

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ALIMENTAÇÃO EM PARÂMETROS BIOLÓGICOS DE *DROSOPHILA MELANOGASTER* (DIPTERA: DROSOPHILIDAE): COMPARAÇÃO ENTRE UMA POPULAÇÃO DE LABORATÓRIO E UMA POPULAÇÃO SELVAGEM

IARA SORDI JOACHIM-BRAVO* & LENILDES LOPES JACOBINA

Universidade Federal da Bahia, Instituto de Biologia, Departamento de Biologia Geral
Rua Barão do Geremoabo s/n, Campus Universitário de Ondina, 40170-290, Salvador, Bahia

*Author for correspondence: (ibravo@ufba.br)

(Avaliação da qualidade da alimentação em parâmetros biológicos de *Drosophila melanogaster* (Diptera: Drosophilidae): comparação entre uma população de laboratório e uma população selvagem) – Os fatores alimentares influenciam a grande maioria dos comportamentos e aspectos biológicos de qualquer espécie animal. Para o estudo desses parâmetros em insetos utilizam-se, geralmente, populações criadas em laboratório. *Drosophila melanogaster* Meigen, 1830 é o organismo mais freqüentemente usado em experimentos de laboratório para tais estudos. Apesar de serem amplamente utilizadas, as criações de laboratório podem ser um problema para estudos de evolução, históricos de vida, comportamento e, também, para programas de conservação e controle biológico. Isto porque tem sido demonstrado que comportamentos e algumas características fisiológicas e demográficas das populações modificam-se quando essas são estabelecidas em laboratório. Neste estudo pretendeu-se comparar a influência da qualidade da alimentação, estimada pela concentração de proteína na dieta, na performance dos imaturos e longevidade dos adultos de duas populações de *D. melanogaster*: uma população criada em laboratório e outra população proveniente do campo. Os resultados indicaram que para aspectos biológicos básicos, como requerimento protéico na fase imatura e adulta, as duas populações tiveram resultados similares. Em ambas, a ingestão de maior concentração protéica na fase imatura, geralmente, garantiu melhores resultados na performance dos imaturos e maior longevidade dos adultos. No entanto, algumas diferenças foram registradas comparando-se as duas populações. A emergência de adultos foi maior na população de laboratório e a ingestão de menor concentração de proteína na fase imatura diminuiu a longevidade dos machos de laboratório, mas, não afetou a dos machos do campo.

Palavras-chave: *Drosophila melanogaster*, proteína, nutrição, longevidade, biologia.

(Evaluation of food quality in biological parameters of *Drosophila melanogaster* (Diptera: Drosophilidae): comparison between a laboratory population and a wild population) – Feeding has influence on behavior and biological parameters of any kinds of animal species. In insects, it is necessary the use of laboratory-reared populations for the study of these aspects. *Drosophila melanogaster* Meigen, 1830 is the best organism to be used in laboratory experiments for these studies. Although the rearing species are widely utilized, the laboratory-reared populations can be a problem for evolution, life-history and behavior studies and also for preservation and biological control programs. Literature data shows that artificial rearing causes modifications in behavior as well as in physiologic and demographic traits of the populations when they are established in laboratory. The aim of this study was to compare the influence of the food quality, estimated by protein concentration of the diet, on immature performance and adult longevity of two *D. melanogaster* populations: one laboratory-reared and other originally from the field. The results showed that for basic biological aspects, such as, protein requirement in the immature and adult phase, the two populations had similar results. In both populations, the ingestion of the greatest protein concentration on immature phase results, generally, in better immature performance and larger adult longevity. Some differences have been registered between these two populations. Adult emergence was greater in laboratory population and the smaller ingestion of protein in immature phase reduced the adult longevity of laboratory males, but it did not affect the longevity of field males.

Key words: *Drosophila melanogaster*, protein, nutrition, longevity, biology.

INTRODUÇÃO

Os insetos são os mais abundantes herbívoros do ecossistema terrestre em termos de número de espécies, número de indivíduos e biomassa (WALDBAUER & FRIEDMAN, 1991). Essa característica pode ser atribuída à grande capacidade adaptativa e diversidade dos insetos, observadas por meio das várias formas de alimentação que possibilitam a utilização de quase todas as substâncias orgânicas naturais (HAGEN *et al.*, 1984; HSIAO, 1985).

Dentre os nutrientes naturalmente utilizados pelos insetos, as proteínas exercem um papel importante nos processos

metabólicos. Estão envolvidas nos processos de construção e manutenção de tecidos e na produção de ovos e esperma; são também constituintes de hormônios, enzimas, além de servir como fonte de energia no caso de deficiência de carboidratos e lipídios (DADD, 1985).

