freqüências de moscas capturadas ao longo das coletas.

De início, deve-se salientar que, pela observação dos dados apresentados na Fig. 1, existe um acentuado paralelismo quanto ao tamanho das diferentes amostras (moscas totais, grupo *melanogaster*, *D. melanogaster* marcada) ao longo do tempo (horário de coletas), o que indica uma boa sensibilidade do método.

Por outro lado, a observação das Figs. 2 a 6 fornecem informações de interesse genético e ecológico. Dos 4420 espécimes marcados e 3824 mutantes "white", totalizando 8244 moscas liberadas, foram recapturadas 213 marcadas e apenas 1 mutante "white". Isto é evidência de que, no período considerado, houve dispersão ativa, e mais ainda, que esta mobilidade dependeu do genótipo, sendo muito maior entre os indivíduos selvagens que entre os mutantes. Deve-se ressaltar que no ponto de liberação não foi colocada nenhuma isca e nenhuma coleta foi realizada. Assim, se o movimento detectado fosse devido ao espalhamento ao acaso e/ou provocado principalmente por fatores externos não pertinentes ao conjunto de interações ecológicas consideradas, um número muito maior de mutantes deveria ter sido observado na recaptura. Ademais, o padrão de dispersão dos espécimes marcados não se enquadra em um padrão de distribuição ao acaso. Observa-se, por exemplo, que até as 9:30 horas apenas 1 espécimen marcado havia sido coletado no semi-eixo norte, contra 18 no oeste. Esse padrão de distribuição diferencial apresentou variações no tempo e no espaço, indicando dispersão ativa.

Uma vez que trinta minutos após a liberação, foram coletados espécimes marcados em iscas situadas até 60 metros, detectou-se, nas circunstâncias experimentais, uma possibilidade de deslocamento com velocidade de pelo menos 120 metros/hora.

Outra informação obtida foi uma estimativa da densidade da população na área de estudo. Evidentemente, se trata de uma primeira estimativa, utilizando o princípio de que se uma parte de uma população for marcada e liberada em uma região, uma amostra posterior deverá ter

