



A defesa química do opilião *Serracutisoma proximum* (Arachnida: Opiliones) é eficiente contra a predação por aranhas?

Simone Ximenez, Erika Santana, Luciano Fabris Sgarbi & Mariana Vidal

RESUMO: Defesas químicas ocorrem em diversos grupos animais, sendo comuns em opiliões. Neste estudo, testamos se as benzoquinonas secretadas pelo opilião *Serracutisoma proximum* são eficazes na defesa contra a aranha *Trechaleoides biocellata*. Como nosso objetivo era testar o potencial defensivo da secreção e evitar outros mecanismos de defesa, usamos grilos como presa-modelo em um bioensaio. Após o ataque ao grilo, expusemos as aranhas à secreção ou à água e monitoramos seu comportamento por 3 min. As benzoquinonas provocam uma reação adversa nas aranhas e um terço delas abandonou a presa após a exposição à secreção. A eficiência da secreção liberada por *S. proximum* é comparada com resultados prévios obtidos para uma espécie próxima de opilião. Diferenças nos padrões encontrados são discutidas em termos da condição corporal das aranhas e dos opiliões.

PALAVRAS-CHAVE: bioensaio, benzoquinonas, estratégias de defesa, *Trechaleoides biocellata*

INTRODUÇÃO

De forma geral, as estratégias de defesa em animais podem ser classificadas como primárias e secundárias (Edmunds, 1974). Defesas primárias são aquelas que se manifestam mesmo na ausência de predadores, enquanto defesas secundárias são aquelas desencadeadas como resposta ao ataque de um predador (Edmunds, 1974). Normalmente, o último recurso de defesa que o animal apresenta frente a um predador é uma defesa secundária conhecida como retaliação. A retaliação pode ser realizada por estruturas morfológicas (como espinhos, dentes ou garras), por substâncias químicas ou por uma combinação de ambas (Edmunds, 1974). Em muitas espécies, a defesa química é conferida por substâncias armazenadas em glândulas e ejetadas quando o indivíduo é atacado pelo predador. Nesses casos, o predador pode sofrer os efeitos causados pela substância química antes de consumir a presa podendo, eventualmente, desistir do ataque (Edmunds, 1974).

Os opiliões são caracterizados por possuírem um par de glândulas exócrinas localizadas nas margens laterofrontais do prossoma, as quais produzem compostos voláteis usados na defesa contra predadores (Gnaspini & Hara, 2007). A natureza química desses compostos varia entre grupos de opiliões, podendo ser benzoquinonas, fenóis, cetonas, alcoóis e terpenóides (Gnaspini & Hara, 2007). Os compostos químicos liberados pelos opiliões possuem cheiro forte e desagradável, podendo causar irritação

ou, até mesmo, efeito letal em alguns predadores (Eisner & Meinwald, 1995).

Serracutisoma proximum (Gonyleptidae: Goniosomatinae) é um opilião de hábito noturno, comumente encontrado em rochas de córregos e riachos. Indivíduos dessa espécie secretam duas benzoquinonas como forma de defesa, 2,3-dimetil-1,4-benzoquinona e 2-etil-3-metil-1,4-benzoquinona (Rocha *et al.*, 2011). Já foi demonstrado experimentalmente que essas duas substâncias são secretadas pelo opilião *Acutisoma longipes* (Gonyleptidae: Goniosomatinae) e são eficientes na defesa contra predadores como sapos, formigas e aranhas (Machado *et al.*, 2005). Dado que indivíduos de *S. proximum* ocorrem sintopicamente com aranhas de grande porte, como *Trechaleoides biocellata* (Trechaleidae), o presente estudo teve como objetivo testar se as benzoquinonas liberadas por *S. proximum* também são eficientes na defesa contra aranhas.

MATERIAL & MÉTODOS

Coleta e manutenção dos indivíduos

Coletamos indivíduos de *S. proximum* (n = 15), de *T. biocellata* (n = 30) e de uma espécie não determinada de grilo (n = 30) em um riacho localizado na Estação Ecológica Juréia-Itatins (24°32'S; 47°15'O), município de Peruíbe, litoral sul do estado

de São Paulo. Realizamos as coletas durante uma noite no mês de julho de 2011. Mantivemos os indivíduos de todas as espécies coletadas individualmente (com exceção dos grilos) em recipientes com algodão umedecido para a manutenção da umidade. Conduzimos os experimentos em laboratório no dia seguinte ao dia da coleta, das 08:00 às 11:00 h, em uma sala mantida escura para simular o período noturno.

