

ECOLOGY, BEHAVIOR AND BIONOMICS

Interação entre Fatores Visuais e Olfativo em Localização de Recursos pela Mosca-Varejeira, *Chrysomya megacephala* (Fabricius) (Diptera: Calliphoridae), em Condições Naturais

LEONARDO GOMES¹, GUILHERME GOMES², FABIANA E. CASARIN³, IRACEMA M. DA SILVA²,
MARCOS R. SANCHES⁴, CLAUDIO J. VON ZUBEN² E HAROLD G. FOWLER⁵

¹Lab. Eco-Epidemiologia de Doenças de Chagas, Instituto Oswaldo Cruz - IOC/FIOCRUZ, Pavilhão Lauro Travassos, sala A10, térreo, Av. Brasil, 4365, Mangueiras, C. postal 926, 21045-900, Rio de Janeiro, RJ, leugomes@yahoo.com.br

²Depto. Zoologia; ³ Depto. Biologia; ⁵Depto. Ecologia. Instituto de Biociências, UNESP, Av. 24A, 1515, Bela Vista 13506-900, Rio Claro, SP

⁴IME, USP. Rua do Rocio 220, 1º andar, Vila Olímpia, 04552-903, São Paulo, SP

Neotropical Entomology 36(5):633-639 (2007)

Visual and Olfactory Factors Interaction in Resource-Location by the Blowfly, *Chrysomya megacephala* (Fabricius) (Diptera: Calliphoridae), in Natural Conditions

ABSTRACT - The interaction between olfactory and visual cues in the landing responses of *Chrysomya megacephala* (Fabricius) was analyzed in a natural environment (grass) using three plain cardboard circles with the colors white, black and other being the own grass (control) with 30 cm in diameter. The circles were divided in four quadrants and five sectors using as bait 80 mg of carcass of fish and minced flesh put in the center. To check the interaction between visual and olfactory factors, we analyzed the relation among the direction of wind and the sectors, the quadrants and the color of circle where *C. megacephala* adults landed. In the presence of the black and white circles, flies landed closer to the central release point of the bait when the wind was present compared with the other control circle. The results show that while odor cues may enhance the induction of landing by *C. megacephala*, visual cues are important when selecting a final landing site. Improved understanding of this interaction may allow the development of more effective traps or targets, enhancing the control efficiency of these control devices.

KEY WORDS: Landing, vision, control, fly

RESUMO - A interação entre pistas visuais e olfativa na resposta de pouso de *Chrysomya megacephala* (Fabricius) foi analisada em ambiente natural. Para isso, foram utilizados três círculos planos de cartolina de cor branca, preta e outro com a própria grama (controle) com 30 cm de diâmetro. Os círculos foram divididos em quatro quadrantes e cinco setores circulares, tendo como isca 80 mg de carcaça de peixe e carne moída colocada no centro. Para verificar a interação entre as pistas visuais e a olfativa, foi analisada a relação entre a direção do vento e os setores, os quadrantes e a cor do círculo em que os adultos de *C. megacephala* pousavam. Na presença dos círculos preto e branco, as moscas pousaram mais próximo do ponto de liberação do odor das iscas quando o vento estava presente, em comparação com o círculo controle. Os resultados mostraram que a existência de odor pode melhorar a indução do pouso de *C. megacephala* e que pistas visuais são importantes para selecionar o local de pouso final. O entendimento dessa interação pode permitir o desenvolvimento de iscas e alvos mais efetivos, fortalecendo a eficiência de estratégias de controle.

PALAVRAS-CHAVE: Pouso, visão, controle, mosca

Chrysomya megacephala (Fabricius), originária da Austrália e da região Oriental, foi introduzida acidentalmente no Continente Americano provavelmente através de navios (Guimarães *et al.* 1978, 1979). Em 1975, esta espécie foi descoberta no Sudeste do Brasil, juntamente com *Chrysomya albiceps* (Wiedemann) e *Chrysomya putoria* (Wiedemann) (Imbiriba *et al.* 1977, Guimarães *et al.* 1978).

As moscas do gênero *Chrysomya* têm grande importância

médico-veterinária por veicularem enteropatógenos, como vírus, bactérias e helmintos (Furlanetto *et al.* 1984), podendo causar principalmente miíases nos animais (Zumpt 1965, Guimarães *et al.* 1983). São também de fundamental importância em entomologia forense, por serem indicadoras de tempo de decomposição de cadáveres humanos (Wells & Greenberg 1992, Von Zuben *et al.* 1996, Gomes *et al.* 2003), pois estão entre os primeiros organismos a chegarem à cena

do crime, atraídos pelos corpos em decomposição.