Desse modo, para os insetos é fundamental garantir a obtenção de boas fontes de proteína ao longo de toda sua vida, de modo que muitos dos comportamentos de forrageio, competição, escolha sexual, dispersão e oviposição estão voltados para esse fim (SLANSKY & RODRIGUEZ, 1987). Tais comportamentos refletem diretamente nas estratégias moldadas evolutivamente para garantir o

máximo de sobrevivência e reprodução da espécie, determinando muitas das suas características (RICKLEFS, 1996).

A maior parte dos estudos envolvendo aspectos nutricionais, comportamentais e de históricos de vida de insetos tem sido feita com linhagens criadas em laboratório, pois são vantajosas fornecendo uma grande quantidade de indivíduos de modo contínuo, sendo possível fazer várias repetições de um mesmo experimento em qualquer época do ano (PARRA, 2001).

Sabe-se, no entanto, que para muitos insetos, a criação por muitas gerações em laboratório causa mudanças deletérias no comportamento quando se compara com populações selvagens. Estudos recentes sobre o condicionamento da mosca-de-fruta *Drosophila melanogaster* Meigen, 1830 selvagens em diferentes métodos de criação de laboratório mostraram que há um aumento no tempo de desenvolvimento dos imaturos, aumento da competição larval, aumento da fecundidade inicial, diminuição da fecundidade tardia e aumento da mortalidade dos adultos (SGRO & PARTRIDGE, 2000).

No presente estudo, pretendeu-se comparar a influência da ingestão de proteína na performance dos imaturos e na longevidade dos adultos de duas populações de *D. melanogaster*, uma população criada em laboratório e outra proveniente do campo.

Material e Métodos

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Ecologia Nutricional de Insetos (LENI) do Instituto de Biologia da UFBA. As moscas *D. melanogaster* utilizadas neste estudo foram provenientes de duas diferentes populações. Uma população mantida em laboratório há mais de 20 anos e outra proveniente do campo, coletada a partir de frutos em estado avançado de fermentação.

As diferentes populações foram mantidas, separadamente, em frascos de vidro com meio de cultura (água-1 litro, fubá de milho grosso-130g, farinha de trigo integral-50g, nipagin-3,5g, açúcar-100g, sal-1g, HCL-2,5ml, fermento seco-20g), colocados sobre bandejas plásticas contendo água para evitar o ataque de formigas. Estas bandejas foram acondicionadas em estufas de madeira (90x50x30cm) com tampa de vidro, e mantidas a uma temperatura de $26\pm 1^\circ\text{C}$ e umidade relativa de 70 a 80%, conseguida com a utilização de quatro placas de Petri (90 x 16mm) contendo água.

Para a realização dos experimentos foram utilizadas duas dietas à base de lêvedo de cerveja (fonte de proteína escolhida para os testes) em diferentes concentrações (6,5g e 1,5g). A escolha dessas concentrações de lêvedo foi baseada em trabalhos realizados com outras espécies de moscas, como *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) e *Anastrepha obliqua* (Macquart, 1835) (ZUCOLOTO *et al.*, 1979; ZUCOLOTO, 1991). Um experimento preliminar foi realizado para avaliar a adequação dessas concentrações para a espécie aqui estudada. Uma vez constatado que estas concentrações seriam adequadas para avaliar a influência da proteína em concentração ideal e mínima, elas passaram a ser usadas nos experimentos. Os demais componentes de

ambas as dietas eram: açúcar (11,0g), agar-agar (1,0g), ácido cítrico (1,0g), nipagin (1,0ml) e água destilada (100,0ml).

Para obtenção das larvas recém-eclodidas usadas em vários experimentos deste trabalho, foi adotado o seguinte procedimento: moscas provenientes da criação de laboratório eram colocadas em frascos de vidro com 20 ml de uma das duas dietas contendo diferentes concentrações de lêvedo (6,5g ou 1,5g). O mesmo procedimento era realizado com as moscas oriundas do campo. As primeiras larvas obtidas a partir dos respectivos frascos eram utilizadas na montagem dos testes. Esse procedimento foi realizado para cada experimento em que era necessária a utilização de larvas recém-eclodidas.