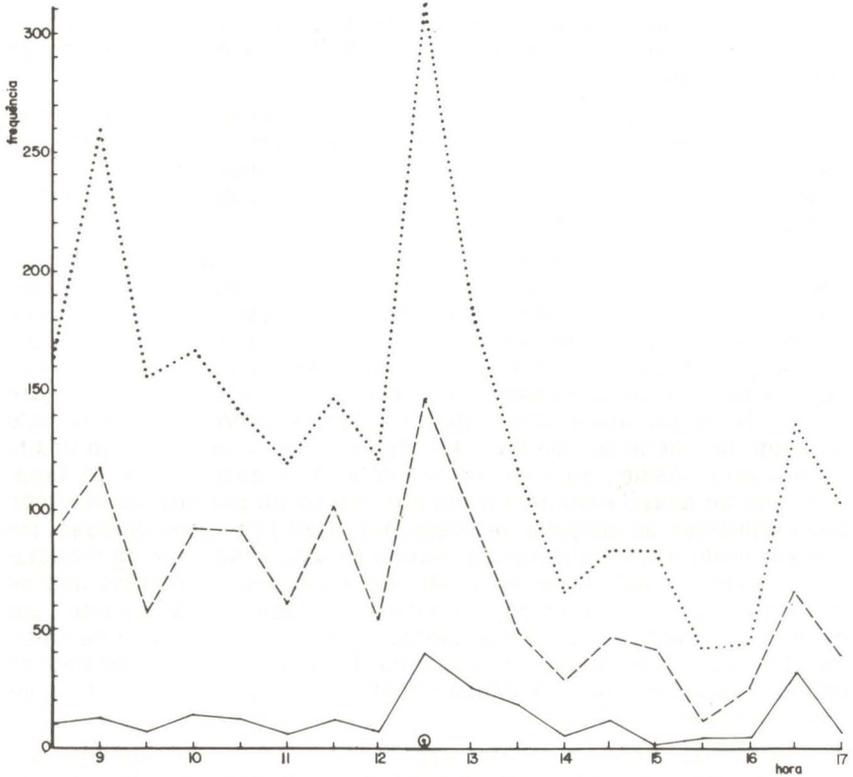
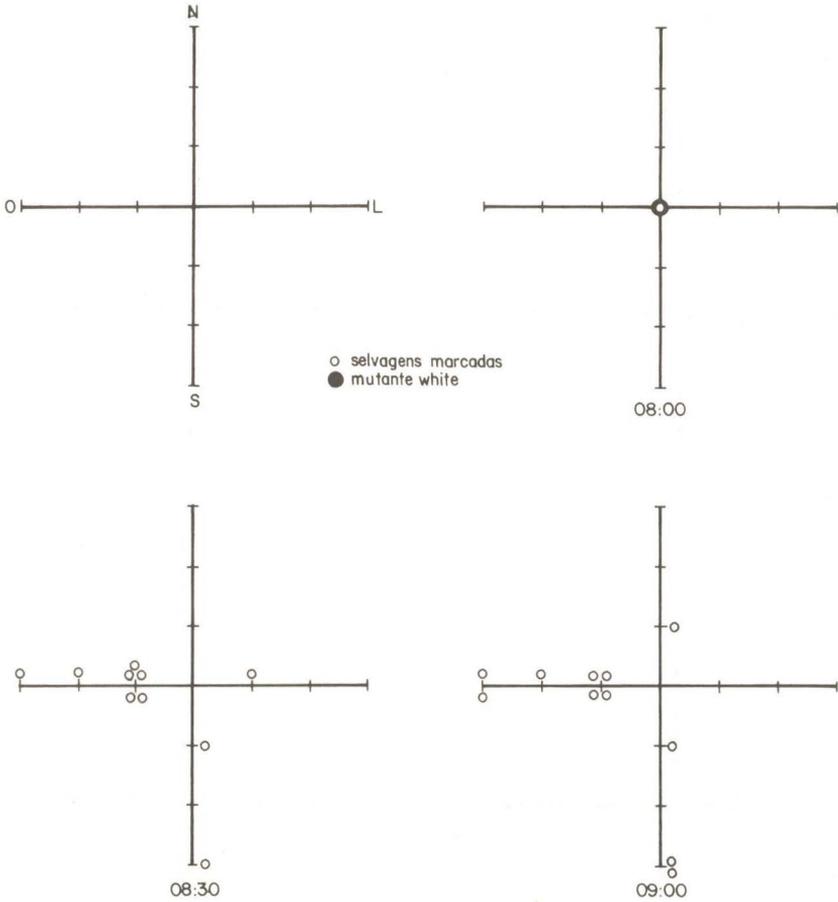


Fig. 1 Variação do tamanho das coletas em função do tempo: drozófilas em geral (2440); ——— *D. melanogaster* selvagens marcadas (213); - - - - grupo *melanogaster* (1029); em ○ *D. melanogaster* mutante "white" (01); (Entre parênteses os totais acumulados de espécimens coletados).



Figs.2 a 6 Coletas em função do tempo e do espaço de *D. melanogaster* selvagens marcadas (círculos vazios) e *D. melanogaster* mutante "white" (círculo cheio). As fig. 2 e 3, realmente, mostram esquema – os eixos de referência e o local de liberação ("release").