A capacidade de localização do substrato alimentar deve-se a órgãos sensitivos altamente adaptados para a detecção de odores, principalmente no caso de moscas-varejeiras da família Calliphoridae, que estão entre os principais invertebrados consumidores de carcaças (Reed 1958, Braack 1987), e são geralmente os primeiros a chegar em pouco tempo após a morte e permanecer na carcaça durante os estágios de decomposição (Catts & Goff 1992).

O comportamento dessas moscas-varejeiras em seu vôo tem sido descrito como um dos componentes para a localização da fonte alimentar, em resposta às pistas olfativas liberadas no ar. A resposta a esses tipos de semioquímicos aumenta a probabilidade de um inseto detectar e chegar na vizinhança de uma fonte alimentar ou local de oviposição. Para muitos dípteros, a pista visual pode tornar-se muito importante na direção da aterrissagem e no comportamento de busca em um sítio para alimentação ou oviposição (Torr 1988, Paynter & Brady 1993, Schofield & Brady 1997).

O comportamento de aterrissagem tem sido também relacionado às pistas visuais tais como os diferentes tipos de cores, além dos fatores olfativos. Entretanto, a interação complexa de semioquímicos e pistas visuais nos últimos estágios da localização da fonte tem sido alvo de poucos estudos nessa espécie, principalmente no Brasil.

Visando os levantamentos populacionais, variados tipos de armadilhas e de iscas têm sido testados (Lopes 1973, Wall & Smith 1996, Oliveira *et al.* 2002). Contudo, são escassos os estudos que avaliam a atratividade exercida pelas cores (Lee 1937, MacLeod & Donnelly 1956, Jenkins & Roques 1993). A melhor compreensão dessas interações pode permitir o desenvolvimento de uma isca mais efetiva e eficiente no controle da mosca-varejeira, em programas de controle em potencial em algumas localidades no Brasil. Além disso, esse controle pode também permitir o melhor entendimento da forma de orientação em vôo das moscas na escolha de um provável substrato alimentar e de oviposição, auxiliando nos estudos forenses.

O objetivo do presente trabalho foi analisar as interações entre percepções visuais e olfativas na orientação e respostas de aterrissagem de adultos de *C. megacephala*, em ambiente natural.

Material e Métodos

O comportamento de localização de fonte alimentar de *C. megacephala* foi investigado em condições naturais, em campos de gramado com uma mata de eucaliptos nos arredores do Instituto de Biociências da UNESP, em Rio Claro, SP (22° 24' 41" S, 47° 33' 41" W).

Nesse experimento, foram utilizados três círculos de 30 cm de diâmetro de cor branca, preta e o controle (grama). Essas cores foram escolhidas, pois, segundo Green & Warnes (1992), a preferência da mosca pelas cores branca e preta em presença da isca é maior comparada a outras cores (azul, amarelo, etc.). Além disso, como já foi ressaltado por Wall & Smith (1996), diferentes iscas podem interferir na atratividade exercida pelas cores para a mesma espécie. Para a confecção dos dois círculos experimentais, foram utilizadas

cartolinas nas cores branca e preta, e no círculo controle foi utilizada linha na forma circular colocada diretamente na grama, com o mesmo diâmetro e características dos outros dois círculos (Fig. 1). Os três círculos foram divididos em quatro quadrantes iguais e numerados de um a quatro; a Fig. 2 mostra a disposição em relação aos pontos cardeais. Além disso, cada círculo foi dividido em cinco setores circulares com relação à distância da isca e aos pontos de capturas das moscas, denominados A, B, C, D e E, e que compreendiam de 0-6; 6-12; 12-18; 18-24 e 24-30 cm (Fig. 2). Os círculos foram colocados na grama um ao lado do outro, mantendo-se a distância entre eles de no mínimo 2,40 m, de maneira aleatória, a fim de evitar tendências (Wall & Fisher 2001).

No centro de cada círculo, ou seja, sobre o setor A, foi colocado o alimento utilizado como isca, composto de matéria orgânica em decomposição (40 mg de carcaça de peixe e 40 mg de carne bovina moída) com 80 mg de peso, e de modo a não encobrir totalmente esse setor. A utilização desse tipo de isca deve-se à sua comprovada atratividade, se comparada a outros substratos orgânicos (Wall & Smith 1996).