Para avaliar a influência da ingestão de diferentes concentrações de proteína na performance dos imaturos das duas populações, 25 larvas recém-eclodidas de cada população foram coletadas dos frascos originais como descrito anteriormente e colocadas em frascos com 20ml de uma das dietas teste (6,5g ou 1,5g de lêvedo). As larvas foram coletadas cuidadosamente com o auxílio de um estilete e sob um estereomicroscópio (Olympus). Seis repetições foram realizadas para cada dieta e população. A performance foi avaliada de acordo com os seguintes parâmetros: porcentagem de emergência, duração do ciclo de vida (da eclosão à emergência), tamanho do adulto e número de óvulos/fêmea. O tamanho do adulto foi estimado pelo comprimento da asa direita correspondente a medida da distância entre as nervuras r-m a R4+5. A medida das asas e a contagem dos ovos foram realizadas em 20 obtidas aleatoriamente das seis repetições para cada dieta testada de cada população e fixadas em álcool a 70%. As medidas das asas foram feitas com o auxílio de um estereomicroscópio munido de ocular micrométrica (Carl Zeiss) com conversão de 0,05 mm em aumento de 20 vezes. A contagem dos ovos foi realizada da seguinte maneira: as moscas eram colocadas em posição dorsal sobre uma placa de Petri sob um estereomicroscópio. Com auxílio do estilete, abria-se o abdômen e efetuava-se a contagem dos ovos.

A avaliação da influência da ingestão de proteínas na longevidade dos adultos de ambas as populações (campo e laboratório) foi feita combinando-se a ingestão de diferentes concentrações de lêvedo-de-cerveja tanto na fase imatura quanto na fase adulta. Quatro grupos experimentais receberam, respectivamente, as seguintes concentrações de lêvedo na fase imatura e adulta - g1: 1,5g-1,5g; g2: 1,5g-6,5g; g3: 6,5g-1,5g e g4: 6,5g-6,5g. Os experimentos foram montados da seguinte maneira: conjuntos de cinco fêmeas e de cinco machos recém-emergidos provenientes de cada grupo experimental foram colocados separadamente em frascos contendo as respectivas dietas. Todas as moscas foram observadas diariamente até a morte. Para evitar contaminação microbiológica, as dietas foram trocadas a cada semana. Para cada grupo experimental foram feitas 20 repetições.

Todos os experimentos foram acondicionados em estufas de madeira com temperatura de $26\pm 1^\circ\text{C}$ e umidade relativa de 70% a 80%. Os dados foram analisados pelo

teste estatístico ANOVA com comparação múltipla de Tukey, utilizando-se o programa GraphPad InStat. Todos os dados analisados pelo teste de ANOVA passaram pelo teste de normalidade (Kolmogorov & Smirnov, $p > 0,05$) e pelo teste de homogeneidade de variâncias (Método de Bartlett, $p > 0,05$).

Resultados

Os resultados relativos à porcentagem de emergência (Tabela 1) mostraram que, independente da população, a dieta com maior concentração de proteína proporcionou uma maior porcentagem de emergência em relação à dieta de menor concentração de proteína. Outra constatação foi que a população de laboratório apresentou uma maior porcentagem de emergência em relação à população de campo nas duas concentrações de lêvedo testadas. (ANOVA, $p < 0,0001$).

Quanto ao ciclo de vida (Tabela 1) evidenciou-se que, em ambas as populações, a dieta com maior concentração de proteína promoveu um desenvolvimento mais rápido (menor duração do ciclo de vida) em relação à dieta com menor concentração protéica (ANOVA, $p < 0,05$). Na comparação entre as populações de campo e de laboratório observou-se que, quando alimentados com a mesma dieta, os imaturos de ambas as populações tiveram duração dos ciclos de vida similares.

Os parâmetros número de óvulos produzido por fêmea recém-emergida e tamanho da fêmea adulta (Tabela 1) não foram afetados pela qualidade da dieta e foram similares em ambas as populações (ANOVA, $p = 0,4113$ e ANOVA, $p = 0,6435$, respectivamente).

Em relação à longevidade dos adultos os resultados mostraram que a combinação que proporcionou maior longevidade aos machos de ambas as populações (Figs. 1A e 1B) foi a ingestão de alta concentração protéica na fase larval e baixa concentração protéica na fase adulta (g3: 6,5-1,5). Para os machos da população de laboratório a ingestão de baixa concentração de proteína na fase larval e na fase adulta (g1: 1,5-1,5) proporcionou uma longevidade menor em comparação com os demais grupos, o que não ocorreu com os machos da população de campo.

Com relação às fêmeas (Fig. 2A e 2B) observou-se que, em ambas as populações, as fêmeas alimentadas com 6,5 g de lêvedo na fase larval viveram mais tempo que as alimentadas com 1,5 g de lêvedo. A maior ou menor ingestão de lêvedo na fase adulta aparentemente não afetou signifi-

cativamente a longevidade das fêmeas.

