



O efeito da umidade do solo na seleção do substrato e na construção de armadilhas por larvas de formigas-leão (Neuroptera: Myrmeleontidae)

Adrian D. G. Chaves, Gabriel P. Murayama, Lucas P. de Medeiros &

Sergio Plasier

RESUMO: A seleção de habitat em organismos de pouca mobilidade pode ocorrer em condições muito restritas espacialmente, como é o caso das larvas da formiga-leão *Myrmeleon* sp., predadores semi-sedentários que constroem armadilhas escavadas no solo. Dado que as características do solo determinam a seleção por essas larvas, nosso objetivo foi testar experimentalmente o efeito da umidade. Colocamos larvas individuais em uma arena contendo dois tipos de substrato (areia seca e úmida) e observamos, depois de 7 h, em qual deles se enterraram e onde construíram armadilhas. De 35 larvas, 77% selecionaram substrato seco e todas as armadilhas foram construídas somente neste substrato. Concluímos que larvas de *Myrmeleon* sp. selecionam solos secos e que a umidade limita a construção de armadilhas. A seleção por parte das larvas depois da escolha do local de oviposição das fêmeas adultas é fundamental para se ajustar às variações espaço-temporais ao longo do longo estágio larval.

PALAVRAS-CHAVE: aptidão, granulometria, microhabitat, seleção de habitat, senta-e-espera.

INTRODUÇÃO

A seleção de habitat é o processo pelo qual os indivíduos elegem áreas para realizar atividades tais como cortejo, nidificação, oviposição e forrageio (Stamps, 2009). O princípio por trás da seleção de habitat é que os organismos procuram áreas disponíveis que maximizam as chances de sobrevivência e/ou reprodução, ou seja, áreas com melhores condições ou maior disponibilidade de recursos quando comparadas com outras áreas. As áreas selecionadas por um indivíduo dependem das necessidades do indivíduo e, portanto, podem variar ao longo de seus diferentes estágios de vida (Stamps, 2009).

A escala espacial em que se dá a seleção de habitat depende da mobilidade dos organismos. Animais de alta mobilidade podem selecionar diferentes áreas para uma mesma atividade ao longo da vida conforme a disponibilidade de recursos e condições variam. Por outro lado, organismos de pouca mobilidade são mais dependentes das características do microhabitat onde se estabeleceram. Em alguns organismos sésseis, por exemplo, a seleção de habitat durante a etapa inicial do ciclo de vida determina a aptidão do organismo para o resto de sua vida ou de sua prole (Stamps, 2009).

As formigas-leão (Neuroptera: Myrmeleontidae) são um exemplo de organismos cuja mobilidade varia ao longo da ontogenia. A fêmea adulta, de vida efêmera, ovipõe no solo e as larvas que eclodem são predadores semi-sedentários que podem viver

por vários anos no solo até alcançar a vida adulta (Daly et al., 1998). As larvas de algumas espécies de formiga-leão cavam armadilhas em forma de funil em solos arenosos e utilizam uma estratégia de forrageio do tipo senta-e-espera para capturar suas presas (Scharf & Ovadia, 2006). A seleção do local de oviposição pelas formigas-leão pode ser vista como um fator determinante na sobrevivência da larva. Contudo, a larva é capaz de se mover por vários metros no solo e reconstruir a armadilha em diferentes locais (Farji-Brener, 2003). Essas armadilhas são encontradas predominantemente em locais protegidos de intempéries, como a chuva, que pode danificar as armadilhas. Adicionalmente, estudos sugerem que as larvas de formiga-leão apresentam comportamentos para evitar a chuva (Farji-Brener, 2003; Scharf & Ovadia, 2006).

Alguns estudos sugerem que há uma dificuldade crescente de construção da armadilha pelas larvas à medida que o tamanho das partículas do solo aumenta (Devetak et al., 2005). Dado que a maior umidade do solo aumenta a aglutinação das partículas finas (e.g. silte, argilas e matéria orgânica altamente fragmentada), esperamos que as larvas também tenham dificuldade em construir armadilhas em solo úmido. Nossa primeira hipótese, portanto, era que larvas de formiga-leão constroem armadilhas preferencialmente em substratos com baixa umidade. Além disso, dado que as larvas da formiga-leão *Myrmeleon* sp. têm capacidade de

se movimentar, ainda que limitadamente, nossa segunda hipótese era que as larvas selecionam substratos com baixa umidade.

