



Oh, não! Choveu na minha horta! Efeito da umidade do substrato na eficiência de escape das presas de formiga-leão (Neuroptera: Myrmeleontidae)

Aymam Figueiredo, Danilo Mori, Gabriela Marin & Luísa Novara

RESUMO: Alguns predadores que utilizam a estratégia de emboscada constroem armadilhas para capturar suas presas. A eficiência de captura dessas armadilhas pode ser comprometida por condições ambientais. Larvas da formiga-leão *Myrmeleon* sp. (Neuroptera: Myrmeleontidae) constroem armadilhas em forma de funil em substrato de areia seca para capturar presas. Nosso objetivo foi avaliar a influência do substrato úmido sobre a eficiência de escape das presas que caem no funil de captura. Comparamos a probabilidade de escape e o tempo de permanência da presa no funil de captura em substrato úmido e seco. Observamos que as presas (formigas) têm maior probabilidade de escapar e menor tempo de escape em substrato úmido. Concluimos que a eficiência de escape das presas é aumentada em substratos úmidos, anulando o efeito positivo que o tamanho do funil tem sobre a captura das presas.

PALAVRAS-CHAVE: armadilhas, emboscada, funil de captura, *Myrmeleon*, predação.

INTRODUÇÃO

De forma geral, duas estratégias de captura da presa podem ser utilizadas pelos predadores: busca ativa e emboscada (ou senta-e-espera). No primeiro caso, o predador investe tempo e energia na procura e perseguição das presas e, no segundo, o predador espera imóvel por suas presas, geralmente em locais frequentados por elas (Begon et al., 2006). Uma das formas de estratégia de emboscada consiste na construção de uma armadilha, o que direciona os esforços do predador para captura de presas apenas na armadilha, economizando energia entre uma captura e outra. Aranhas orbitelas são exemplos de predadores que utilizam essa estratégia, pois montam suas armadilhas (teias) e aguardam a presa ser capturada por elas (Gonzaga et al., 2007).

Larvas de formiga-leão (Neuroptera: Myrmeleontidae) são predadores de emboscada que escavam substrato arenoso para construir uma armadilha em forma de funil que captura artrópodes, principalmente formigas (Farji-Brener, 2003). A estratégia de captura utilizada pelas larvas consiste na espera da chegada da presa que, após cair na armadilha, não consegue escalar sua lateral na tentativa de alcançar a superfície e é capturada pela larva (Pinotti et al., 2007). A eficiência desse sistema de captura depende de alguns fatores, como a granulação do solo em que a larva está habitando, o diâmetro do funil e a seleção do local para estabelecimento da armadilha, tanto em relação à disponibilidade de presas quanto em relação às variações ambientais, tais como o aumento da umidade após precipitações (Scharf et

al., 2006). A umidade do solo dificulta a construção da armadilha, pois aglutina as partículas do solo e reduz o deslizamento entre os grãos que permite a movimentação da larva de formiga-leão (Devetak et al., 2005).

O objetivo deste trabalho foi investigar como a umidade do substrato e o diâmetro do funil influenciam a eficiência de fuga das presas por larvas da formiga-leão *Myrmeleon* sp.. Dado que a umidade aglutina as partículas do solo (Devetak et al., 2005), nossa primeira hipótese é que, no substrato úmido, a fuga das presas do funil é facilitada, uma vez que a aglutinação das partículas pode facilitar a locomoção pelo substrato. Além disso, sabe-se que quanto maior o tamanho do funil, melhor a captura de presas (Devetak et al., 2005). Nossa segunda hipótese, portanto, é que quanto maior o tamanho do funil, menor a eficiência de fuga das presas e que a umidade do substrato atenua esta relação, pois facilita o escape mesmo em funis grandes.

MATERIAL & MÉTODOS

LOCAL DE ESTUDO

Coletamos 70 indivíduos da formiga-leão *Myrmeleon* sp. na rua de acesso ao Centro Comunitário da Reserva de Desenvolvimento Sustentável da Barra do Una, no município de Peruíbe, litoral sul do estado de São Paulo. Na mesma área, coletamos areia, que peneiramos para montar as arenas experimentais descritas a seguir. Também coletamos operárias da formiga *Pheidole* sp. (Formicidae:

Myrmicinae), que utilizamos como presas.

