



# Seleção de sítios de oviposição por insetos galhadores em folhas de plantas halófitas de manguezal

Aymam Figueiredo, Danilo Mori, Gabriela Marin & Luísa Novara

**RESUMO:** Organismos não utilizam o habitat de forma aleatória, mas escolhem locais que oferecem melhores recursos. Insetos galhadores selecionam sítios para oviposição de acordo com a qualidade do tecido foliar. Em plantas de ambientes mais salinos, os reajustes osmóticos para obtenção de água fazem com que a qualidade do tecido foliar diminua. Nosso objetivo foi compreender como a salinidade influencia a seleção de locais para oviposição por insetos galhadores. Delimitamos uma parcela próxima e outra distante do mar e coletamos todas as folhas galhadas de *Laguncularia racemosa*. Calculamos a diferença das médias e dos desvios padrão da distância entre as galhas e a nervura central das folhas. No ambiente mais salino, as galhas estavam mais próximas e menos dispersas em relação à nervura central. Concluímos que a salinidade influencia a oviposição de insetos galhadores de modo que, em ambientes mais salinos, a disputa pelos recursos disponíveis nas folhas deve ser maior.

**PALAVRAS-CHAVE:** condições ambientais, disponibilidade de recurso, estrutura foliar, galhas, *Laguncularia racemosa*.

## INTRODUÇÃO

Organismos selecionam os locais em que irão viver ou conduzir atividades específicas do seu ciclo de vida por meio de pistas ambientais que indicam a qualidade relativa de diferentes porções do habitat (Stamps, 2009). A escolha desses locais com melhores condições ou recursos para o desenvolvimento dos organismos aumenta sua probabilidade de sobrevivência e sucesso reprodutivo (Stamps, 2009). Insetos fitófagos, por exemplo, selecionam o habitat para sua prole escolhendo os sítios de oviposição das larvas no hospedeiro de acordo com a disponibilidade de recursos (Shorthouse & Rohfritsch, 1992).

Insetos galhadores são insetos fitófagos que ovipositam nos órgãos das plantas (hospedeiro), onde ocorre o desenvolvimento de larvas que se alimentam dos nutrientes presentes nas células vegetais (Dreger-Jauffret & Shorthouse, 1992). Depois da oviposição, a perfuração do tecido pelo galhador ou a presença das larvas induzem quimicamente a proliferação e o aumento em tamanho das células parenquimáticas da região, formando as estruturas chamadas de galhas (Schick & Dahlsten, 2003). Em galhas de folha, as regiões que apresentam maior fluxo de nutrientes, nos locais mais próximos de células condutoras de xilema e floema como as porções adjacentes à nervura central, geralmente são as áreas mais escolhidas para oviposição. Isso acontece porque nessa região a abundância de recursos melhor viabiliza a multiplicação celular

e o crescimento dos tecidos vegetais necessários para formar a galha (Schoonhoven et al., 2005). Considerando que as larvas de insetos galhadores são sésseis, seu desenvolvimento depende diretamente da qualidade dos recursos disponíveis no local onde ocorre a oviposição. Assim, os insetos parentais devem refinar seus critérios de seleção de sítios de oviposição na planta hospedeira em regiões onde há heterogeneidade de recursos para o desenvolvimento das larvas. Essa seleção de sítios para oviposição dentro da folha pode gerar um maior sucesso reprodutivo, já que habitats com melhores recursos aumentam a aptidão da prole.

O sucesso reprodutivo dos galhadores, porém, também é dependente dos recursos disponíveis no hospedeiro. Diferentes condições ambientais que afetam a homeostase e o estado fisiológico das plantas hospedeiras podem alterar a qualidade do recurso disponível para insetos galhadores em toda a planta, inclusive nas folhas. Em ambientes salinos, a concentração elevada de sais no solo dificulta a absorção de água pelas raízes dos vegetais (Taiz & Zeiger, 2006). Plantas halófitas crescem nesses ambientes, porém precisam realizar ajustes osmóticos para obtenção de água, e para isso sintetizam compostos carbonados específicos e os alocam para a folha. Esse mecanismo é necessário para manter o gradiente de potencial osmótico da planta e assim permitir que a captação de água aconteça de maneira passiva. Os compostos carbonados alocados

para a folha são custosos energeticamente, o que reduz o investimento da planta em nutrientes (Taiz & Zeiger, 2006).

