



EFEITO DA SUCESSÃO SECUNDÁRIA SOBRE A FAUNA DE INSETOS HERBÍVOROS ASSOCIADA AO DOSSEL DE UMA FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL EM DIFERENTES ESCALAS ESPACIAIS NO NORTE DE MINAS GERAIS, BRASIL.

F.S. Neves

M.M. Espírito Santo; M. Fagundes; G.W. Fernandes

1. Departamento de Biologia Geral, Universidade Estadual de Montes Claros, Montes Claros - Minas Gerais, Brasil, Campus Darcy Ribeiro, 39401 - 089.
2. Ecologia Evolutiva & Biodiversidade/Departamento de Biologia Geral, CP 486, Instituto de Ciências Biológicas/Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte Minas Gerais, Brasil.
frederico.neves@unimontes.br

INTRODUÇÃO

A perda de habitats por modificações antrópicas é o principal fator responsável pela diminuição da diversidade biológica nas últimas décadas (Reid *et al.*, 005). A cada ano, aproximadamente seis milhões de hectares de florestas tropicais são cortados (Whitmore, 1997) o que aumenta a pressão antrópica sobre a conservação de ambientes tropicais. As florestas estacionais decíduais (FEDs) representam 42% dos habitats tropicais (Murphy & Lugo, 1986) e são áreas de grande importância para a manutenção da biodiversidade (Janzen, 1988).

As FEDs são formações que ocorrem em solos mais ricos em nutrientes se comparados aos do cerrado (Neves *et al.*, 009), o que favorece uma elevada pressão antrópica nas regiões inseridas na transição entre o Cerrado e a Caatinga. Nestas regiões, ocorre a perda de áreas naturais decorrente à derrubada de florestas nativas, ocupação das cidades e retirada de madeira para produção de lenha e construção civil (Quesada & Stoner, 2004;), provocando a fragmentação das florestas e perda de habitat (Arroyo - Mora *et al.*, 005; Wright *et al.*, 007). Por esse motivo, as FEDs são consideradas um dos ecossistemas tropicais mais ameaçados do planeta (Janzen, 1986; Quesada & Stoner, 2004, Espírito - Santo *et al.*, 009). No norte do estado de Minas Gerais, essas florestas são encontradas em distintos estágios de regeneração, desde áreas abandonadas após o uso como pastagens a áreas relativamente pouco perturbadas, o que torna essa região uma área ideal para se conhecer o efeito da sucessão secundária sobre os organismos associados.

A regeneração natural de ecossistemas florestais, após o uso e abandono da terra pelo homem, ocorre através da sucessão ecológica secundária. Este processo pode se apresentar de diferentes formas de acordo com os tipos florestais. Praticamente todo o conhecimento sobre sucessão em ambientes

tropicais foi obtido a partir de estudos em florestas úmidas e, este pode não ser aplicável em FEDs (Vieira & SCariot 2006). Para comunidade vegetal foi verificada uma mudança na estrutura arbórea com o avanço da sucessão secundária, juntamente com uma modificação gradual da composição de espécies, com uma substituição de espécies presentes no estágio inicial para espécies que ocorrem somente nos estágios de sucessão mais avançados (Madeira *et al.*, 009). A modificação provocada pela sucessão secundária altera a comunidade de insetos, com o aumento da diversidade com o avanço da sucessão Southwood *et al.*, 979, Martinko *et al.*, 006). Em um estudo recente em FEDs foi verificado que insetos pertencentes a distintas guildas alimentares (borboletas, formigas e besouros rola - bosta) respondem de forma diferenciada aos efeitos da sucessão secundária (Neves *et al.*, 008). No entanto, ainda não se conhece os efeitos da sucessão secundária sobre os insetos herbívoros associados ao dossel de florestas tropicais, úmidas ou secas (Lewinsohn *et al.*, 005).

O dossel de uma floresta tropical representa um dos ecossistemas terrestres mais diversos, e ao mesmo tempo pouco conhecido (Lowman & Wittman, 1996; Basset *et al.*, 003), principalmente em florestas estacionais decíduais. Já foi verificado que, nas florestas úmidas, os insetos herbívoros respondem positivamente ao aumento da complexidade do dossel (Novotny *et al.*, 003; Neves 2005). Entretanto, diferentes guildas podem responder peculiarmente e em distintas escalas, pois os organismos diferem quanto a mobilidade, tipo de recurso e a sensibilidade às modificações do habitat (Denno & Roderick, 1991; Godfray & Lawton, 2001; Tschardt & Brandl, 2004).