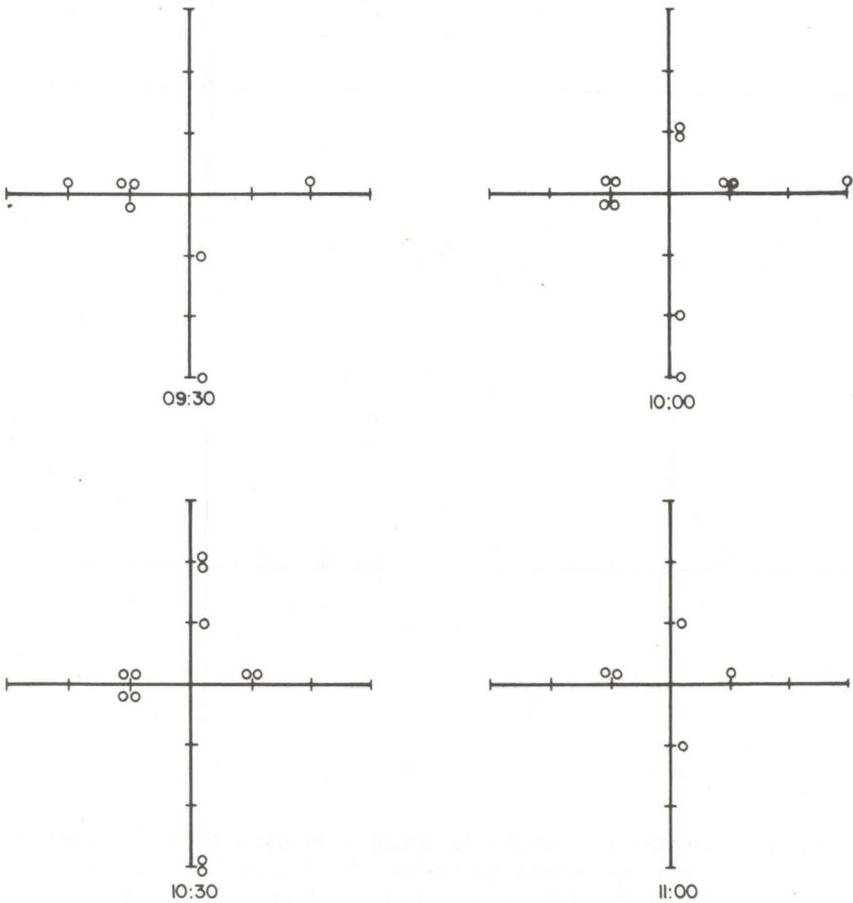


Fig. 03

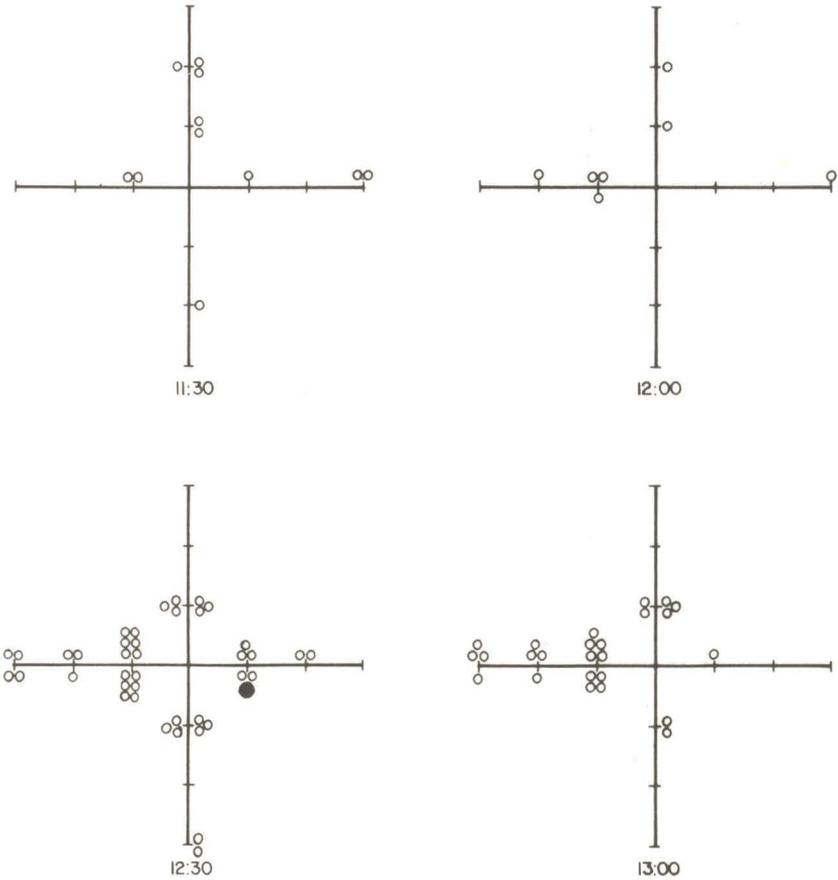


Fig. 04

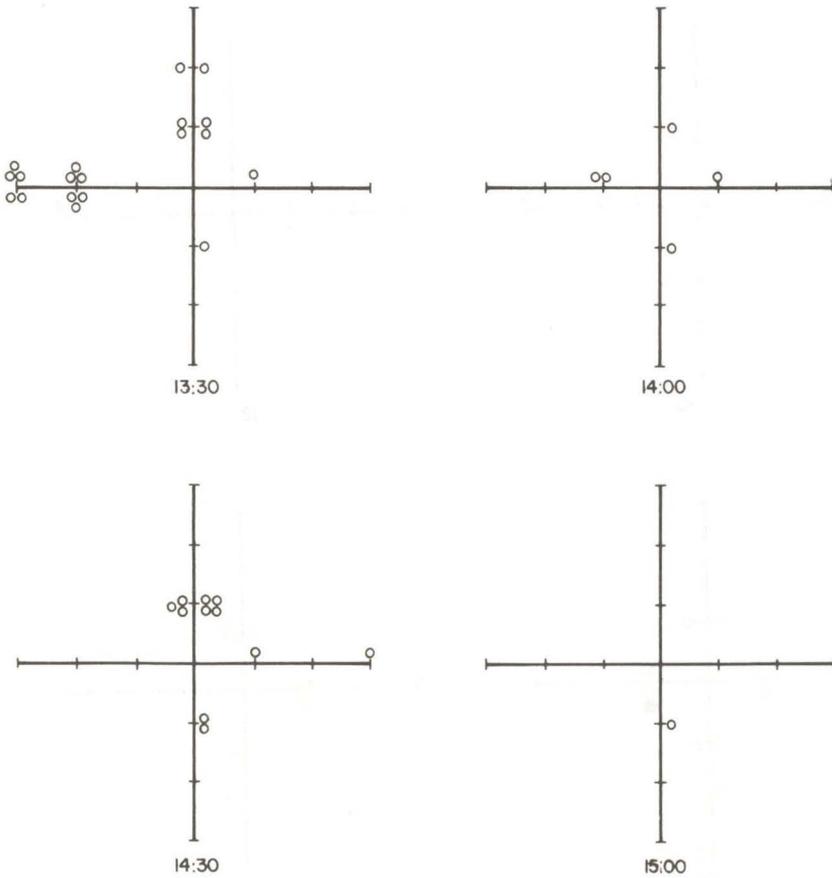


Fig. 05

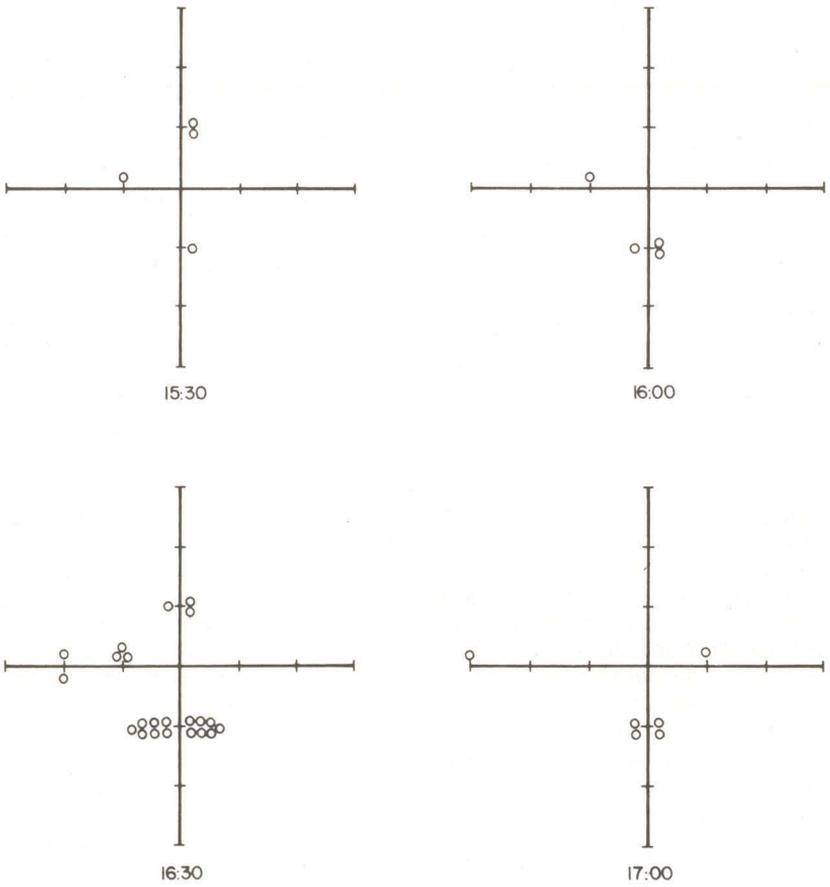


Fig. 06

uma proporção de indivíduos marcados semelhante à que existia entre os originalmente marcados e a população total, quando da liberação. Os valores obtidos, segundo este método, foram de cerca de 25 mil indivíduos/3.600m² para o grupo *melanogaster* e de 50 mil indivíduos/3.600m² para *drosófilas* em geral.