Entre os meses de outubro de 2004 a maio de 2005, foram realizados testes no intervalo das 11:00h às 14:00h (horário

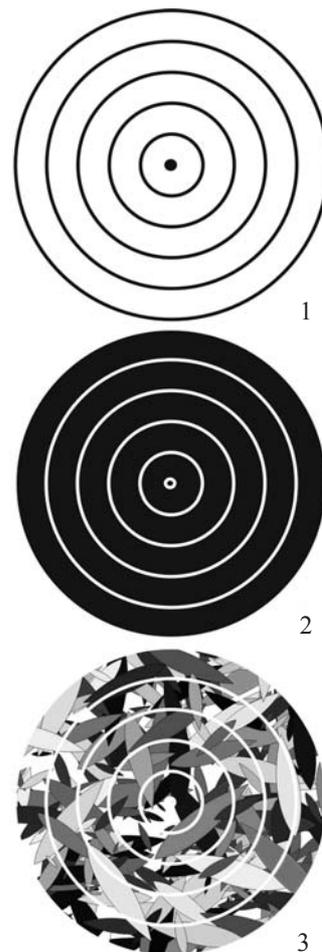


Fig. 1. Esquema dos círculos utilizados. 1 - Círculo branco, 2 - Círculo preto e 3 - Círculo controle (grama).

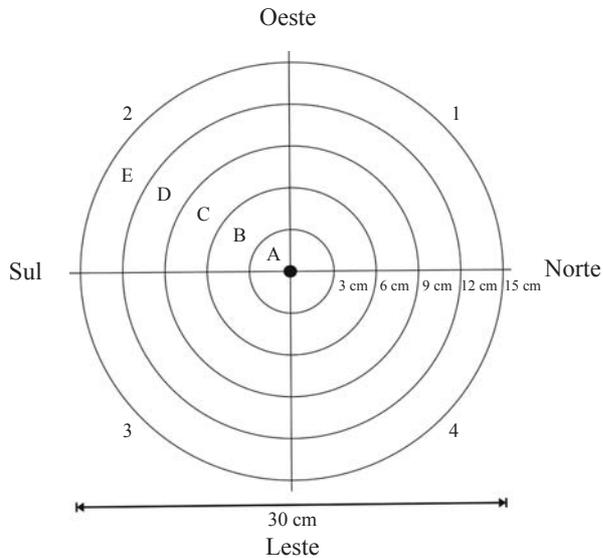


Fig. 2. Esquema das divisões dos círculos utilizados orientados de acordo com os pontos cardeais.

mais quente e de maior atividade das moscas). À medida que cada mosca se aproximava, anotava-se em qual dos círculos ela pousava, qual o número do quadrante que ela pousava e em que setor. Em seguida a espécie era coletada com o auxílio de um puçá juntamente com outras espécies de moscas que eventualmente pousavam. Apesar da presença de outras espécies de moscas, o estudo foi realizado apenas com *C. megacephala* por ser a mais freqüente na região e no Brasil durante o período de estudo (observação pessoal).

Além disso, era anotada a direção e sentido do vento segundo os pontos cardeais básicos Norte, Sul, Leste e Oeste, através de uma biruta, e medida a temperatura e umidade relativa do ambiente. Para cada experimento foram feitas três repetições para cada disposição dos círculos.

Para análise dos dados obtidos, foram utilizados os seguintes testes estatísticos: análise de variância e qui-quadrado com $P < 5\%$ para comparar as variáveis analisadas, Tukey HSD, correlação de Pearson e regressão linear (Zar 1999).

Resultados

Foram coletadas 1961 espécies de *C. megacephala* durante o período em estudo, com temperatura média de $29,2^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa média de $46,9\%$. A porcentagem de pouso das moscas nos círculos branco e preto foi semelhante (Fig. 3), sendo que o teste de ANOVA demonstrou que os círculos branco e preto são os mais preferidos pelas moscas para pousarem (GL = 2, $F = 5.194,898$, $P = 0,0$). O teste de Tukey HSD ($P = 0,05348$) mostrou diferença no círculo de grama, que recebeu percentual de moscas muito menor que os círculos de cartolina.

