



FACILITAÇÃO INDIRETA POR LEPIDOPTEROS ENROLADORES DE FOLHAS SOBRE ABUNDÂNCIA E DIVERSIDADE DE ARTRÓPODES

Camila Vieira¹

Gustavo Quevedo Romero¹

1.Depto de Zoologia e Botânica, IBILCE, Universidade Estadual Paulista (UNESP) CEP 15054 - 000, São José do Rio Preto, São Paulo, Brasil.
kk.vieira@uol.com.br

INTRODUÇÃO

Organismos denominados engenheiros dos ecossistemas são seres que controlam direta ou indiretamente a disponibilidade de recursos para outros indivíduos por meio de transformações físicas nos componentes abióticos ou bióticos (Jones *et al.*, 1994, 1997). A transformação física pode ter um efeito ecológico negativo ou positivo para outras espécies que vivem no ambiente não modificado ou no novo ambiente que foi criado por meio de processos de facilitação ou inibição (Jones *et al.*, 1997, Martinsen *et al.*, 2000). Os impactos dos engenheiros dos ecossistemas na abundância e riqueza de outras espécies variam desde o aumento da diversidade até a eliminação de espécies residentes (Martinsen *et al.*, 2000). Uma das principais hipóteses desenvolvidas para explicar relações positivas entre riqueza em espécies e o funcionamento dos ecossistemas é a teoria da facilitação, que reporta os efeitos positivos exercidos por algumas espécies sobre o papel desempenhado por outras espécies (Woodcock *et al.*, 2007).

Estudos estimam que pelo menos 18 famílias de lepidópteras podem ser consideradas engenheiras dos ecossistemas, uma vez que constroem abrigos foliares de inúmeras formas em plantas (e.g., forma de cilindro, cordão, funil, teia e tenda) e a construção desses refúgios foliares proporciona uma ocupação secundária para muitas espécies de artrópodes após o abandono do construtor (Lill & Marquis 2007). Os abrigos foliares construídos por larvas de lepidóptera podem aumentar a heterogeneidade do ambiente e fornecer nova estrutura física para diversas espécies de artrópodes. Conseqüentemente, tais engenheiros podem exercer efeito positivo na comunidade desses artrópodes (Fukui 2001, Nakamura & Ohgushi 2003).

OBJETIVOS

Esse estudo teve como objetivo testar por meio de amostra-

gens e experimentos de manipulação em campo se transformações físicas (e.g., abrigos foliares) causadas por lepidópteras influenciam na abundância e riqueza da comunidade de artrópodes. Verificamos se os abrigos foliares construídos em *Croton floribundus* (Euphorbiaceae) são colonizados por artrópodes, se há diferença na abundância e riqueza total de artrópodes em abrigos com diferentes arquiteturas, bem como na planta como um todo.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo e organismo

O experimento em campo foi realizado na Reserva Biológica da Serra do Japi (23°11'S, 46°52'W), situada a oeste do Planalto Atlântico, próximo ao município de Jundiá, SP. A vegetação é formada por floresta mesófila semidecídua de altitude. A área de estudo apresenta denso estrato arbóreo com grupos arbustivos dominantes do gênero *Croton* e elementos provenientes de Mata Atlântica (Leitão - Filho 1992).

A espécie de planta utilizada no experimento foi *Croton floribundus* (Euphorbiaceae); esta espécie não apresenta nectários extraflorais e distribui-se nas margens das florestas. Larvas da subfamília Charaxinae (Lepidoptera) enrolam folhas de *C. floribundus*, podendo representar maior diversidade e quantidade de abrigos para artrópodes.

Observações naturalísticas sobre os habitantes de folhas enroladas

Foram feitas coletas de folhas enroladas e expandidas de 64 indivíduos de *C. floribundus* com altura entre 1 e 2,5m, escolhidas aleatoriamente ao longo de uma trilha. Em cada planta coletou-se uma folha enrolada por lagarta (i.e., cartuchos naturais) e uma folha não alterada (expandida), de forma a constituir um bloco; portanto, uma única planta teve ambos os tratamentos. Estas amostragens foram feitas entre agosto e outubro de 2008, períodos de ocorrência das

larvas de Charaxinae. Todos os artrópodes foram coletados dessas folhas e identificados até nível de família e então morfoespeciados para serem avaliados quanto à abundância e riqueza de cada grupo taxonômico.