Experimento em laboratório

Para coletar as benzoquinonas dos indivíduos de *S. proximum*, aplicamos uma leve pressão no corpo dos animais, comprimindo-os com o dedo contra a parede interna de um recipiente. Imediatamente após secretada, diluímos a secreção em 0,2 ml de água e recolhemos rapidamente essa solução para evitar a volatilização das benzoquinonas. Logo após a extração da secreção de *S. proximum*, colocamos os indivíduos de *T. biocellata* em recipientes individuais. Diferentes indivíduos de *T. biocellata* foram expostos à secreção diluída (tratamento) ou à água (controle). A secreção retirada de cada opilião foi utilizada em apenas um indivíduo experimental de *T. biocellata*.

Como nosso objetivo foi testar somente o potencial de defesa da secreção e evitar outros possíveis mecanismos de defesa de *S. proximum*, tais como ataque com os pedipalpos ou pinçamento com os espinhos do quarto par de pernas, utilizamos grilos como presa-modelo. A morfoespécie selecionada não possui nenhum tipo de defesa química e, por ser consideravelmente menor que os indivíduos de *T. biocellata* usados no experimento, não são capazes de infligir danos às aranhas.

Oferecemos um grilo vivo a cada indivíduo de *T. biocellata* e começamos a marcar o tempo quando cada aranha atacou o grilo. Nesse momento, pingamos a água ou a secreção diluída sobre as quelíceras de cada indivíduo experimental de *T. biocellata*, de acordo com o grupo a que cada um pertencia. A partir do contato da primeira gota sobre as quelíceras, cronometramos 3 min e, durante este período, monitoramos o comportamento do indivíduo de *T. biocellata*.

Análises estatísticas

Selecionamos três variáveis resposta para descrever o comportamento dos indivíduos de *T. biocellata*: (1) abandono da presa (sim/não) dentro de um intervalo de 3 min; (2) tempo que cada indivíduo de *T. biocellata* levou para abandonar a presa após o estímulo (água ou secreção); (3) comportamento agitado (sim/não), caracterizado pelo deslocamento rápido e contínuo da aranha pelo recipiente experimental e/ou tentativa

de escalar as paredes do recipiente.

Para testar a hipótese de que o contato com a secreção aumenta a probabilidade das aranhas soltarem a presa, calculamos a diferença entre as frequências de abandono da presa nos dois grupos experimentais. Em seguida, construímos um cenário nulo em que todas as aranhas, independentemente do grupo experimental a que elas pertenciam, teriam a mesma chance de soltar a presa. A partir do cenário nulo, os dados de soltura da presa foram permutados 10.000 vezes e o número de valores gerados ao acaso que foram maiores ou iguais ao observado foram divididos pelo número total de permutações para definir a probabilidade da diferença encontrada ocorrer sob a hipótese nula. Realizamos o mesmo procedimento para comparar a frequência de ocorrência de o comportamento agitado nos dois grupos experimentais.

RESULTADOS

De um total de 15 indivíduos que receberam o tratamento com benzoquinonas, seis abandonaram a presa, enquanto, no controle, nenhum dos 15 indivíduos abandonou a presa. Essa diferença entre os grupos experimentais foi raramente reproduzida pelo modelo nulo ($p < 0,01$), indicando que as benzoquinonas fazem com que a aranha abandone sua presa. Dos seis indivíduos de *T. biocellata* que receberam o tratamento com benzoquinonas e abandonaram a presa, dois soltaram a presa entre 3,7 e 4 s após a exposição à secreção, e quatro soltaram a presa no intervalo de 120 a 156 s após a exposição à secreção. Todos os indivíduos do grupo exposto às benzoquinonas exibiram comportamento agitado, enquanto que, no controle, esse comportamento foi registrado em apenas um indivíduo ($p < 0,01$).