Os setores A e E foram os que mais atraíram moscas durante o estudo (Fig. 4). A análise de variância indica que a diferença entre a abundância de insetos distribuídos entre

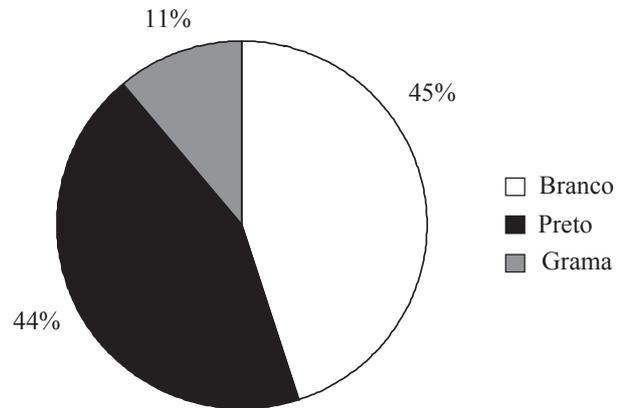


Fig. 3. Distribuição percentual da preferência de pouso de *C. megacephala* de acordo com a cor do círculo.

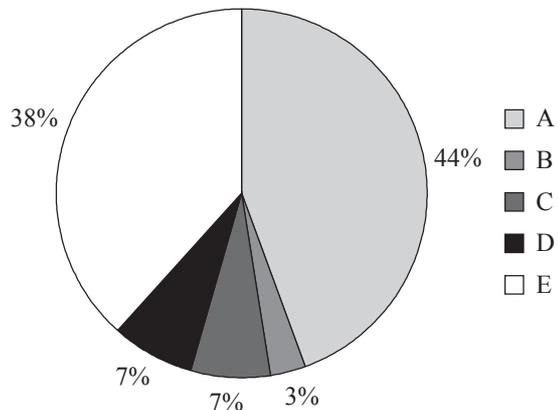


Fig. 4. Distribuição percentual da preferência de pouso de *C. megacephala* de acordo com o setor do círculo.

os setores é significativa. O setor A foi o mais preferido pelas moscas (GL = 4, $F = 581,156$, $P = 0,00$). Além disso, o Teste de Tukey HSD mostrou que apenas os setores C e D não diferem entre si quanto ao percentual de moscas que pousaram neles, sendo que para os demais as diferenças são significativas ($P = 0,04414$).

Quanto à escolha do setor nos diferentes círculos, de modo geral, as moscas preferiram os setores A e E, e nos círculos branco e preto quase todas as moscas optaram pelos setores A ou E. No círculo de grama isso não aconteceu, ou seja, as moscas ficaram bem espalhadas nos diversos setores, só se reduzindo a abundância de moscas no setor B. O teste qui-quadrado confirmou que a escolha do setor não é a mesma para cada círculo, isto é, a distribuição de moscas nos setores diferiu estatisticamente dentro de cada círculo (GL = 8, $P = 8 \times 10^{-40}$).

A escolha (em porcentagem) das moscas para pousarem em cada quadrante foi semelhante (Fig. 5) (ANOVA; GL = 3, $F = 0,7280$, $P = 0,5351$). Não havendo preferência por quadrante foi feito um teste para verificar se existe preferência quando se compara a distribuição de moscas por quadrante dentro de

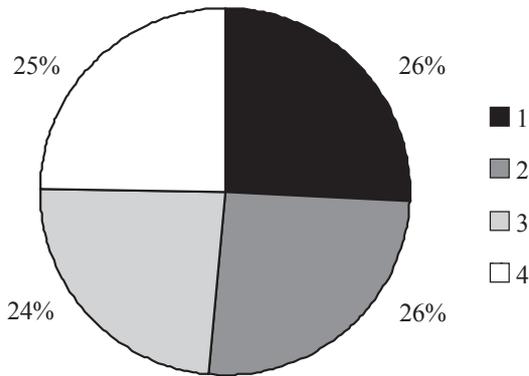


Fig. 5. Distribuição percentual da preferência de pouso de *C. megacephala* de acordo com o quadrante do círculo.

cada círculo. Os círculos branco e preto tiveram distribuição semelhante nos quadrantes, mas o círculo de grama teve distribuição diferente (Tabela 1). Nesse terceiro círculo houve certa preferência pelo quadrante 2 e certa rejeição pelo quadrante 1. O teste qui-quadrado indicou que as moscas não se distribuem igualmente nos quadrantes dentro dos diferentes círculos, ou seja, a distribuição de moscas nos quadrantes depende do tipo de círculo (GL = 6, P = 0,0001).