Finalmente, observou-se que a distribuição de freqüência na captura foi polimodal, durante o período de coletas, apresentando picos nos horários 09:00, 12:30 e 16:30 horas (Fig. 1).

DISCUSSÃO

A Genética Ecológica é uma ciência que vem despertando um crescente interesse, tornando necessário um maior conhecimento sobre as relações entre populações e seus ambientes.

O termo dispersão usualmente tem sido empregado com duas conotações principais: uma para designar o grau de espalhamento, difusão, migração dos indivíduos de uma população; e outra, com sentido mais instantâneo (sinótico), relacionado com a distribuição espacial dos indivíduos de uma população em um dado momento. A dispersão analisada no presente trabalho se enquadra no primeiro conceito.

Neste sentido o fenômeno da dispersão em *Drosophila* foi distinto em dois tipos por Dobzhansky (1973): a) dispersão ativa, ou seja, aquela em que os insetos se deslocam impulsionados por suas necessidades biológicas (alimento, abrigo, reprodução, etc) e b) transporte passivo, aquele em que o deslocamento dos indivíduos é passivo, involuntário, ocorrendo principalmente por meio de acentuadas correntes de ar e até mesmo pelo Homem (ao transportar frutos, flores, cactos e outras partes vegetais, podem ser transportados ovos, larvas ou pupas de *Drosophila*).

Os primeiros experimentos de dispersão foram realizados com *D. melanogaster* e *D. funebris*, em 1940 na Alemanha, por Timoffeeff-Ressovsky e cols. (1940). Mutantes de cada espécie foram liberados no centro de um campo experimental (70 x 90 metros ou 100 x 110 metros) e recapturados a diferentes distâncias do ponto de liberação, durante vários dias. Os mutantes de ambas as espécies mostraram comportamento sedentário. De 1941 a 1946, Dobzhansky e Whight (1943 e 1947) estudaram a dispersão em *D. pseudoobscura*, usando o mutante "orange eye" e iscas de banana fermentada, sendo os mutantes e selvagens capturados, registrados e liberados novamente. As iscas foram colocadas a intervalos de 20 metros em uma única direção linear, ou em duas direções ortogonais, interceptados no ponto de liberação. Os resultados permitiram àqueles autores, entre outras conclusões, comparar o movimento de dispersão destes mutantes em *Drosophila* como similar ao movimento browniano de partículas microscópicas.

No entanto, em experimentos mais recentes, como os de Crumacker e Williams (1973), foram usadas moscas marcadas com pó fluorescente. Aliás, de 1973 em diante a maioria dos experimentos sobre

dispersão passou a usar essa técnica de marcação com pós fluorescentes. Dobzhansky e Powell (1974) observaram, para as espécies (relacionadas) *D. pseudoobscura*, *D. persimilis*, *D. miranda*, *D. azteca*, que os machos eram mais dispersivos que as fêmeas, embora nenhuma diferença quanto a vagalidade tenha sido detectada. Johnston e Heed (1975) propuseram que a disposição linear das iscas de banana poderia provocar um movimento canalizado das moscas, levando-as a se concentrarem nos locais onde as iscas foram expostas. Para Dobzhansky e Powell (1974), no entanto, tais perturbações não são significativas.

Em insetos, a dispersão ativa é um fenômeno comum, segundo Johnson (1969). Em *Drosophila* este comportamento vai desde o sedentário, segundo Timoffeoff-Ressovsky e cols. (1940), Wallace (1970), Dobzhansky e Wright (1943 e 1947), até movimentos que assumem uma característica nitidamente direcional, como os detectados por Johnston e Heed (1975). Esses autores estudaram *D. nigrospiracula* numa região desértica do Arizona (EUA), onde seu habitat natural é constituído por cactos da espécie *Carnegie gigantea*, concluindo que os adultos voam em média 372 metros/dia. Observaram, ainda, que a população de um dado cacto pode conter cerca de 10% de indivíduos imigrantes, cuja origem dista até mil metros. Também os resultados experimentais obtidos por Dobzhansky e Epling (1944), Burla e cols. (1950), Dobzhansky e Wright (1943) e Dobzhansky e Pavan (1950), permitem inferir que a migração não pode ser explicada por um modelo casual e uniforme.