OBJETIVOS

O presente estudo teve como objetivo testar as seguintes hipóteses, em duas escalas espaciais distintas em uma FED:

- i. com o avanço da sucessão secundária ocorre um aumento da diversidade de insetos herbívoros associados ao dossel;
- ii. o aumento da disponibilidade de recursos provoca um aumento da riqueza e abundância de insetos herbívoros associados ao dossel;
- iii. guildas distintas de insetos herbívoros respondem em escalas diferenciadas às modificações da estrutura e disponibilidade de devido ao avanço da sucessão secundária.

MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Área de Estudo: este estudo foi realizado no final da estação úmida, entre os meses de fevereiro e março de 2007, no Parque Estadual da Mata Seca (PEMS) (14°50'S e 44°00'W), localizado no município de Manga, no norte do estado de Minas Gerais. O parque apresenta uma área de 10.281,44 ha, com predominância da floresta estacional decidual em diferentes estágios de regeneração.

3.2. Desenho amostral: para verificar o efeito da sucessão ecológica secundária foram arbitrariamente selecionadas 293 árvores com um CAP acima de 15 cm, distantes entre si pelo menos dez metros, presentes em áreas de estágios de sucessão ecológica distintos: 100 árvores presentes em um fragmento com cerca de sete anos de regeneração (inicial); 100 árvores presentes em um fragmento com cerca de 20 anos sem intervenção antrópica (intermediária); e 93 árvores presentes em fragmento sem registro de intervenção humana há pelo menos 50 anos (tardio) (ver Madeira *et al.*, 009).

3.3. Amostragem de insetos herbívoros: o acesso ao dossel foi realizado através de técnicas de escalada livre em corda em árvores acima de sete metros de altura e com o uso de uma escada em árvores entre três e sete metros de altura. Em todas as árvores, em ambos os estratos e distintos estágios de sucessão, os insetos foram amostrados na região superior da copa, por meio do método de batimento com a captura dos mesmos pelo guarda - chuva entomológico. Três ramos de cada planta foram escolhidos arbitrariamente para realização do batimento (dez batidas por ramo). Os insetos amostrados foram levados para o Laboratório de Biologia da Conservação da Universidade Estadual de Montes Claros para triagem, sendo separados e agrupados em duas guildas de insetos herbívoros, insetos sugadores ou mastigadores. Posteriormente, foram determinadas a riqueza de morfo - espécies e abundância de indivíduos nas duas escalas espaciais; árvore e parcela (50 x 20 m). Os insetos foram armazenados na coleção entomológica do Laboratório de Biologia da Conservação da Universidade Estadual de Montes Claros.

3.4. Disponibilidade de recursos: para verificar o efeito da disponibilidade de recursos nas duas escalas espaciais foram medidas a altura da árvore hospedeira (árvore) e a riqueza e densidade de árvores (parcela).

3.5. Análise estatística: para verificar o efeito da sucessão ecológica e da disponibilidade de recursos nas distintas escalas espaciais sobre a fauna de insetos foram construídos modelos lineares generalizados utilizando a riqueza

e abundância média de insetos herbívoros (mastigadores e sugadores) em cada escala como variáveis resposta e, o estágio de sucessão e a disponibilidade de recursos em cada escala espacial como variáveis explicativas. Na escala árvore foi utilizada a altura da planta hospedeira como medida de disponibilidade de recurso, e na escala parcela foram utilizados a riqueza e densidade de árvores por parcela. Os modelos mínimos foram construídos através da retirada de termos não significativos e junção de estágios de sucessão que não se diferenciavam estatisticamente através da análise de contraste (Crawley, 2002).

Todas as análises estatísticas foram realizadas no software estatístico R (R Development Core Team, 2008) em nível de significância de 5%, seguidas de análises de resíduos para verificar a adequação dos modelos e das distribuições utilizadas.

RESULTADOS

Um total de 1.236 insetos herbívoros foi amostrado, sendo 680 mastigadores e 556 sugadores. Comparando os insetos amostrados no dossel dos distintos estágios de sucessão, 27,5% foram amostrados em árvores presentes no estágio inicial, 36,6% no estágio intermediário e 35,9% no estágio tardio.