A preferência por setores variou de acordo com a direção do vento (Tabela 2). Quando o vento seguiu a trajetória com correntes de ar tendendo de Leste para Oeste (L → O), os setores B, C e D foram mais freqüentados que os outros. O setor A permaneceu como o mais preferido, mas apenas por 32% das moscas, o que é muito menos do que os 44% que preferiram esse setor nas mesmas condições. Ou seja, com essa direção do vento, as moscas tendem a preferir menos os setores 1 e 5 e mais os setores centrais.

Tabela 1. Freqüência de pouso em *C. megacephala* por quadrante por cada círculo analisado.

Quadrantes	Círculo branco	Círculo preto	Círculo de grama
1	26	28	14
2	24	25	36
3	24	22	29
4	26	25	21

Tabela 2. Freqüência de pouso em *C. megacephala* por setor de acordo com a direção do vento.

Setor	Vento L > O	Vento N > S	Vento O > L	Vento S > N	Sem vento
A	32	46	57	44	34
B	11	2	2	3	4
C	16	5	17	7	9
D	28	7	2	6	4
E	14	39	22	40	49

Quando o vento está O → L, o setor C destaca-se na preferência das moscas e o setor E passa a ser menos preferido do que na média e na ausência de vento, o setor A é menos preferido do que na média. O teste qui-quadrado (GL = 16, P = 7x10⁻¹⁷) indicou que a escolha do setor não é a mesma para todas as direções de vento. Indicou, ainda, que a direção do vento influencia bastante no quadrante escolhido (GL = 12, P = 1x10⁻¹³²). As preferências de pouso das moscas de acordo com a direção do vento foram:

Vento L → O - Quadrantes 1 e 2

Vento N → S - Quadrantes 2 e 3

Vento O → L - Quadrantes 3 e 4

Vento S → N - Quadrante 1 e 4

Sem vento - Quadrantes 1, 2 e 3

Em relação à temperatura, aparentemente, quanto maior a temperatura, menor o número de moscas (Figs. 6 e 7). Embora tenha havido dias muito quentes com muitas moscas, na média o número de moscas tendeu a diminuir com as temperaturas mais altas. De forma oposta, quanto maior a umidade, maior também o número de moscas. O gráfico da umidade com o número de moscas mostra uma tendência crescente bem visível.

A correlação de Pearson entre o número de indivíduos e a temperatura foi de -0,460 (5%, P = 0,0009), e menor em valor absoluto que a correlação entre a umidade e o número de moscas, que foi 0,636 e altamente significativa (5%, P = 9 x10⁻⁹).

Discussão

Com relação à cor dos círculos, *C. megacephala* preferiu igualmente os círculos preto e branco. Talvez pelo contraste existente entre a cor da isca e o plano de fundo, neste caso a grama, as moscas se orientaram de forma diferente do observado para *C. hominivorax* (Green & Warnes 1992), que prefere pousar em alvo preto, quando pode optar entre o branco e o preto. Além disso, a cor parece não influenciar muito a atração e sim a seleção final do local de pouso, tendo, o odor, importância fundamental na atração (Green & Warnes 1992, Torr & Hall 1992), já que as moscas são atraídas por concentrações crescentes do odor até encontrar a

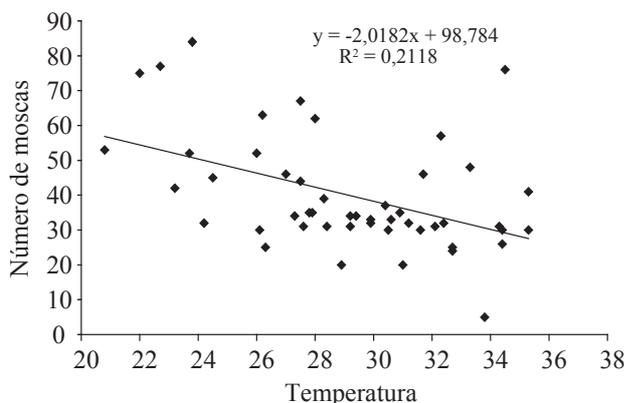


Fig. 6. Número de indivíduos coletados de acordo com a temperatura.