Experimento: Efeito dos engenheiros dos ecossistemas na abundância e riqueza de artrópodes.

Aqui construímos cartuchos artificiais similares aos feitos por larvas de Charaxinae para avaliar o efeito das engenheiras na taxa de colonização de artrópodes em plantas de *C. floribundus* ($n = 60$). Seguindo desenho sistemático, cada planta recebeu um dos tratamentos descritos a seguir: (1) folhas inalteradas, expandidas (controle; $n=15$), (2) folhas enroladas inteiramente formando um cilindro com calibre de 0,5 cm de diâmetro ($n=15$), (3) folhas enroladas inteiramente formando um cilindro com calibre de 1,5cm de diâmetro ($n=15$) e (4) folhas enroladas inteiramente para formar um cone com uma abertura maior que 1,5 cm de diâmetro e uma abertura menor que 0,5 cm de diâmetro ($n=15$). Todos estes tipos de arquitetura de abrigo são encontrados em campo. As plantas foram selecionadas aleatoriamente ao longo de um transecto, com altura variando entre 1 e 2,5 m, As folhas foram enroladas da região superior para a região inferior, da forma como fazem as larvas engenheiras de algumas espécies registradas na Serra do Japi; foram mantidas enroladas usando - se grampos de material plástico. As plantas controle também receberam a marcação com grampos a fim de anular qualquer efeito do grampo no experimento. As folhas que receberam determinados tratamentos ($n \pm 4$ por planta) foram escolhidas aleatoriamente por sorteio. Apenas folhas novas, expandidas e sem danos aparentes foram selecionadas para a aleatorização. Todas as folhas de cada tratamento foram varridas com pincel largo previamente ao início do experimento para excluir todos os artrópodes ali presentes. A cada 15 dias as folhas enroladas foram abertas para a coleta de artrópodes no seu interior. Os artrópodes foram fixados em álcool a 70% e em laboratório foram identificados e morfoespeciados para serem avaliados quanto à abundância e riqueza de cada grupo taxonômico. Este experimento foi repetido em dois períodos sazonais diferentes, entre maio e junho (período pós chuva) e agosto e outubro (período seco). Em cada um destes períodos foram usados diferentes conjuntos de plantas de *C. floribundus*. Além disso, a cada 15 dias, foram realizadas inspeções visuais e coletas manuais de todos os artrópodes em caule e demais folhas de cada planta experimental para comparações de abundância e riqueza total de artrópodes sobre toda a planta. As variáveis - resposta para a planta toda foram ponderadas pela biomassa da planta, estimada com de métodos não destrutivos por meio de regressões lineares obtidas com plantas coletadas antes do experimento ($n=20$). As variáveis - resposta para os tratamentos (i.e., cartuchos artificiais e controle) foram ponderadas pelo número de folhas coletadas. Os dados referentes a riqueza, abundância total de artrópodes dos experimentos foram comparadas usando ANOVA de medidas repetidas, em que tratamentos (quatro níveis) e períodos sazonais (dois níveis) tiveram efeito fixo. Quando necessário, os tratamentos foram comparados entre si usando testes a posteriori de Fisher LSD. Análises de Covariância foram utilizadas para os dados observacionais com número de folhas como co - variável. Os

dados que não apresentaram homogeneidade das variâncias foram transformados em log (Zar 1996).