DESENHO EXPERIMENTAL

Em laboratório, depositamos as larvas em dois tipos de arena experimental: um recipiente cilíndrico com 120 mm de diâmetro e 80 mm de altura ($n = 30$) e outro recipiente retangular com 150 x 110 mm de base e 75 mm de altura ($n = 40$), cada deles com cerca de 50 mm de altura de areia. Deixamos as larvas nas arenas por 7 h e, após este período, 42 delas construíram funis de captura. Em seguida, medimos o maior diâmetro dos funis (em mm) com um paquímetro. Consideramos que o maior diâmetro do funil é uma boa variável operacional para tamanho dos funis, pois deve haver uma forte correlação entre esta medida e as demais dimensões do funil.

A fim de garantir igual representatividade de diâmetros de funil nos dois grupos experimentais, separamos as arenas pelo maior diâmetro de funil de captura. Em cada grupo experimental havia o mesmo número de arenas e todas as classes de diâmetro de funil de captura estavam igualmente representadas. No grupo experimental “substrato úmido”, aplicamos 10 borrifos de água sobre cada funil, simulando uma situação de orvalho ou chuva fraca. Após 30 s, depositamos uma operária de formiga viva no centro do funil. No grupo experimental “substrato seco”, não borrifamos água sobre os funis e apenas depositamos uma operária de formiga viva no centro do funil. Tomamos duas medidas durante o experimento: evento de escape, ou seja, se a formiga fugiu ou não do funil, e tempo de permanência da formiga dentro do funil de captura. Cada experimento teve duração de, no máximo 180 s. Se, ao final do experimento, a presa não conseguisse escapar, contabilizamos como não fuga e o tempo de permanência foi estipulado como 180 s.

ANÁLISE DE DADOS

Usamos duas variáveis operacionais para medir a eficiência de escape: a probabilidade de escape e o tempo de permanência da formiga dentro do funil de captura. A probabilidade de fuga é uma variável categórica com dois níveis: fuga (1) e não fuga (0). O tempo de permanência no funil é uma variável contínua medida em segundos (s). A análise realizada para cada uma dessas variáveis está descrita a seguir.

PROBABILIDADE DE FUGA

Avaliamos o efeito do grupo experimental sobre a probabilidade de escape das formigas utilizando uma regressão logística. Nossa estatística de interesse foi a estimativa do efeito do grupo experimental, que é dada pela diferença entre as inclinações dos dois tratamentos da regressão logística. Para testar a significância do teste, simulamos

um cenário nulo no qual não há diferença entre os grupos experimentais. Geramos o cenário nulo a partir de 1.000 permutações dos valores da variável resposta escape entre os grupos experimentais. Recalculamos a estatística de interesse para cada uma das 1.000 permutações. Construímos uma distribuição de valores da estatística de interesse gerados pelo cenário nulo. Contabilizamos quantos valores dessa distribuição eram maiores ou iguais ao valor da estatística de interesse observada. Se a soma desses valores fosse igual a 5% ou menos, então considerávamos que o valor observado em nossa estatística de interesse seria significativo. Nossa previsão é que a probabilidade de fuga seria maior no grupo experimental substrato úmido do que no grupo experimental substrato seco.

TEMPO DE PERMANÊNCIA NA ARMADILHA

Avaliamos qual o efeito do grupo experimental em conjunto com o diâmetro maior do funil sobre o tempo de permanência no funil utilizando uma regressão múltipla entre três variáveis: tempo de permanência (variável resposta), diâmetro maior do funil e grupo experimental (variáveis preditoras). A estatística de interesse foi obtida pela diferença na inclinação da regressão de cada um dos dois grupos experimentais. Para testar a significância do teste, simulamos um cenário nulo no qual a relação do tempo de permanência e o diâmetro maior do funil não apresenta diferença entre os grupos experimentais. Geramos o cenário nulo a partir de 1.000 permutações dos valores da variável resposta escape entre os grupos experimentais. Recalculamos a estatística de interesse para cada uma das 1.000 permutações. Construímos uma distribuição de valores da estatística de interesse gerados pelo cenário nulo. Contabilizamos quantos valores dessa distribuição eram maiores ou iguais ao valor da estatística de interesse observada. Se a soma desses valores fosse igual a 5% ou menos, então considerávamos que o valor observado em nossa estatística de interesse seria significativo. Nossa previsão é de que o grupo experimental “substrato úmido” atenua o efeito do diâmetro do funil de captura sobre o tempo de permanência da operária de formiga dentro do funil de captura.