DISCUSSÃO

As proteínas são os nutrientes que mais têm influência no crescimento e na fecundidade dos animais, existindo vários estudos que evidenciam tal papel para os insetos (HAGEN *et al.*, 1984; DADD, 1985). Em *Ceratitis capitata* (Diptera), uma espécie de mosca que se alimenta em frutos, sabe-se que a deficiência de proteína na fase imatura reduz a emergência dos adultos, o tamanho das fêmeas, a produção de óvulos no período de pré-oviposição e aumenta a duração da fase larval (CANGUSSU & ZUCOLOTO, 1997; ZUCOLOTO, 2000; PLÁCIDO-SILVA *et al.*, 2005). Os resultados deste estudo indicaram que uma menor concentração de proteína na dieta ingerida na fase imatura também influenciou negativamente alguns parâmetros biológicos de *D. melanogaster*, como a porcentagem de emergência e a duração do ciclo de vida, a exemplo do que acontece com *C. capitata*. Com uma concentração mais baixa de proteína a porcentagem de emergência foi menor, indicando uma alta mortalidade das larvas e/ou pupas, e a fase imatura foi prolongada. O aumento do ciclo de vida provavelmente deveu-se a uma deficiência alimentar, o que levaria a larva a consumir a dieta por um período maior para compensar a carência. O prolongamento do ciclo de vida pode ser causado por outros aspectos além do valor nutritivo do alimento.

Em *D. melanogaster* tem-se mostrado que a adaptação ao laboratório pode levar a um desenvolvimento mais lento, havendo uma tendência para o prolongamento do ciclo de vida larval (SGRO & PARTRIDGE, 2000). Em seu ambiente natural as larvas de *D. melanogaster* desenvolvem-se em frutos apodrecidos. Esses são recursos transitórios e a larva deve desenvolver-se rapidamente antes que o recurso se esgote (PRASAD *et al.*, 2001). Assim, segundo NUNNEY (1996) em condições naturais, esses fatores favorecem indivíduos capazes de se desenvolverem rapidamente. A ausência de um ambiente efêmero no laboratório e as condições nutricionais mais estáveis proporcionadas por uma dieta artificial pode contribuir para a sobrevivência de indivíduos com desenvolvimento mais lento acarretando uma tendência para um prolongamento do ciclo de vida da população. No entanto, no presente trabalho houve uma grande diferença na duração do ciclo de vida entre as larvas que se alimentaram das diferentes concentrações de lêvedo, portanto é mais provável que a

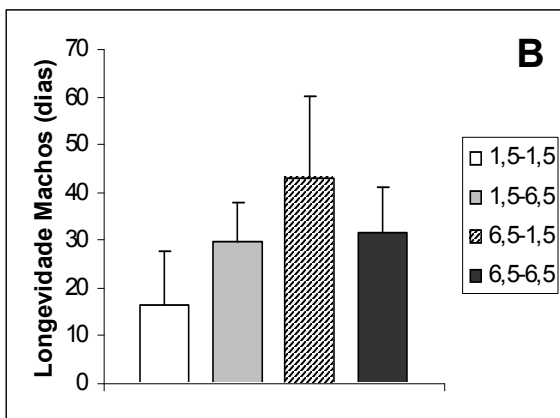
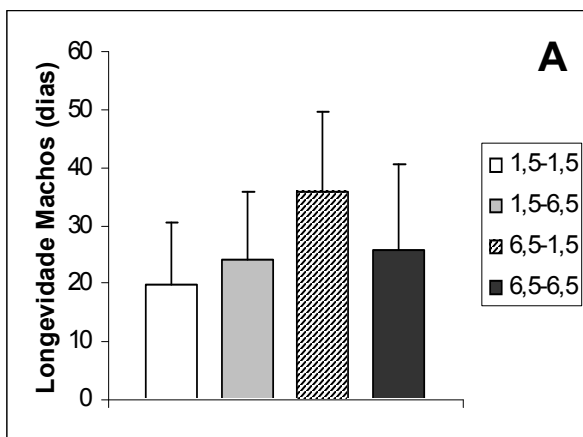
Tabela 1. Performance de larvas de *Drosophila melanogaster* alimentadas com dietas contendo diferentes concentrações de lêvedo. Os dados representam as médias e os desvios-padrão de 6 repetições realizadas para cada população avaliada (campo e laboratório). Médias seguidas de letras diferentes (em coluna) diferem estatisticamente entre si. ANOVA a 5% de significância.