DISCUSSÃO

Neste estudo, demonstramos que as benzoquinonas secretadas por *S. proximum* provocam uma reação adversa nos indivíduos de *T. biocellata*, pois todos os indivíduos expostos à secreção exibiram comportamento agitado. Entretanto, 40% das aranhas expostas à secreção abandonaram a presa no período monitorado. Um experimento similar que também utilizou *T. biocellata* como predador-modelo (Machado *et al.*, 2005), demonstrou que mais de 50% das aranhas estimuladas com a secreção de *Acutisoma longipes* abandonaram a presa após o estímulo. Dado que a secreção produzida pelas duas espécies de opilião é a mesma e o predador-modelo também, o que poderia explicar a diferença na

requência de abandono das presas?

A diferença encontrada entre nosso trabalho e o de Machado *et al.* (2005) pode estar relacionada com a diferença na época do ano em que os experimentos foram realizados. Machado *et al.* (2005) realizaram o experimento no verão, período em que há maior abundância de alimento, enquanto este estudo foi realizado no inverno. Geralmente, a atividade dos insetos é dependente da temperatura do ambiente (Matis *et al.*, 1994) e, nas épocas mais frias do ano, a atividade de várias espécies pode ser severamente reduzida (Schowalter, 2006). No litoral sul do estado de São Paulo, a sazonalidade climática é bem marcada e tanto a temperatura quanto a umidade diminuem nos meses de inverno (Tarifa, 2004). É possível que a baixa disponibilidade de presas tenha um efeito negativo tanto na condição corporal dos indivíduos de *T. biocellata* quanto nos de *S. proximum*. Nas épocas mais frias, o gasto energético das aranhas na busca por alimento deve ser maior, dada a escassez de alimento. Logo, uma vez capturada a presa, a aranha relutaria em abandoná-la, dado o investimento energético dispendido na captura e a má condição corporal dos indivíduos. A escassez de alimento também pode diminuir a quantidade de secreção de *S. proximum*, levando a uma menor eficiência da defesa química nos indivíduos.

Dado que a disponibilidade de alimento pode interferir na relação custo/benefício de captura das presas pelas aranhas e de produção de secreção pelos opiliões, uma abordagem experimental poderia avaliar a relação entre a quantidade de alimento e o comportamento dos organismos envolvidos na interação. Trabalhos futuros poderiam testar a hipótese de que aranhas famintas seriam menos propensas do que aranhas bem alimentadas a soltar presas quando submetidas a quantidades padronizadas de secreção. Outra hipótese a ser testada é de que opiliões melhor alimentados produziram mais secreção que opiliões famintos.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao professor Luiz Ernesto Costa-Shimidt pela orientação, ao professor Glauco pelas discussões, dicas e revisões sempre pertinentes e ao grupo “Aposemáticos” pela empolgante ajuda em campo.

REFERÊNCIAS

Edmunds, M. 1974. *Defence in animals*. Longman Group Limited, Great Britain.

Eisner, T. & J. Meinwald. 1995. *Chemical ecology: the chemistry of biotic interaction*. National Academy Press, Washington.

Gnaspini, P. & M.R. Hara. 2007. Defense mechanisms, pp. 375-399. Em: *Harvestmen: the biology of Opiliones* (R. Pinto-da-Rocha, G. Machado & G. Giribet, eds.). Harvard University Press, Massachusetts.

Machado, G.; P.C. Carrera; A.M. Pomini & A.J. Marsaioli. 2005. Chemical defense in harvestmen (Arachnida, Opiliones): do benzoquinone secretions deter invertebrate and vertebrate predators? *Journal of Chemical Ecology*, 31:2519-2539.

Matis, J.H.; T.R. Kiffe & G.W. Otis. 1994. Use of birth-death-migration processes for describing the spread of insect populations. *Environmental Entomology*, 23:18-28.

Rocha, D.F.O.; K. Hamilton; C.C.S. Gonçalves; G. Machado & A.J. Marsaioli. 2011. 6-Alkyl-3,4-dihydro-2H-pyrans: Chemical secretion compounds in neotropical harvestmen. *Journal of Natural Products*, no prelo.

Schowalter, T.D. 2006. *Insect ecology: an ecosystem approach*. Elsevier, Burlington.

Tarifa, J.R. 2004. Unidades climáticas dos maciços litorâneos da Juréia-Itatins, pp. 42-50. Em: *Estação Ecológica Juréia-Itatins. Ambiente físico, flora e fauna* (O.A.V. Marques & W. Duleba, eds.). Editora Holos, Ribeirão Preto.

Orientador: Luiz Ernesto Costa-Shimidt