O objetivo deste estudo foi compreender como condições ambientais que afetam fisiologicamente plantas hospedeiras podem afetar o comportamento de seleção de hábitat para oviposição por organismos galhadores. Para isso, usamos como modelo galhas que ocorrem na planta *Laguncularia racemosa*, que habitam áreas de manguezal. Dado que há heterogeneidade de recursos no espaço disponível para oviposição de insetos galhadores, que insetos galhadores possuem estimativas da qualidade relativa dos micro-hábitats disponíveis, que a qualidade dos recursos para insetos galhadores é maior próxima à nervura central das folhas e que a salinidade reduz a disponibilidade de recursos para insetos galhadores nas folhas, nossa hipótese é que insetos galhadores ajustam seu comportamento de oviposição de acordo com a salinidade do ambiente em que a planta hospedeira ocorre. Sendo assim, nossa previsão é que as galhas das folhas do ambiente mais salino estarão mais próximas à nervura central do que as galhas das folhas do ambiente menos salino.

## MATERIAL & MÉTODOS

### COLETA DE DADOS

Realizamos o estudo em uma área de manguezal dentro da Reserva de Desenvolvimento Sustentável da Barra de Una, litoral sul do estado de São Paulo. Essa área está localizada na desembocadura do rio com o mar e possui diferenças de salinidade, onde o ambiente é mais salino próximo à desembocadura. A amostragem foi feita em uma parcela próxima à desembocadura (50 m do mar) e em outra 500 m rio adentro.

Nossos modelos de estudo foram as galhas ovipostas por insetos da família Cecydomyiidae (Diptera) em folhas de *Laguncularia racemosa* (hospedeiro). Esses insetos possuem dois principais estágios de vida (larva e adulto). O estágio adulto é breve e alado, e os indivíduos não voam bem (Resh & Cardé, 2003). Em cada ambiente (próximo e distante do mar), estabelecemos uma parcela de 10 x 10 m e coletamos todas as folhas galhadas de *Laguncularia racemosa* dentro de cada parcela. Utilizamos apenas as folhas que continham mais de uma galha, que estavam na altura máxima do alcance do braço (2,10 m) e que não apresentavam sinais de perda foliar devido à ação de outros herbívoros. No total, obtivemos 125 folhas na parcela distante do mar e 91 folhas na parcela próxima ao mar. Medimos a distância de cada galha até a nervura central da folha para todas as galhas de todas as folhas. Para testar se as galhas estariam mais

próximas à nervura central da folha, calculamos a média e o desvio padrão das distâncias da galha até a nervura central para cada folha.

### ANÁLISE DE DADOS

Para testar nossas previsões de que em ambientes mais próximos do mar, a média e o desvio padrão das distâncias das galhas até a nervura central seriam menores que em ambientes mais distante do mar, comparamos as médias das variáveis entre as folhas coletadas nas duas parcelas. Para os dois casos, a estatística de interesse foi a diferença entre as médias das variáveis (média e desvio padrão das distâncias das galhas até a nervura central) de cada parcela. Geramos um cenário nulo no qual a distribuição das galhas nas folhas não difere entre os dois ambientes, ou seja, permutamos 10.000 vezes os valores observados para cada folha entre os ambientes e recalculamos a estatística de interesse em cada permutação. Calculamos quantas vezes as estatísticas de interesse obtidas nas permutações tiveram valores maiores do que a estatística de interesse observada e, caso essa proporção fosse menor do que 5%, a hipótese nula era rejeitada.

## RESULTADOS

No ambiente distante do mar, a média das distâncias das galhas para a nervura central (6,40 cm) foi 30% maior do que no ambiente próximo ao mar (5,39 cm). A média do desvio padrão das distâncias das galhas para a nervura central foi duas vezes maior no ambiente distante do mar em relação ao ambiente próximo ao mar ( $p < 0,001$ ) (Figura 1a,b).

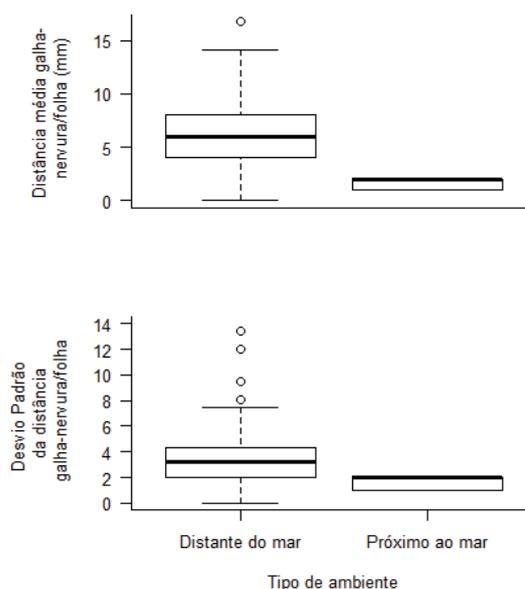


Figura 1. (a) Média das distâncias das galhas até a nervura central e (b) desvio padrão da distância das galhas até a nervura central de folhas de *Laguncularia racemosa* em áreas de manguezal distante do mar ( $n = 125$ ) e próximo ao mar ( $n = 91$ ). As linhas mais espessas representam as medianas, as caixas são delimitadas pelos segundo e terceiro quartil, as linhas tracejadas representam os valores máximos e mínimos e os círculos representam os pontos extremos.