População	Concentração de proteína na dieta (g)	Emergência (%)	Ciclo de vida (dias)	Óvulos/Fêmea (n ^o)	Tamanho da asa (mm)
Campo	6,5	66,67 ± 16,90 ^a	11,88 ± 0,60 ^a	7,00 ± 4,19 ^a	1,34 ± 0,03 ^a
	1,5	3,33 ± 5,13 ^b	24,09 ± 2,00 ^b	4,10 ± 3,31 ^a	1,36 ± 0,07 ^a
Laboratório	6,5	90,00 ± 10,35 ^c	15,28 ± 5,69 ^a	6,40 ± 5,83 ^a	1,35 ± 0,03 ^a
	1,5	34,67 ± 11,21 ^d	21,23 ± 4,14 ^b	4,78 ± 3,23 ^a	1,33 ± 0,08 ^a

maior causa para o prolongamento do ciclo de vida seja realmente a carência nutricional da dieta com menor concentração protéica.

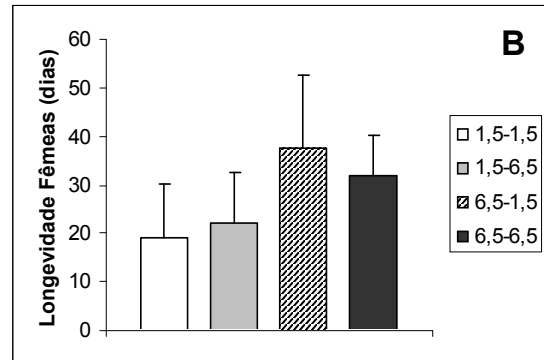
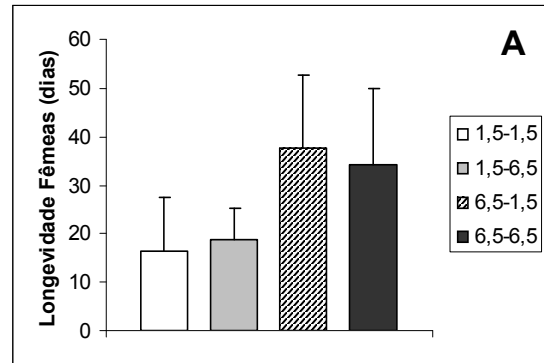
A produção de óvulos e o tamanho das fêmeas foram parâmetros não influenciados pela concentração de proteína contida na dieta. Estes dados podem estar refletindo a ocorrência de uma forte seleção durante o desenvolvimento larval. Nesse caso, os poucos adultos que emergiram teriam sido somente aqueles que conseguiram obter a quantidade de proteína adequada para seu desenvolvimento e dessa maneira teriam o mesmo tamanho e a mesma capacidade de produzir ovos que os alimentados com concentração maior de proteína.

Analisando as populações de laboratório e de campo, observou-se que ambas foram influenciadas da mesma maneira pela concentração de proteína na dieta.



1,5: (alimentação dos imaturos e adultos com 1,5 g de lêvedo).
1,5-6,5: (alimentação dos imaturos com 1,5 g de lêvedo e dos adultos com 6,5 g de lêvedo).
6,5-1,5: (alimentação dos imaturos com 6,5 g de lêvedo e dos adultos com 1,5 g de lêvedo).
6,5-6,5: (alimentação dos imaturos e adultos com 6,5 g de lêvedo).

Fig. 1. Longevidade de machos das populações de campo (A) e laboratório (B) de *Drosophila melanogaster* alimentados nas fases imatura e adulta com diferentes concentrações de lêvedo de cerveja (fonte de proteína). Os dados representam as médias e desvios-padrão de 40 indivíduos para cada grupo experimental. Houve diferença estatística entre o grupo 6,5-1,5 e os demais grupos, em ambas as populações (ANOVA, $p < 0,05$). Na população de laboratório (B) ainda houve diferença entre o grupo 1,5-1,5 e os demais grupos (ANOVA, $p < 0,05$).



1,5-1,5: (alimentação dos imaturos e adultos com 1,5 g de lêvedo).
1,5-6,5: (alimentação dos imaturos com 1,5 g de lêvedo e dos adultos com 6,5 g de lêvedo).
6,5-1,5: (alimentação dos imaturos com 6,5 g de lêvedo e dos adultos com 1,5 g de lêvedo).
6,5-6,5: (alimentação dos imaturos e adultos com 6,5 g de lêvedo).

Fig. 2. Longevidade de fêmeas das populações de campo (A) e laboratório (B) de *Drosophila melanogaster* alimentadas nas fases imatura e adulta com diferentes concentrações de lêvedo de cerveja (fonte de proteína). Os dados representam as médias e desvios-padrão de 40 indivíduos para cada grupo experimental. A longevidade das fêmeas alimentadas com 6,5 g de lêvedo na fase larval (6,5-1,5 e 6,5-6,5) foi maior que a das demais fêmeas, em ambas as populações (ANOVA, $p < 0,05$).