O efeito da sucessão ecológica sobre os insetos herbívoros foi verificado, entretanto este efeito varia entre as guildas e entre as escalas espaciais. Ambientes florestais em diferentes estágios sucessionais apresentam uma complexidade ambiental distinta, uma vez que áreas em estágios iniciais possuem uma menor diversidade de espécies vegetais e árvores com uma arquitetura menos complexa se comparadas às árvores presentes nos estágios sucessionais mais avançados (Kalacska *et al.*, 004; Lewinsohn *et al.*, 005; Madeira *et al.*, 009). Na área de estudo, já foi verificado que o avanço da sucessão secundária promove o aumento da complexidade e heterogeneidade da vegetação, com um aumento da riqueza, densidade e tamanho das árvores (ver Madeira *et al.*, 009). Essas características podem determinar uma mudança da diversidade de insetos herbívoros ao longo da sucessão secundária, no entanto, devido à diferenças de mobilidade e da utilização de recursos, guildas de insetos podem responder de forma diferenciada aos efeitos da disponibilidade de recursos e complexidade do habitat (Neves, 2005). Insetos herbívoros sugadores, mais especialistas, respondem aos efeitos da sucessão ecológica nas duas escalas espaciais, com um aumento da riqueza do estágio inicial para os estágios intermediário e tardio ($p < 0.05$). Também foi verificado que a riqueza de insetos herbívoros aumenta com o tamanho da árvore hospedeira ($p < 0.05$) na escala árvore e com a riqueza de árvores na escala parcela ($p < 0.05$). Os insetos mastigadores, mais generalistas, responderam aos efeitos da sucessão ecológica somente na escala árvore ($p < 0.05$), na escala parcela não foi verificado um efeito da sucessão secundária ($p > 0.05$). O avanço da sucessão secundária pode determinar o aumento da riqueza de insetos (Southwood *et al.*, 1979; Martinkí *et al.*, 2006), todavia, este efeito pode variar entre guildas e mudar em escalas espaciais distintas. Strong e colaboradores (1984) também verificaram que a riqueza de insetos aumenta com o avanço

da sucessão secundária, devido ao aumento da riqueza de espécies arbóreas.

Para ambas as guildas e nas duas escalas espaciais não foram verificadas diferenças entre o estágio intermediário e o tardio, que apresentam também uma complexidade da comunidade de plantas semelhante. Este resultado ressalta a importância de áreas de floresta secundária na manutenção da fauna insetos herbívoros associados ao dossel, como verificado em outras guildas de insetos terrestres em uma floresta estacional decidual (Neves *et al.*, 2008).

CONCLUSÃO

No presente estudo, foi verificado um efeito da sucessão secundária sobre a diversidade de insetos herbívoros sugadores e mastigadores, indicando que, após cerca de 20 anos de regeneração natural, a comunidade de insetos herbívoros associada ao dossel está praticamente reestabilizada.

Também foi verificado que guildas distintas de insetos herbívoros respondem de forma diferenciada aos efeitos da sucessão ecológica e em escalas espaciais distintas. Insetos mais especialistas como os herbívoros sugadores respondem nas duas escalas espaciais, já insetos mais generalistas respondem somente na escala local.

Agradecimentos

Este estudo teve suporte financeiro do Instituto Interamericano para Pesquisa em Mudanças Globais (IAI) CRN II - 21, que é financiado pela Fundação Nacional para a Ciência dos Estados Unidos (US National Science Foundation, Grant GEO - 0452325), além da Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (CRA 2288 - 07 e CRA APQ - 3042 - 5.03/07).

REFERÊNCIAS

Arroyo - Mora, J.P.; Sanchez - Azofeifa, G.A.; Kalacska, M.E.R.; Rivard, B.; Calvo - Alvarado, J.C. & Janzen, D.H. Secondary forest detection in a Neotropical dry forest using Landsat 7 ETM+ and IKONOS imagery. *Biotropica*, 37: 497 - 507, 2005.

Basset, Y., Novotny, V., Miller, S.E. & Kitching, R.L. *Arthropods of tropical forests-spatio - temporal dynamics and resource use in the canopy*. 1ª ed. Cambridge. Cambridge University Press, 2003.

Crawley M. J. *Statistical Computing-An Introduction to Data Analysis Using S - plus*. John Wiley & Sons, London, 2002.

Denno R. F. & Roderick G. K. Influence of patch size, vegetation texture, and host plant architecture on the diversity, abundance, and life history styles of sap - feeding herbivores. In: Bell, S. S., McCoy, E. D. & Mushinsky, H. R. (eds.), *Habitat Structure-The Physical Arrangement of Objects in Space*. Chapman & Hall, London, 1991, p. 169 - 196.

Espírito - Santo, M.M.; Fernandes, G. W. & Sanchez - Azofeifa, G. A. Priorities for conservation of Brazilian tropical dry forests. *For. Ecol. Manag.*, in press, 2009.

Godfray H. C. J. & Lawton J. H. Scale and species numbers. *Trends Ecol. Evol.*, 16: 400 - 404, 2001.

Janzen, D. H. Tropical dry forests: the most endangered major tropical ecosystem. In: WILSON, E. O. (ed.), *Biodiversity*. Washington, National Academy Press, p. 130 - 137, 1986.