## DISCUSSÃO

Encontramos que no ambiente com maior salinidade as galhas estavam mais próximas e apresentaram menor dispersão em relação à nervura central. Esses resultados estão de acordo com o esperado para o cenário de seleção de sítios de oviposição dentro da folha, no qual há uma ordem da qualidade nesses sítios de oviposição. Nossos resultados são coerentes com a hipótese de que: (i) o sítio próximo à nervura central da folha no ambiente menos salino tem qualidade mais alta, (ii) a borda da folha do ambiente menos salino e a área próxima à nervura central do ambiente mais salino tem qualidade intermediária e, por último, (iii) o local próximo à borda da folha do ambiente mais salino tem a qualidade mais baixa. Observamos em campo que em ambos os ambientes havia grande quantidade de folhas sem galhas por hospedeiro. No ambiente menos salino, no qual havia galhas também distantes da nervura central, seria esperado que as fêmeas tivessem escolhido as folhas vazias antes de ovipor distante das nervuras centrais, garantindo a melhor qualidade disponível no ambiente. Seria esperado, portanto, um padrão de poucas galhas concentradas próximas à nervura, pois ainda há habitat disponível.

Considerando que o inseto que ovipõe em *Laguncularia racemosa* é bem pequeno e não voa bem (Resh & Cardé, 2003), tanto o processo de oviposição quanto o deslocamento para outra folha devem ser custosos para as fêmeas. Assim, quando a fêmea ovipõe em todos os sítios disponíveis próximos à nervura central da folha, ela se depara com a escolha de colocar os ovos restantes na periferia da mesma folha ou gastar energia e correr o risco de ser levada pelo vento ou predada buscando a nervura central de outras folhas. Essa busca por outra folha pode gerar os prejuízos citados, porém, no ambiente mais salino, essa procura pode ser vantajosa, já que a qualidade de recursos nas bordas da folha é muito baixa. Nesse caso, esperaríamos encontrar uma maior proporção de folhas galhadas com menos galhas por folhas e galhas mais próximas à nervura central no ambiente mais salino do que no ambiente menos salino. Também, dentro desse cenário, esperaríamos que só houvesse galhas distantes da nervura quando o entorno da nervura já estivesse todo ocupado.

Concluimos que a salinidade influencia o comportamento de oviposição de insetos galhadores, de modo que, em ambientes mais salinos, as galhas se concentram nas regiões mais próximas da nervura

central. Estudos futuros podem determinar implicações desse padrão de agregação das galhas como, por exemplo, determinar se a proporção de folhas galhadas por hospedeiro é maior no ambiente salino com menores distâncias até a nervura central e menor número de galhas por folha.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Laura pela orientação e ao Tiago pela grande ajuda em campo. Agradecemos também ao Antonio Gallo e ao Diogo.

## REFERÊNCIAS

- Dreger-Jauffret, F. & J.D. Shorthouse. 1992. Diversity of gall-inducing insects and their galls. *Biology of insect-induced galls*. Oxford University Press, Oxford.
- Gotelli, J.N. 2008. *Ecologia*. Editora Planta, Curitiba.
- Levin, S.A. 2009. *The Princeton guide to ecology*. Princeton University Press, Princeton.
- Martins, T.K.; M.M. Pires; A.S. Lima; H.B. Cavalleri & T.B. Vieira. 2010. Uso de sinais químicos por *Doris verrucosa* (Mollusca: Nudibranchia) para seleção de locais para oviposição. 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.
- Resh, V.H. & R.T. Cardé. 2003. *Encyclopedia of insects*. Academic Press, Hong Kong.
- Prado, A. 2013. Seleção de sítios de oviposição por um inseto sugador em resposta à herbivoria e à idade da planta hospedeira. 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.
- Schick, K.N. & D.L. Dahlsten. 2003. Gall making and Insects. *Encyclopedia of Insects*. Elsevier Science, Orlando.
- Schoonhoven, L.M.; J.J.A. van Loon & M. Dicke. 2005. *Insect-plant biology*. Oxford University Press, Oxford.
- Shorthouse, J.D. & O. Rohfritsch. 1992. *Biology of insect-induced galls*. Oxford University Press, Princeton.
- Schulze, E.D.; E. Beck, & K. Muller-Hohentstein. 2002. *Plant ecology*. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.

Sendoya, S.F.; A.V.L. Freitas. & P.S. Oliveira. 2009. Egg-laying butterflies distinguish predaceous ants by sight. *The American Naturalist*, 134:214-225.

Stamps, J. 2009. *The Princeton Guide of ecology*. Princeton University Press, Princeton.

Taiz, L. & Zeiger, E. 2006. *Fisiologia vegetal*. Editora Artmed, Porto Alegre.

Orientação: Laura Leal