Notou-se, porém, que a população de campo foi a que mais sofreu influência negativa da baixa concentração de proteína na dieta, obtendo uma porcentagem de emergência média de 3% com a dieta de 1,5 g de lêvedo em comparação com a média de porcentagem de emergência de 34,67% da população de laboratório nas mesmas condições. Isso sugere que a qualidade da dieta utilizada para a manutenção das criações pode contribuir para uma adaptação mais rápida das populações coletadas no campo às condições de laboratório, uma vez que com a dieta de 6,5 g de lêvedo, a porcentagem de emergência da população de campo subiu para quase 70%. Indica ainda que drosófilas de laboratório mantidas por longos períodos com dieta artificial podem desenvolver mecanismos para sobreviver com uma concentração menor de proteína.

Comparando-se ambas as populações dentro das mesmas condições experimentais, notou-se que única diferença observada entre elas foi quanto à porcentagem de emergência, sempre maior para população de laboratório em relação à população de campo. Esse dado corrobora

com os de outros trabalhos que mostram que populações coletadas no campo emergem em menor número nos primeiros períodos de criação em laboratório, quando comparadas às populações já estabelecidas nesse ambiente há vários anos (LEPPLA *et al.*, 1983; JOACHIM-BRAVO & ZUCOLOTO, 1998). Em relação aos demais parâmetros estudados (duração do ciclo de vida, tamanho da fêmea e produção de óvulos no período de pré-oviposição) não houve diferenças entre as populações. Esperava-se, inclusive, que estas existissem, uma vez que sempre foi utilizada a primeira geração da população de campo para os experimentos e esta foi comparada com uma população que está mantida em laboratório há vários anos. SERVICE (2000), fundamenta que existem algumas diferenças entre uma população quando está sendo introduzida no laboratório. Diferenças estas que desaparecem de 18 a 24 meses de cultura de laboratório.

As populações do campo coletadas diretamente da natureza e estudadas no laboratório têm, geralmente, mudanças em direção à seleção para adaptação em laboratório (SGRO & PARTRIDGE, 2000). Essas mudanças incluem, muitas vezes, alteração da duração do ciclo de vida, encurtamento do período pré-oviposicional, aumento de tamanho do adulto e aumento da produção de ovos (LEPPLA *et al.*, 1983).

Pode-se inferir, pelos resultados obtidos, que apesar de alguns aspectos biológicos poderem se tornar diferentes ao longo do processo de colonização de uma população em laboratório as respostas às condições básicas, como o requerimento de nutrientes e o efeito destes em vários parâmetros não se alteram, ou sofrem pouca alteração.

Além de influenciar a performance dos imaturos a ingestão de nutrientes em quantidade e qualidade adequadas na fase larval influenciam também a fase adulta, podendo afetar o sucesso para o acasalamento, o período de reprodução, a habilidade de dispersão, a quantidade e qualidade dos descendentes produzidos e a longevidade. Quanto à influência da ingestão de diferentes concentrações protéicas na longevidade dos adultos de *D. melanogaster*, evidenciou-se aqui que ingerir uma concentração adequada de proteína na fase larval é importante para aumentar a longevidade dos adultos.

Tais dados podem sugerir ainda que as fêmeas são mais sensíveis à carência de proteína na fase larval do que os machos, uma vez que os últimos só tiveram a longevidade muito reduzida quando expostos a uma baixa concentração de proteína nas duas fases, larval e adulta. Essa maior sensibilidade pode ser explicada pela demanda das fêmeas em produzir ovos, o que direciona a utilização de proteína para esse fim. Sendo assim, com um suprimento menor de proteína o custo dessa produção de ovos teria como consequência uma menor longevidade. Dados evidenciando diferenças no requerimento de proteína para longevidade entre machos e fêmeas foram descritos em um trabalho de MÜLLER *et al.* (1997) com *C. capitata*. Nesse trabalho, fêmeas adultas que se alimentaram de uma dieta contendo sacarose e lêvedo tiveram uma expectativa de

vida maior que os machos alimentados com a mesma dieta. No entanto, quando fêmeas e machos adultos eram alimentados com uma dieta contendo apenas sacarose (sem proteína) a expectativa de vida era revertida em favor dos machos. Em um outro trabalho com *C. capitata*, no qual avaliou-se a influência da ingestão de proteína na fase larval na longevidade dos adultos, os resultados revelaram que tanto os machos quanto as fêmeas tiveram a longevidade reduzida com a ingestão de uma concentração menor de proteína na fase larval (PLÁCIDO-SILVA *et al.*, 2006).