Janzen, D.H. Management of habitat fragments in a tropical dry forest: growth. *Ann. Mo. Bot. Gard.*, 75:105-116, 1988.

Kalacska, M.; Sanchez - Azofeifa, G. A.; Calvo - Alvarado, J.C.; Quesada, M.; Rivard, B. & Janzen, D. H. Species composition, similarity and diversity in three successional stages of a seasonally dry tropical forest. *For. Ecol. Manag.*, p. 227 - 247, 2004.

Lewinsohn, T.M.; Novotny, V. & Basset, Y. Insects on plants: diversity of herbivore assemblages revisited. *Ann. Rev. Ecol. Evol. Syst.*, p. 597 - 620, 2005.

Lowman, M. D. & Wittman, P. K. Forest Canopies: Methods, Hypotheses, and Future Directions. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, p. 55 - 81, 1996.

Madeira, B.G.; Espírito - Santo, M.M.; Dangelo Neto, S.; Nunes, Y. R. F.; Sanchez - Azofeifa, G. A.; Fernandes, G.W. & Quesada, M. Changes in tree and liana communities along a successional gradient in a tropical dry forest in south - eastern Brazil. *Plant Ecol.*, p. 291 - 304, 2009.

Martinko, E.A.; Hagen, R.H. & Griffith, J.A. Successional change in the insect community of a fragmented landscape. *Lands. Ecol.*, 21: 711 - 721, 2006.

Murphy, P.G. & Lugo, A. E. Ecology of tropical dry forest. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 17: 67 - 88, 1986.

Neves, F.S. Efeitos da estrutura do habitat sobre insetos herbívoros associados ao dossel. Dissertação de Mestrado apresentada no Curso de Pós - Graduação em Entomologia da Universidade Federal de Viçosa, 2005.

Neves, F. S.; Madeira, B.G.; Oliveira, V.H.F. & Fagundes, M. Insetos como bioindicadores dos processos de regeneração em matas secas. *MG Biota*, 1: 46 - 53, 2008.

Neves, F. S.; Araújo, L. S.; Fagundes, M.; Espírito - Santo, M.M.; Fernandes, G.W.; Sanchez - Azofeifa, G. A. & Quesada, M. Canopy herbivory and insect herbivore diversity in a dry forest - savana transition in Brazil. *Biotropica*, in press, 2009.

Novotny, V.; Basset, Y. & Kitching, R. Herbivore assemblages and their food resources. In: Basset, Y.; Novotny, V.; Miller, S.; Kitching, R. (eds.), *Arthropods of Tropical Forests: Spatio - Temporal Dynamics and Resource Use in the Canopy*. United Kingdom, Cambridge University Press, 2003, p. 40 - 53.

Quesada, M. & Stoner, K. E. Threats to the conservation of the tropical dry Forest in Costa Rica. In: Frankie, G.W.; Mata, A.; Vinson, S.B. (eds.), *Biodiversity conservation in Costa Rica: learning the lessons in a seasonal dry forest*. Berkeley, University California Press, 2004. p. 266 - 280.

R Development Core Team. *R: a language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2008.

Reid, W.V. *Millennium Ecosystem Assessment Synthesis report*. - Island Press, Washington DC, 2005.

Southwood, T.R.E.; Brown, V.K. & Reader, P.M. The relationships of plant and insect diversities in succession. *Biol. J. Linn. Soc.* 12: 327 - 348, 1979.

Strong, D.R.; Lawton, J. & Southwood, T. R. E. *Insects on Plant: Community patterns and mechanisms*. Oxford, Blackweel, 1984.

Tscharntke, T. & Brandl, R. Plant - insect interactions in fragmented landscapes. *Annu. Rev. Entomol.*, 49: 405 - 430, 2004.

Vieira, D.L.M. & Scariot, A. Principles of natural regeneration of tropical dry forests for restoration. *Restor. Ecol.*, 14: 11 - 20, 2006.

Whitmore, T.C. Tropical forest disturbance, disappearance and species loss.-In: Laurance, W.F. and Bierregard, O. (eds.), *Tropical forests remnants: ecology, management and conservation of fragmented communities*. University of Chicago Press, Chicago, p. 3 - 12, 1997.

Wright, S.J.; Stoner, K. E.; Beckman, N.; Corlett, R.T.; Dirzo, R.; Muller - Landau, H.C.; Nunez - Iturri, G.; Peres, C.A. & Wang, B. C. The plight of large animals in tropical forests and the consequences for plant regeneration. *Biotropica*, 39: 289–291, 2007.