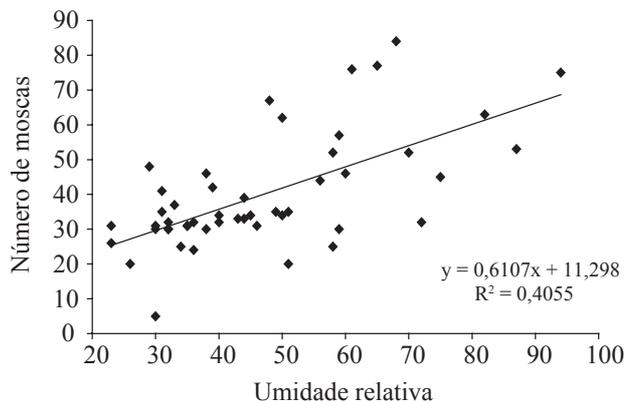


Fig. 7. Número de indivíduos coletados de acordo com a umidade.

fonte de alimento (Bell 1991). As espécies de moscas *Oestrus ovis* L., *Rhinoestrus latifrons* L. e *Cephenemyia krompe* L., por exemplo, parecem usar sinais de semioquímicos para localizar seus hospedeiros, o que, entretanto, é apenas um dos componentes associados à visão, responsáveis pela localização e pelo cuidado com a oviposição (Wall & Fisher 2001). Similarmente, *Simulium arcticum* L. aproxima-se de fontes de CO₂ liberadas por animais hospedeiros utilizando-se de pistas visuais. Em adição, fatores endógenos, como o tempo de privação alimentar (Dethier 1961, Simpson *et al.* 1989) e o desenvolvimento gonadal (Ashworth & Wall 1995), podem influenciar a resposta de Diptera para pistas visuais e odoríferas.

Além disso, diferentemente de estudos em laboratório prévios (Wall & Fisher 2001), no presente trabalho não se sabia qual era o tempo de privação alimentar das moscas, uma vez que elas estavam no ambiente natural e reagiam ao estímulo dos semioquímicos liberados pela iscas de maneira diferente. Isto é, no caso de elas estarem privadas por um bom tempo do alimento, devido a uma série de fatores, elas provavelmente seriam mais atraídas pelas pistas químicas e tomariam a decisão de pousar mais rapidamente (Wall & Fisher 2001).

Quanto ao número de moscas que pousam com relação à direção do vento, o número de indivíduos que se aproximam dos círculos no sentido contra o vento é muito maior, já que o odor tem importância fundamental na atração. Assim, quando o vento estava na direção N→S, as moscas foram mais nos quadrantes 2 e 3; quando o vento estava na direção L→O, as moscas preferiram pousar nos quadrantes 1 e 2; quando o vento estava de O→L, elas escolheram mais os quadrantes 3 e 4; quando o vento estava S→N os quadrantes 1 e 4 foram preferidos e na ausência de vento os quadrantes 1,2 e 3 foram preferidos (Fig. 2).

Quando o vento está N→S parece haver uma pequena preferência pelo setor A. Quando o vento está de O→L há uma pequena concentração nos setores A e E. Quando o vento está de S→N as moscas parecem preferir o setor A. E na ausência de vento o setor E é o escolhido por quase todas as moscas. Tal preferência pelos setores pode ter relação com a intensidade do vento, pois a única forma de

dispersão do odor é pela movimentação do meio. Assim, quando não existe vento, a tendência das moscas é pousar o mais distante possível (setor E) ou sobre o alimento (setor A). Isso acontece, pois o vento poderia facilitar o encontro do local do alimento ou dificultar sua localização. Entretanto quando se analisa apenas a preferência pelo setor, sem relacionar com a direção do vento, os setores A e E são os menos preferidos.

Quando se analisam os diferentes círculos em relação à preferência dos setores, as moscas que escolheram o círculo branco tiveram tendência maior do que a média de escolher os setores A e E. Nos círculos 1 e 2 (branco e preto, respectivamente) o pouso tendeu a ser mais próximo da fonte de alimento, talvez devido à mais fácil visualização da isca, pois a mesma apresentava contraste maior com os planos de fundo (grama) de mesma forma como foi observado em *L. sericata* (Wall & Fisher 2001).

A análise do número de moscas que foram contadas em cada dia e sua relação com a temperatura e umidade demonstrou que foi encontrada uma relação significativa entre as variáveis. Isso é importante considerar, pois os dias mais úmidos tenderam a atrair mais moscas que dias mais quentes, fato importante a ser considerado em programas de controle de moscas.

Pistas visuais são também conhecidas por serem importantes no comportamento de vôo de *C. megacephala* e outras espécies causadoras de miases (Wall *et al.* 1992, Hall *et al.* 1995). No presente estudo, superfícies brancas ou pretas foram usadas para investigar o papel das pistas visuais no comportamento de pouso dessa moscas-varejeira em busca por recursos. Analisando a Fig. 3, pode-se dizer que o estímulo visual tem um papel suplementar, modificando a seleção do local de pouso uma vez que as moscas foram atraídas por uma fonte de odor.