Quanto à influência da dieta ingerida na fase adulta na longevidade os dados mostraram que para as fêmeas bem nutridas na fase larval, a concentração de proteína recebida na fase adulta não alterou a longevidade. Já os machos de *D. melanogaster* bem alimentados na fase larval viveram mais tempo quando ingeriram, na fase adulta, uma dieta com menor concentração protéica (1,5g de lêvedo). Resultados semelhantes foram encontrados por PLÁCIDO-SILVA *et al.* (2006), em que machos, bem nutridos na fase imatura, alimentados com dieta de 1,5g de lêvedo na fase adulta também viveram mais tempo que aqueles que receberam dieta de 6,5g de lêvedo. Provavelmente esses resultados, nos quais a longevidade foi maior com a ingestão de uma quantidade menor de proteína na fase adulta, tenham sido devidos à proporção de sacarose/lêvedo da dieta. Isto porque, a diminuição do teor de lêvedo na dieta – de 6,5g para 1,5g - e a manutenção da mesma quantidade de sacarose – 11,0g - proporcionou um balanço de 7:1 (sacarose/lêvedo) na dieta em contraste com a proporção aproximada de 2:1 quando o teor de lêvedo foi de 6,5g. Pode-se atribuir, então, a maior sobrevivência dos adultos a uma maior ingestão de sacarose. Os carboidratos são nutrientes que fornecem energia e são fagoestimulantes para muitos insetos. Desse modo a ingestão de carboidratos proporciona mais energia para as funções metabólicas, aumentando a sobrevivência (DADD, 1985). Esses dados corroboram com um trabalho realizado com outra mosca das frutas, *Anastrepha obliqua*, no qual ficou evidenciado que a longevidade aumenta de acordo com o aumento da quantidade de carboidrato na dieta (FONTELLAS & ZUCOLOTO, 2003).

Alguns estudos têm mostrado que existe uma proporção adequada para o consumo de carboidrato e lêvedo capaz de oferecer uma composição nutricional ótima para garantir tanto a sobrevivência quanto a reprodução (CHAMBERS *et al.*, 1995; CRESONI-PEREIRA, 2001). Apesar do lêvedo parecer ter menor influência na longevidade do que a sacarose, outros trabalhos mostram que sua total ausência da dieta reduz a longevidade de alguns insetos. Em *D. melanogaster*, GOOD & TATAR (2001), mostraram que uma dieta com pouco lêvedo aumentou o tempo de vida dos adultos (como evidenciado também aqui), porém quando mantidos em dieta sem lêvedo estes tiveram alta mortalidade. Segundo esses mesmos autores o lêvedo não seria essencial para a sobrevivência de *D. melanogaster*, mas seria requerido para uma ótima longevidade.

Tanto a população de campo quanto a de laboratório, quando nas mesmas condições, apresentaram

resultados similares em relação à influência da proteína na longevidade. Esses dados não corroboram outros de um trabalho semelhante com *C. capitata* (PLÁCIDO-SILVA *et al.*, 2006), no qual uma população criada em laboratório diferiu de outra com características selvagens quanto ao requerimento de proteína para a longevidade. No trabalho com *C. capitata* a população de laboratório demonstrou

maior sensibilidade à carência de proteína do que a população com características selvagens, com diminuição da longevidade da primeira. Os resultados aqui obtidos sugerem que o requerimento de proteína para a longevidade de *D. melanogaster* não se alterou com a pressão seletiva de criação em laboratório, similarmente ao que ocorreu com outros aspectos fisiológicos analisados no presente trabalho.