RESULTADOS

DESCRIÇÃO GERAL DOS DADOS

O diâmetro do funil construído pelas larvas usadas no experimento ($n = 42$) variou de 18 a 37 mm, com a média (\pm DP) de $26,72 \pm 4,55$ mm. No total, 31 operárias de formiga escaparam dos funis, sendo 21 no grupo experimental substrato úmido e 10 no substrato seco. As presas levaram, em média, $56,19 \pm 73,37$ s para escapar dos funis (min. – max. = 1 -

180 s). No grupo experimental substrato úmido, o tempo de escape variou de 1 a 108 s, sendo a média $11,9 \pm 24,05$ s. No grupo experimental substrato seco, o tempo de escape variou de 4 a 180 s e a média foi de $100,5 \pm 79,62$ s.

PROBABILIDADE DE FUGA

Encontramos diferença entre os grupos experimentais quanto à probabilidade de fuga (diferença na inclinação dos tratamentos = 19,661; $p < 0,001$). A probabilidade de fuga foi cerca de duas vezes maior no grupo experimental substrato úmido quando comparada com o grupo experimental substrato seco.

TEMPO DE PERMANÊNCIA NA ARMADILHA

A relação entre o diâmetro médio do funil e o tempo médio de escape apresentou diferença significativa entre os grupos experimentais (diferença observada entre inclinações: 8,802; $p < 0,001$; Figura 1). De forma geral, o grupo experimental substrato úmido anulou a relação entre o diâmetro do funil e o tempo de escape da presa de dentro do funil de captura.

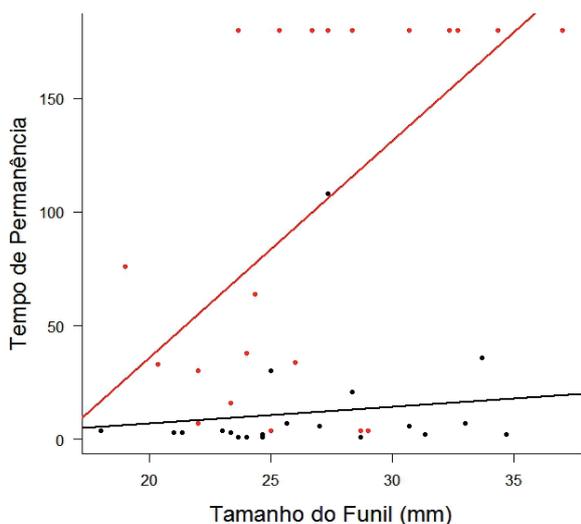


Figura 1. Tempo de permanência da presa (s) em função do diâmetro do funil de captura de larvas da formiga-leão *Myrmeleon* sp. Em vermelho, os pontos e a regressão linear referentes ao grupo experimental substrato seco. Em preto, os pontos e a regressão linear referentes ao grupo experimental substrato úmido. A regressão linear do grupo experimental substrato seco apresentou inclinação de 9,539 (erro padrão = 3,210) e, no grupo experimental substrato úmido, a inclinação foi de 0,737 (erro padrão = 1,210).

DISCUSSÃO

Encontramos que substratos com umidade mais elevada facilitam o escape de presas das armadilhas das larvas da formiga-leão *Myrmeleon* sp. e que o aumento do tamanho das armadilhas dificulta o escape de presas quando as armadilhas são construídas em substratos secos. Entretanto,

não encontramos relação entre o tamanho do funil e eficiência do escape das presas em ambientes úmidos, o que indica que o aumento da umidade do substrato do funil facilita o escape independentemente do tamanho do funil. Como previsto, isso ocorre porque, enquanto no substrato seco, a areia das paredes dos funis desliza conforme a presa tenta escapar, no ambiente úmido, a areia se torna mais aderente e a presa consegue escapar do funil sem dificuldade. Com a maior aderência das partículas do substrato, as presas têm facilidade para escapar dos funis independentemente do tamanho do funil.