Kratz e cols. (1982) analisaram três grupos bem como três espécies do gênero *Drosophila*, quanto a sua distribuição espacial vertical, e observaram haver padrões de distribuição peculiares a cada um dos conjuntos estudados.

Segundo Dobzhansky e Powell (1974), o comportamento de dispersão varia, entre as espécies de *Drosophila*, aparentemente em função de características ecológicas e necessidades da espécie.

Carvalho (1981 e 1982) observou, para algumas espécies de *Drosophila* do subgrupo saltans (grupo saltans), bem como para alguns de seus híbridos intra e interespecíficos, diferenças quanto a preferência alimentar, detectadas por meio de testes de atração a diferentes espécies de levedura. Portanto, é de se esperar, na natureza, um comportamento de dispersão diferenciado entre espécies, bem como até entre linhagens geográficas de uma mesma espécie.

Em laboratório a dispersão de *Drosophila* tem sido estudada, controlando-se algumas variáveis ambientais. Tantawy e cols. (1975) estudaram *D. melanogaster* em três diferentes temperaturas, concluindo haver uma interação entre o genótipo da linhagem e a temperatura ambiente. Já em 1958, Sakai e col. (1958), enfatizavam para essa espécie, a importância de diferenças genéticas, entre populações naturais, ressaltando ser a dispersão controlada geneticamente. Mais tarde, Mikasa e Narise (1979) postularam, no entanto, que a maior velocidade de dispersão observada em três diferentes temperaturas (15, 25 e 30°C), em relação às linhagens mutantes, mantidas em laboratório, poderiam tam-

bém ser devidas ao condicionamento destas, ao longo das gerações, a um espaço físico disponível restrito. Evidenciaram, ainda, uma correlação positiva entre temperatura e dispersão.

Decorre desta variabilidade de comportamento a importância de se estudar a dispersão em cada espécie em particular, bem como relacioná-la com o meio ambiente em que a população estudada vive.

Como pode ser observado no capítulo Resultados, ficou evidente que *D. melanogaster* se organizou no tempo e no espaço, e se organizou de uma maneira ativa. Mais, esta organização dependeu da constituição genotípica dos indivíduos.

Os dados referentes às estimativas de densidade devem ser vistos como uma primeira aproximação pois, embora tenha sido evidenciada uma distribuição não-ao-acaso dos espécimens marcados, foi utilizado o índice de Lincoln (1930) para estimar o tamanho populacional. Outro aspecto a considerar é o de que, por limitações metodológicas, as coletas foram feitas sem reposição, o que leva a sub-estimativas em relação ao tamanho populacional e a uma diminuição na acuidade dos estudos dos movimentos de dispersão. No entanto, por outro lado, a técnica de marcação pareceu não interferir na sobrevivência, bem como na probabilidade de recaptura, em relação às moscas não marcadas.

Finalmente, deve-se enfatizar quanto aos resultados de dispersão, que estes corroboram a hipótese de que a capacidade de organização espacial tem um significado evolutivo, uma vez que dependeu da constituição genotípica dos indivíduos. Teoricamente o comportamento de dispersão está relacionado com a migração das espécies; a migração, por sua vez, é um dos fatores que influem na variação genotípica das espécies, influenciando, assim, na sua taxa de evolução. Finalmente, não se deve excluir, com base nos resultados obtidos, a possibilidade e/ou importância, concomitante ou não, da dispersão passiva, visto que a dispersão ativa em *Drosophila* ocorre essencialmente no estágio adulto (Dobzhansky e Powell, 1974). Carson (1971) e Bryant (1975) postularam que populações isoladas originadas por dispersão passiva podem ter importante papel evolutivo através dos chamados "componentes não-darwinianos".

AGRADECIMENTOS

Esta pesquisa foi realizada com o auxílio da
COPERCOPE/UFG.