RESULTADOS

Observações naturalísticas sobre os habitantes de folhas enroladas

Os exemplares de artrópodes encontrados nos cartuchos naturais pertencem às ordens Homoptera, Araneae, Psocoptera, Thysanoptera, Hemiptera, Diptera, Coleoptera, Lepidoptera, Hymenoptera, e Collembola. O número de artrópodes por folha variou entre os tipos de folha e foi maior em folhas enroladas por Lepidoptera do que em folhas expandidas ($F_{1,130}=30.2$; $P < 0.001$); A riqueza de artrópodes por folha também foi maior nos abrigos foliares comparado as folhas expandidas ($F_{1,130}= 73.65$, $P < 0.001$). Os artrópodes encontrados na planta toda e nos cartuchos artificiais manipulados experimentalmente pertencem às ordens Homoptera, Araneae, Psocoptera, Thysanoptera, Hemiptera, Diptera, Coleoptera, Lepidoptera, Ensifera, Hymenoptera, Blattodea e Collembola. No período de experimentação, entre maio e junho de 2008 (período pós - chuva), a abundância de artrópodes presentes na planta toda, diferiu entre os tratamentos ($F_{3,56}= 7,54$; $P < 0,001$) e foi maior em plantas com abrigos foliares quando comparado a plantas controle (comparação pareada; controle vs. cilindro de menor diâmetro: $P= 0,001$; controle vs. cilindro de maior diâmetro: $P < 0,001$; controle vs. funil: $P=0,006$). A riqueza de artrópodes colonizadores da planta hospedeira foi afetada pela modificação foliar ($F_{3,56}= 14,62$, $P < 0,001$); plantas com abrigos foliares manipulados apresentaram mais espécies de artrópodes quando comparados com plantas controle (comparação pareada; controle vs. cilindro de menor diâmetro: $P=0,001$; controle vs. cilindro de maior diâmetro: $P < 0,001$; controle vs. funil: $P < 0,001$). A abundância de artrópodes por unidade foliar diferiu entre cartuchos artificiais e folhas controle ($F_{2,3}= 10,16$; $P < 0,001$) e foi favorecida pela presença dos cartuchos (comparação pareada; controle vs.. cilindro de menor diâmetro: $P < 0,001$; controle vs. cilindro de maior diâmetro: $P < 0,001$; controle vs. funil: $P=0,001$). A riqueza de artrópodes por unidade foliar também diferiu entre as arquiteturas ($F_{3,56}= 29,55$; $P < 0,001$), abrigos foliares favoreceram a ocorrência de espécies (comparação pareada; controle vs. cilindro de menor diâmetro: $P < 0,001$; controle vs. cilindro de maior diâmetro: $P < 0,001$; controle vs. funil: $P < 0,001$). Do mesmo modo, no período entre agosto e outubro (período seco), a abundância de artrópodes presentes nas plantas por biomassa foi significativamente distinta entre plantas com diferentes manipulações foliares ($F_{3,56}= 6,06$; $P=0,001$) e foi maior em plantas com arquitetura foliar modificada quando comparado a plantas com folhas controle (comparação pareada; controle vs. cilindro de menor diâmetro: $P < 0,001$; controle vs. cilindro de maior diâmetro: $P=0,030$; controle vs. funil: $P=0,012$). Assim, como no período anterior, plantas com diferentes tratamentos apresentaram diferença com relação a riqueza de artrópodes ($F_{3,56}= 9,30$; $p < 0,001$); cartuchos foliares apresentam mais espécies de artrópodes colonizadores quando

comparados a folhas controle (comparação pareada; controle vs. cilindro de menor diâmetro: $P < 0,001$; controle vs. cilindro de maior diâmetro: $P < 0,001$; controle vs. funil: $P = 0,001$). Adicionalmente, a abundância de artrópodes por unidade foliar também foi distinta ($F_{2,3} = 8,96$; $P < 0,001$) e foi maior em folhas com arquitetura modificada quando comparado a folhas controle (comparação pareada; controle vs. cilindro de menor diâmetro: $P < 0,001$; controle vs. cilindro de maior diâmetro: $P < 0,001$; controle vs. funil: $P < 0,001$). A riqueza de artrópodes por unidade foliar variou entre as arquiteturas ($F_{3,56} = 13,48$; $P < 0,001$); os cartuchos artificiais apresentaram mais espécies que folhas expandidas (comparação pareada; controle vs. cilindro de menor diâmetro: $P < 0,001$; controle vs. cilindro de maior diâmetro: $P < 0,001$; controle vs. funil: $P < 0,001$).