MATERIAL & MÉTODOS

COLETA DAS LARVAS

Coletamos larvas de *Myrmeleon* sp. em julho de 2015 na Reserva de Desenvolvimento Sustentável da Barra do Una (24°17'-24°35'S; 47°00'-47°30'O), localizada no litoral sul do estado de São Paulo. Coletamos 36 larvas entre as 20 e 22 h ao longo de um transecto de 200 m em uma estrada de terra próxima à área de restinga. Identificamos as larvas de *Myrmeleon* sp. em campo pelas armadilhas em forma de funil. Também coletamos areia da superfície do solo no mesmo local, a qual foi utilizada no experimento.

EXPERIMENTO

Peneiramos a areia coletada usando peneiras com abertura de 0,71 mm. Utilizamos parte da areia peneirada como substrato seco e misturamos 10 litros da areia peneirada restante com 1,4 litros de água para obter o substrato úmido, simulando uma situação de aproximadamente 8,4 mm de precipitação. Para a construção da arena experimental de escolha, preenchemos uma das metades de uma bandeja com dimensões 15 x 11 cm com substrato seco e outra metade com substrato úmido até uma altura de aproximadamente 6 cm. Sorteamos o lado da bandeja que receberia o substrato seco ou substrato úmido.

No experimento, cada teste consistiu em depositar uma larva de *Myrmeleon* sp. no limite entre os dois tipos de substrato. Deixamos as larvas na arena durante a noite, por um período de 7 h. Após esse período, registramos: (i) a proporção de larvas que se enterraram em cada um dos tipos de substrato e (ii) a proporção de armadilhas construídas em cada um dos tipos de substrato. Para determinar a localização de indivíduos que não construíram funil, os substratos foram peneirados em separado, sendo que adicionamos água sobre o substrato úmido para facilitar o processo. De acordo com nossas hipóteses, a nossa previsão era que uma maior proporção de larvas e uma maior proporção de armadilhas de funil seriam encontradas no substrato seco em relação ao substrato úmido.

ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Para testar se a proporção do número de larvas enterradas no substrato seco (estatística de interesse) era significativamente maior do que

a proporção de larvas enterradas no substrato úmido, permutamos (10.000 vezes) os valores de presença ou ausência de larvas em cada tipo de substrato, simulando o cenário nulo em que não há preferência pelo tipo de substrato. Em cada aleatorização, calculamos a proporção de larvas no substrato seco. Posteriormente, calculamos a probabilidade (p) de encontrar valores maiores ou iguais ao da estatística de interesse sob o cenário nulo. Além disso, utilizamos um teste exato de Fisher para testar se a construção de armadilha depende do tipo de substrato para onde as larvas foram. Realizamos todas as análises estatísticas no ambiente de programação R 3.1.3 (R Core Team, 2015).

De um total de 35 larvas de *Myrmeleon* sp., a proporção que se enterrou no substrato seco foi de 77,14% (N = 27). Somente 22,86% (N = 8) das larvas se enterraram no substrato úmido. A proporção de larvas no substrato seco foi significativamente maior que a proporção no substrato úmido ($p < 0,001$). Encontramos uma associação entre o tipo de substrato onde as larvas permaneceram e a construção das armadilhas (teste exato de Fisher; $p < 0,001$). O valor observado das larvas que foram para o substrato seco e construíram armadilha (N = 20) foi maior que o esperado (15,4). Por outro lado, nenhuma das larvas que foram para o substrato úmido construiu armadilha, sendo este valor menor do que o esperado (4,6).

DISCUSSÃO

Observamos que as larvas da formiga-leão *Myrmeleon* sp. selecionaram substratos secos em detrimento de substratos úmidos e construíram armadilhas somente em substratos secos. A seleção das larvas pelo substrato seco pode estar intimamente relacionada às limitações físicas para construir armadilhas em solos úmidos. A construção de armadilhas consiste na expulsão dos grãos com a cabeça e no afrouxamento das partículas do solo enquanto a larva se enterra, atividades que podem aumentar a taxa metabólica da larva em até 10 vezes (Farji-Brener, 2003; Lucas, 1985 apud Scharf & Ovadia, 2005). Dado que solos úmidos tendem a aglutinar partículas, as larvas teriam uma maior demanda de esforço físico para construir as armadilhas, um efeito semelhante à resposta das formigas-leão frente a substratos com partículas maiores que 1,5 mm (Alves, 2007; Devetak et al., 2005; Farji-Brener, 2003).