REFERÊNCIAS

- Burla, H., A.B. da Cunha, A.G.L. Cavalcanti, Th. Dobzhansky and C. Pavan, 1950. Population density and dispersal rates in Brazilian *Drosophila willistoni*. **Ecology** 19:1-14.
- Bryant, S. H. 1975. The frequency and allelism of lethal chromosomes in isolated desert populations of *Drosophila pseudoobscura*. Ph. D. thesis, University of California, Riverside, USA.
- Carson, H.L. 1971. Speciation and the founder principle. **Stadler Genetics Symposia**, 3:51.
- Carvalho, S. 1981. Adaptive value components for six species of the saltans subgroup (saltans group of *Drosophila*) in six species of yeast species. **Rev. Bras. Genet.** IV, 4,733-734.
- Carvalho, S. 1982. Attraction of six species of yeast and growth of three species of *Drosophila* of the saltans subgroup (saltans group) and their hybrids. **Rev. Bras. Genet.** V, 1:233-234.
- Crumpacker, D.W. and J.S. Williams. 1973. Density, dispersion, and population structure in *Drosophila pseudoobscura*. **Ecology Monographs**, 43:499-538.
- Dobzhansky, Th. 1973. Active dispersal and passive transport in *Drosophila*. **Evolution**, 27:556-575.
- Dobzhansky, Th. and C. Epling. 1944. Contributions of the genetics, taxonomy and ecology of *Drosophila pseudoobscura* and its relatives. **Carnegie Inst. Wash. Publ.** 554:1-183.
- Dobzhansky, Th. and C. Pavan. 1950. Local and seasonal variations in relative frequencies of species of *Drosophila* in Brazil. **J. Animal Ecol.** 19:1-14.
- Dobzhansky, Th.; J.R. Powell. 1974. Rates of dispersal of *Drosophila pseudoobscura* and its relatives. **Proc. Roy. Soc. London**, B 187:281-298.
- Dobzhansky, Th. and S. Wright. 1943. Genetics of natural populations. X. Dispersion rates in *Drosophila pseudoobscura*. **Genetics**, 28:304-340.
- Dobzhansky, Th. and S. Wright. 1947. Genetics of natural populations. XV. Rate of diffusion of a mutant gene through a population of *Drosophila pseudoobscura*. **Genetics**, 32:303-324.
- Johnson, C.G. 1969. Migration and dispersal of insects by flight. **Methuen**, London.
- Johnston, J.S. and W.B. Heed. 1975. Dispersal of *Drosophila*: The effect of baiting on the behavior and distribution of natural population. **Amer. Nat.**, 190:207-216.

- Kratz, F.L., D. Brandão, L.G. Pinto e L.G. de Faria. 1982. Altura de voô e padrão de distribuição em *Drosophila*. **Ciência e Cultura**, **34**(2):303-209.
- Lincoln, F.C. 1930. Calculating waterflow abundance on the basis of banding return. **U.S. D.A. Circ.** **118**:1-4.
- Mikasa, K. and T. Narise. 1979. The relation between dispersive behavior and temperature in *Drosophila melanogaster*. I. Dispersal patterns. **Jap. J. Genet.**, **54**(4):217-228.
- Sakai, K.T. Narise, Y. Hiraizumi and S. Iyama. 1958. Studies on competition in plants and animals. IX. Experimental studies on migration in *Drosophila melanogaster*. **Evolution**, **12**:93-101.
- Tadei, W.P. and C.A. Mourão. 1976. A technique to mark insects. **Ciência e Cultura**, **28**:550.
- Tantawy, A.O., A.M. Mourad and A.A. Abou-Youssef. 1975. Studies on natural populations of *Drosophila*. XVI. Migration in *Drosophila melanogaster* in relation to genotype, temperature and population density. **Egypt. J. Genet. Cytol.** **4**:263-276
- Timmoffeef-Ressovsky, N.W. and E.A. Timmoffeef-Ressovsky. 1940. Populations genetisch Versuch an *Drosophila*. **Zeit., and Abst. Vererb.** **79**:28-49.
- Wallace, B. 1970. Observations on microdispersion of *Drosophila melanogaster*. In M.K. Hecht and W.C. Steere (eds): **Essays in evolution and genetics**. Appleton-Century-Crofts, New York.