Discussão

Nossos resultados demonstram claramente o efeito indireto positivo das lagartas de lepidópteras na abundância e riqueza dos artrópodes colonizadores de abrigos foliares e da planta hospedeira; Fato evidenciado tanto para cartuchos naturais quanto para os artificiais nas manipulações experimentais. Estudos já reportam que abrigos foliares fornecem uma grande variedade de potenciais benefícios para seus ocupantes, podendo influenciar indiretamente tanto nas interações desses artrópodes com a planta hospedeira, interações com outros herbívoros, como interações com um terceiro nível trófico (e.g. predadores, patógenos e parasitóides) (Marquis & Lill 2006). Entretanto, nosso estudo é um dos primeiros a mostrar que a diversidade de habitat provocado por larvas de Lepidoptera facilita ocorrência de artrópodes, tanto nos abrigos foliares como na planta hospedeira por inteiro. Estudos sugerem que os efeitos das interações indiretas na comunidade de outros organismos podem até mesmo exceder os efeitos das interações diretas (Martinsen *et al.*, 2000). Os abrigos foliares abandonados pela lagarta construtora são comuns em florestas naturais e podem permanecer até por mais de um ano na natureza, influenciando indiretamente comunidades coespecíficas e heteroespecíficas (Cappuccino & Martin 1994). Esses abrigos podem também favorecer até mesmo outras lagartas de lepidópteras da mesma espécie da construtora primária. As lagartas secundárias têm a chance de ocupar o cartucho foliar sem ter o custo energético e temporal de construir seu próprio abrigo; Assim, reduz o potencial risco de predação durante sua exposição no período de construção e podem investir mais acentuadamente em outras atividades (e.g., forrageio) (Fukui 2001).

CONCLUSÃO

A estrutura de comunidades dos artrópodes em plantas é fortemente afetada indiretamente por engenheiros dos ecossistemas (i.e, lagartas enroladoras de folhas). Essas lagartas são organismos ubíquos facilitadores de ocorrência de novas

espécies, podendo ser consideradas elementos fundamentais na estruturação de comunidades de artrópodes sobre plantas na região Neotropical.

Agradecimentos

A bolsista Camila Vieira foi financiada pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP, proc. no. 08/52380 - 3); orientador Dr. Gustavo Quevedo Romero foi financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP, proc. no. 04/136585).

REFERÊNCIAS

- Cappuccino, N., Martin, M. 1994. Estimating early - season leaf - tiers of paper birch reduce abundance of mid - summer species. *Ecol Entomol* 19:399 - 401.
- Fukui, A. 2001. Indirect interactions mediated by leaf shelter in animal - plant communities. *Population Ecology* 43: 31 - 40.
- Jones, C. G., Lawton, J. H. & Shachak, M. 1994. Organisms as ecosystem engineers. *Oikos* 69: 373 - 386.
- Jones, C. G., Lawton, J. H. & Shachak, M. 1997. Positive and negative effects of organisms as physical ecosystem engineers. *Ecology* 78: 1946 - 1957.
- Leitão - Filho, H. F. 1992. A flora arbórea da Serra do Japi. In História natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área no Sudeste do Brasil (L.P.C. Morellato, org.). Editora da Unicamp, Campinas. p.40 - 63.
- Lill, J. T., Marquis, R. J., Walker, M. A. & Peterson, L. 2007. Ecological consequences of shelter sharing by leaf - tying caterpillars. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 124: 45 - 53.
- Marquis, R. J. & Lill, J. T. 2006. Effects of arthropods as physical ecosystem engineers on plant - based trophic interaction webs. *Indirect Interaction Webs: Nontrophic Linkages Through Induced Plant Traits* (ed. By T. Ohgushi, P Craig & PW Price) pp. 246 - 274. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Martinsen, G. D., Floate, K. D., Waltz, A. M., Wimp, G. M., Whitham, T. G. 2000. Positive interactions between leafrollers and other arthropods enhance biodiversity on hybrid cottonwoods. *Oecologia* 123: 82 - 89.
- Nakamura, M. & Ohgushi, T. 2003. Positive e negative effects of leaf shelters on herbivorous insects: linking multiple herbivores on a willow. *Oecologia* 136:445 - 449.
- Woodcock, B. A., Potts, S. G., Westbury, D. B., Ramsay, A. J., Lambert, M., Harris, S. J. & Brown, V. K. 2007. The importance of sward architectural complexity in structuring predatory and phytophagous invertebrate assemblages. *Ecological Entomology* 32: 302 - 311.
- Zar, J. H. 1996. *Biostatistical analysis*. Third edition. Prentice - Hall International Editions, New Jersey.