Outra explicação para nossos resultados é que as propriedades físicas do solo úmido, além de dificultarem a construção de armadilhas, podem influen-

ciar a eficiência das armadilhas para a captura de presas. Armadilhas já construídas que sofrem o efeito da chuva parecem perder eficiência, uma vez que a aderência de partículas na superfície do solo é maior e a presa consegue escapar facilmente do funil (Gotelli et al., 1993 apud Scharf & Ovidia, 2006; Figueiredo et al., 2015). Este resultado reforça a importância da chuva e da umidade como fatores determinantes na seleção de habitat, tanto pela fêmea adulta no momento da oviposição, quanto pela larva para seu estabelecimento e construção de armadilhas (Scharf & Ovidia, 2006).

Embora tenhamos encontrado que larvas têm preferência por substrato seco, elas conseguiram escavar e se deslocar no substrato úmido, ao contrário do reportado por Gotelli (1993 apud Scharf & Ovidia, 2006) para o mesmo gênero. Além disso, observações descritas por Cain (1987 apud Scharf & Ovidia, 2006) indicam que, em situações de precipitação, as larvas de formiga-leão do gênero *Brachynemorus* se enterram mais no solo, evitando assim o substrato úmido. Deslocamentos para adentrar mais no solo permitem a proteção durante condições extremas no microhabitat, nas quais a larva pode reduzir o metabolismo para suportar o jejum (Scharf & Ovidia, 2006). Nas condições desfavoráveis de nosso experimento (substrato úmido), todas as larvas permaneceram enterradas, provavelmente para manter um metabolismo baixo e esperar condições favoráveis. Em uma situação natural, isso poderia ocorrer durante uma chuva, em que as larvas esperariam o solo secar naturalmente para, então, reiniciar o comportamento de forrageio. Finalmente, as larvas que se dirigiram ao substrato seco e não construíram armadilhas podem ter exibido esse comportamento como resposta ao estresse da manipulação durante as capturas e o experimento.

Em conclusão, sugerimos que larvas da formiga-leão *Myrmeleon* sp. possuem preferência por substratos relativamente secos em seu microhabitat. Essa capacidade de escolha permitiria um deslocamento para substratos secos, caso as condições do microhabitat tornem-se desfavoráveis para a construção de armadilhas. Essa capacidade de seleção de microhabitat aumentaria as chances de sobrevivência não só após a eclosão no sítio de oviposição escolhido pela fêmea, mas também ao longo do extenso estágio larval.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Mathias Pires por uma ótima orientação, temperada com muito humor. Também agradecemos ao Diogo Melo e Eduardo Santos pela ajuda na coleta de dados, no experimento e pelas valiosas sugestões de como melhorar o manuscrito.

REFERÊNCIAS

- Alves, D.A. 2007. A granulometria do substrato interfere no diâmetro das armadilhas e no sucesso de captura de presas por larvas de formiga-leão *Myrmeleon* sp. (Neuroptera: Myrmeleontidae)? Em: Livro do curso de campo "Ecologia da Mata Atlântica" (G. Machado; P.I.K.L. Prado & A. A. Oliveira, eds.). Universidade de São Paulo, São Paulo. Daly, H.V.; J.T. Doyen & A.H. Purcell. 1998. Introduction to insect biology and diversity. Oxford University Press, Oxford. Devetak, D; A. Spornjak & F. Janzekovic. 2005. Substrate particle size affects pit building decision and pit size in the antlion larvae *Euroleon nostras* (Neuroptera: Myrmeleontidae). *Physiological Entomology*, 30:158-163.
- Farji-Brener, A.G. 2003. Microhabitat selection by antlion larvae, *Myrmeleon crudelis*: effect of soil particle size on pit-trap design and prey capture. *Journal of Insect Behavior*, 16:783-796.
- Figueiredo, A.C.; D.P. Mori; G.L. Marin & L.G.M. Novara. 2015. Oh não! Choveu na minha horta! Efeito da umidade do substrato na eficiência de fuga das presas de formiga-leão (Neuroptera: Myrmeleontidae) Em: Livro do curso de campo "Ecologia da Mata Atlântica" (G. Machado; P.I.K.L. Prado & A.M.Z. Martini, eds.). Universidade de São Paulo, São Paulo. R Development Core Team. 2015. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Scharf, I. & O. Ovidia. 2006. Factors influencing site abandonment and site selection in a sit-and-wait predator: A review of pit-building antlion larvae. *Journal of Insect Behavior*, 19:197-218.
- Stamps, J. 2009. Habitat selection, pp. 38-44. Em: *The Princeton guide to ecology* (M. Levin, ed.). Princeton University Press, New Jersey.

Orientação: Mathias M. Pires