A habilidade para influenciar a seleção de *C. megacephala* de locais de pouso tem implicação importante no emprego de iscas que utilizam odores e também em alvos usados para pesquisa de controle de populações dessas espécies no Brasil e em outros países. Os resultados apresentados aqui sugerem que a eficiência de armadilhas e de alvos pode ser melhorada se o contraste de cores for incorporado nos alvos,

para providenciar pistas visuais e melhorar as respostas ao pouso. Adicionalmente, algumas pistas visuais poderiam ser usadas para atrair moscas para áreas específicas de alvos, tais como locais contendo inseticidas.

Agradecimento

À FAPESP (Processo 03/00540-3) pelo apoio financeiro.

Referências

- Ashworth, J.R. & R. Wall. 1995. Effects of ovarian development and protein deprivation on the activity and locomotor responses of the blowfly, *Lucilia sericata*, to liver odour. *Physiol. Entomol.* 20: 281-285.
- Bell, W.J. 1984. Chemo-orientation in walking insects, p.93-109. In W.J. Bell & R.T. Cardé (eds.), *Chemical ecology of insects*. Chapman & Hall, London, 345p.
- Botelho, P.S.N., S. Silveira Neto, L.A.B. Salles, D. Barbin & D.G. Borges. 1973. Testes de atração de *Musca domestica* L., com luzes de diferentes comprimentos de onda. *Solo* 65: 42- 45.
- Braack, L.E.O. 1987. Community dynamics of carrion-attendant arthropods in tropical African woodland. *Oecologia* 72: 402-409.
- Catts, E.P. & Goff, M.L. 1992. Forensic entomology in criminal investigations. *Ann. Rev. Entomol.* 37: 253-272.
- Dethier, V.G. 1961. Behavioral aspects of protein ingestion by the blowflies, *Phormia regina* Meigen. *Biol. Bull. Woods Hole* 121: 456-470.
- Furlanetto, S.M.P., M.L.C. Campos, C.M. Hársi, G.M. Buralli & G.K. Ishihata. 1984. Microrganismos enteropatogênicos em moscas africanas pertencentes ao gênero *Chrysomya* (Diptera: Calliphoridae) no Brasil. *Rev. Microb.* 15: 170-174.
- Gomes, L., C.J. Von Zuben & M.R. Sanches. 2003. Estudo da dispersão larval radial pós- alimentar em *Chrysomya megacephala* (Fabricius) (Diptera, Calliphoridae). *Revta. Bras. Ent.* 47: 229- 234.
- Green, C.H. & M.L. Warnes. 1992. Responses of female new-world screwworm flies, *Cochliomyia hominivorax*, to colored targets in the laboratory. *Med. Vet. Ent.* 6: 103-109.
- Guimarães, J.H., A.P. Prado & A.X. Linhares. 1978. Three newly introduced blowfly species in Southern Brazil (Diptera: Calliphoridae). *Revta. Bras. Ent.* 22: 53-60.
- Guimarães, J.H., A.P. Prado & G.M. Buralli. 1979. Dispersal and distribution of three newly introduced species of *Chrysomya* Robineau-Desvoidy in Brazil (Diptera, Calliphoridae). *Revta. Bras. Ent.* 23: 245-255.
- Guimarães, J.H., N. Papavero & A.P. Prado. 1983. As míases na região neotropical (identificação, biologia, bibliografia). *Revta. Bras. Zool.* 1: 239-416.
- Green, C.H. & M.L. Warnes. 1992. Responses of female New World screwworm flies, *Cochliomyia hominivorax*, to coloured targets in the laboratory. *Med. Vet. Ent.* 6: 103-109.
- Hall, M.J.R., R. Farkas, F. Kelemen, M.J. Hoiser & J.M. el-khoga. 1995. Orientation of agents of wound myiasis to hosts and artificial stimuli in Hungary. *Med. Vet. Ent.* 9: 77-84.
- Imbiriba, A.S., D.T. Izutani, I.T. Milhoreto & E. Luz. 1977. Introdução da *Chrysomya chloropyga* (Wiedemann, 1818) na região Neotropical (Diptera: Calliphoridae). *Arq. Biol. Tecnol.* 20: 35-39.
- Jenkins, M.J. & A. Roque. 1993. Attractiveness of color traps to *Strobilomyia* (Diptera: Anthomyiidae) *Environ. Entomol.* 22: 297-304.
- Lee, D.F. 1937. A note on the colour responses of *Lucilia cuprina*. *J. Council Sci. Ind. Res.* 10: 275-276.
- Lopes, H.S. 1973. Collecting and rearing Sarcophagidae flies (Diptera) in Brazil, during forty years. *An. Acad. Bras. Ci.* 45: 279-291.
- Macleod, J. & J. Donnelly. 1956. Methods for the study of blowfly populations. I. Bait trapping; significance limits for comparative sampling. *Ann. Appl. Biol.* 44: 80-104.
- Oliveira, V.C., J.M. d'Almeida, M.J. Paes & A. Sanavria. 2002. Population dynamics of Calyptrate Diptera (Muscidae and Sarcophagidae) at the RIO-ZOO Foundation, Rio de Janeiro, RJ, Brazil. *Rev. Bras. Biol.* 62: 191-196.
- Paynter, Q & J. Brady. 1993. Flight responses of tsetse flies (*Glossina*) to octenol and acetone vapour in a wind-tunnel. *Physiol. Entomol.* 18: 102-108.
- Reed, H.B. Jr. 1958. A study of dog carcass communities in Tennessee, with special reference to the insects. *Am. Midl. Nat.* 59: 213-245.
- Schofield, S. & J. Brandy. 1997. Effects of carbon-dioxide, acetone and 1-octen-3-ol on the flight response of the stable-fly, *Stomoxys calcitrans*, in a wind tunnel. *Physiol. Entomol.* 22: 380-386.
- Simpson, S.J., L. Barton -Browne & A.C.M. van Gerwen. 1989. The patterning of compensatory sugar feeding in the Australian sheep blowfly. *Physiol. Entomol.* 14: 91-105.
- Sutcliffe, J.F., D.J. Steer & D. Beardsall. 1991. Studies of host location behaviour in the black fly *Simulium arcticum* (IIS-10.11) (Diptera: Simuliidae): Aspects of close range trap orientation. *Bull. Entomol. Res.* 85: 415-424.
- Torr, S.J. 1988. The activation of resting tsetse flies (*Glossina*) in response to visual and olfactory stimuli in the field. *Physiol. Entomol.* 13: 315-325.
- Torr, S.J. & M.J.R. Hall. 1992. Odour-baited target to control new-world screwworm *Cochliomyia hominivorax* (Diptera, Calliphoridae) – a preliminary-study. *Bull. Entomol. Res.* 82: 417-423.
- Von Zuben, C.J., R.C. Bassanezi, S.F. Reis, W.A.C. Godoy & F.J. Von Zuben. 1996. Theoretical approaches to forensic entomology: I. Mathematical model of postfeeding larval dispersal. *J. Appl. Entomol.* 120: 379-382.