REFERÊNCIAS

- CANGUSSU JA & FS ZUCOLOTO. 1997. Effect of protein sources on fecundity, food acceptance and sexual choice by *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). **Rev. Bras. Biol.** 57 (4): 611-618.
- CHAMBERS PJ, SJ SIMPSON & D RAUBENHEIMER. 1995. A behavioral analysis of the defense of nutrient intake in *Locusta migratoria* nymphs. **Anim. Behav.** 50: 1513-1523.
- CRESONI-PEREIRA C & FS ZUCOLOTO. 2001. Dietary self-selection and discrimination threshold in wild *Anastrepha obliqua* females (Diptera: Tephritidae). **J. Insect Physiol.** 47: 1127-1132.
- DADD RH. 1985. Nutrition: Organisms, p. 313-389. In: GA KERKUT & LI GILBERT (eds). **Comprehensive insect physiology, biochemistry and pharmacology**. London: Pergamon Press.
- FONTELLAS TML & FS ZUCOLOTO. 2003. Effect of sucrose ingestion on the performance of wild *Anastrepha obliqua* (Macquart) females (Diptera: Tephritidae). **Neotropical Entomology** 32(2): 209-216.
- GOOD TP & M TATAR. 2001. Age-specific mortality and reproduction respond to adult dietary restriction in *Drosophila melanogaster*. **J. Insect Physiol.** 47: 1467-1473.
- HAGEN KS, RH DADD & J REESE. 1984. The food of insects. In: Ecological > Entomology. Huffaker, C. B. & Rabb, R. L. (eds). John Wiley & Sons, > New York. HAGEN KS, RH DADD & J REESE. 1984. The food of insects. In: Ecological > Entomology. Huffaker, C. B. & Rabb, R. L. (eds). John Wiley & Sons, > New York. HAGEN KS, RH DADD & J REESE. 1984. The food of insects. In: Ecological > Entomology. Huffaker, C. B. & Rabb, R. L. (eds). John Wiley & Sons, > New York. The food of insects, p. 79-112. In: CB HUFFAKER & RL RABB (eds.). **Ecological Entomology**. New York: John Wiley and Sons.
- HSIAO TH. 1985. Feeding behavior. p. 471-512. In: GA Kerkut & Gilbert LI (eds). **Comprehensive insect physiology, biochemistry and pharmacology**. London: Pergamon Press.
- JOACHIM-BRAVO IS & FS ZUCOLOTO. 1998. Performance and feeding behavior of *Ceratitis capitata*: comparison of a wild population and a laboratory population. **Entomol. Exp. Appl.** 87: 67-72.
- LEPPLA NC, MN HUETTEL, DR CHAMBERS, TR ASHLEY, DH MIYASHITA, TTY WONG & EJ HARRIS. 1983. Strategies for colonization and maintenance of the Mediterranean fruitfly. **Entomol. Exp. Appl.** 33: 89-96.
- MULLER HG, JL WANG, WB CAPRA, P LIEDO & JR CAREY. 1997. Early mortality surge in protein-deprived females causes reversal of sex differential of life expectancy in Mediterranean fruit flies. **Proc. Natl. Acad. Sci. USA.** 94: 2762-2765.
- NUNNEY L. 1996. The response to selection for fast larval development in *Drosophila melanogaster* and its effect on adult weight: an example of a fitness trade-off. **Evolution.** 50 (3): 1193-1204.
- PARRA JRP. 2001. **Técnicas de criação de insetos para programas de controle biológico**. 6ª ed. Piracicaba: ESALQ/FEALQ.
- PLÁCIDO-SILVA MC, FS ZUCOLOTO & IS JOACHIM-BRAVO. 2005. Influence of protein on feeding behavior of *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae): comparison between immature males and females. **Neotropical Entomology** 34(4): 539-545.
- PLÁCIDO-SILVA MC, AM SILVA-NETO, FS ZUCOLOTO & IS JOACHIM-BRAVO. 2006. Effects of different protein concentrations on longevity and feeding behavior of two adult populations of *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae). **Neotropical Entomology** 35(6): 747-752.
- PRASAD NG, M RAJAMANI & A JOSHI. 2001. Correlated response to selection for faster development and early reproduction in *Drosophila*: The evolution of larval traits. **Evolution** 5(7): 1363-1372.
- RICKLEFS RE. 1996. **A economia da natureza**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S. A.
- SERVICE PM. 2000. The genetic structure of female life history in *D. melanogaster*: comparisons among populations. **Genet. Res.** 75: 153-166.
- SGRO CM & L PARTRIDGE. 2000. Evolutionary responses of the life history of wild-caught *Drosophila melanogaster* to two standard methods of laboratory culture. **Am. Nat.** 156 (4): 341-353.
- SLANSKY F & JG RODRIGUEZ. 1987. **Nutritional ecology of insects, mites, spiders and related invertebrates**. New York: Wiley.
- WALDBAUER GP & S FRIEDMAN. 1991. Self-selection of optimal diets by insects. **Ann. Rev. Entomol.** 36: 43-63.
- ZUCOLOTO FS. 1991. Effects of flavour and nutritional value on diet selection by *Ceratitis capitata* larvae (Diptera: Tephritidae). **J. Insect Physiol.** 37: 21-25.
- ZUCOLOTO FS. 2000. Alimentação e nutrição de moscas-das-frutas. p. 55-66. In: A MALAVASI & RA ZUCCHI (eds.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos Editora.
- ZUCOLOTO FS, S PUSHEL & CM MESSAGE. 1979. Valor nutritivo de algumas dietas para *Anastrepha obliqua*. **Bolm. Zool. Univ. S. Paulo** 4: 75-80.