As larvas de formiga-leão selecionam o habitat para o estabelecimento e construção do funil de captura, e um dos fatores subjacentes à escolha do local de melhor qualidade é a umidade do substrato (Alves, 2007; Pinotti et al., 2007; Chaves et al., 2015). As larvas escolhem preferencialmente substratos secos em detrimento a substratos úmidos, onde a construção do funil é dificultada (Chaves et al., 2015). De forma complementar a isso, encontramos que funis localizados em substratos úmidos têm sua eficiência de captura reduzida. Outros fatores determinam o sucesso de captura das larvas de formiga-leão, como a granulometria do substrato em que o funil é construído. Sabe-se que as larvas de formiga-leão preferem substratos com grãos de areia pequenos, que facilitam a construção do funil e dificultam a fuga das presas (Scharf et al., 2006; Pinotti et al., 2007). Assim, além da dificuldade de construção dos funis em determinadas condições, a eficiência de captura deve ser um fator importante na escolha de habitat por formigas-leão.

Considerando que o estabelecimento das larvas de formiga-leão em locais de baixa qualidade para a construção do funil acarreta prejuízos ao sucesso de forrageio das larvas, as larvas devem responder a variações nas condições ambientais e buscar locais com melhor qualidade para a construção de um novo funil de captura. Assim, a possibilidade de múltiplas seleções de habitat pelas larvas de formiga-leão, como em momentos após a ocorrência de chuvas, é importante para a sobrevivência das larvas. De forma geral, pode-se dizer que as condições ambientais dos locais em que indivíduos estabelecem suas armadilhas, independentemente da espécie a que pertencem, influenciam de forma direta a aptidão destes indivíduos.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Edu Santos pela orientação, pela discussão cuidadosa sobre a análise de dados e pela disponibilidade em nos atender sempre, ao outro

grupo que trabalhou com as queridas formigas-leão (Adrian, Gabriel, Lucas e Sérgio), que nos ajudou em todas as etapas do trabalho, aos monitores Diogro e Gallo e aos outros professores pela ajuda e aos demais colegas de curso pela parceria e risadas.

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 de Campo da Mata Atlântica” (G. Machado; P.I.K.L. Prado & A.A. Oliveira, eds.). Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Begon, M.; C.R. Townsend & J.L. Harper. 2006. Ecology: from individuals to ecosystems. Blackwell Publishing, Oxford.
- Chaves, A.D.G.; G.P. Murayama; L.P. de Medeiros & S. Plasier. 2015. O efeito da umidade na seleção do substrato e na construção de armadilhas de funil por larvas de formiga-leão (Neuroptera: Myrmeleontidae). Em: Livro do curso de campo “Ecologia de Campo da Mata Atlântica” (G. Machado; P.I.K.L. Prado & A.M.Z. Martini, eds.). Universidade de São Paulo, São Paulo.
- 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.
- Gonzaga, M.O.; A.J. Santos & H.F. Japyassu. 2007. Ecologia e comportamento de aranhas. Editora Interciência, Rio de Janeiro.
- Levin, S. A. 2009. The Princeton guide to ecology. Princeton University Press, New Jersey
- Pinotti, B.T.; D.A. Alves; L.E.C. Oliveira & M. Panuti. 2007. Relação entre o tamanho das larvas de formiga-leão (Neuroptera: Myrmeleontidae) e o diâmetro de suas armadilhas em funil: variações ambientais e sucesso de captura de presas. Em: Livro do curso de campo “Ecologia de Campo da Mata Atlântica” (G. Machado; P.I.K.L. Prado & A.A. Oliveira, eds.). Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Scharf, I.; B. Golan & O. Ovadia. 2006. The effect of sand depth, feeding regime, density, and body mass on the foraging behaviour of a pit-building antlion. *Ecological Entomology*, 34:26–33.

Orientação: Eduardo S. Santos