- Wall, R., C.H. Green, N.P. French & K.L. Morgan. 1992. Development of an attractive target for the sheep blowfly *Lucilia sericata*. Med. Vet. Entomol. 6: 67-74.
- Wall, R. & K.E. Smith. 1996. Colour discrimination by the sheep blowfly *Lucilia sericata*. Med. Vet. Entomol. 10: 235-240.
- Wall, R. & M.L. Warnes. 1994. Responses of the sheep blowfly *Lucilia sericata* to carrion odour and carbon-dioxide. Entomol. Exp. Appl. 73: 239-246.
- Wall, R. & P. Fisher. 2001. Visual and olfactory cue interaction in resource-location by the blowfly, *Lucilia sericata*. Physiol. Entomol. 26: 215-218.
- Warnes, M.L. & C.H. Green. 1992. Responses of female New World screwworm flies, *Cochliomyia hominivorax*, to swormlure-4 in the laboratory. Med. Vet. Entomol. 6: 98-102.
- Wells, J.D. & B. Greenberg. 1992. Interaction between *Chrysomya rufifacies* and *Cochliomyia macellaria* (Diptera: Calliphoridae): the possible consequences of an invasion. Bull. Entomol. Res. 82: 133-137.
- Zar, J.H. 1999. Biostatistical analysis. Prentice Hall, New Jersey, 666p.
- Zumpt, F. 1965. Myiasis in man and animals in the Old World. London, Butterworths, 267p.

Received 26/IV/05. Accepted 14/IV/07.
