



## FORMIGAS COMO BIOINDICADORAS DE IMPACTO AMBIENTAL DE CITRICULTURA COM DIFERENTES MANEJOS NA AMAZÔNIA.

I. A. Dos - Santos<sup>1</sup>

M. Viana<sup>2</sup>, M. Araujo<sup>2</sup>, E. F. Vilela<sup>1</sup>, O. R. Kato<sup>3</sup>, S. Brienza - Junior<sup>3</sup>, W. Lemos<sup>3</sup>

1 - Programa de Pós - Graduação em Entomologia, Universidade Federal de Viçosa, Av. P. H. Rolfs, S/N. 36.570 - 000, Viçosa - Minas Gerais, Brasil (iracenir.santos@ufv.br). 2 - Graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Viçosa. 3 - Embrapa Amazonia Oriental, Belém Pará.

### INTRODUÇÃO

A Amazônia é o foco de importantes discussões ambientais (Fearnside, 1997; Nepstad *et al.*, 1999; Asner *et al.*, 2004; Monteiro *et al.*, 2004; Fearnside, 2005; Souza Jr., 2006;), principalmente, devido à transformação de grande parte de sua vegetação nativa em sistemas agropecuários e exploração madeireira (Monteiro *et al.*, 2004; Arima & Barreto, 2005; Martins *et al.*, 2007). Os mosaicos de tipos vegetacionais e de solos nem sempre são considerados no processo de implantação de tais sistemas, fato que deixa a região amazônica ainda mais propensa a grandes perdas ambientais.

A agricultura familiar na Amazônia é caracterizada pelo uso do sistema de agricultura itinerante que consiste na derruba e queima da vegetação seguida do plantio e ao final do ciclo agrícola a área é abandonada (pousio), sendo esse mesmo processo repetido em novas áreas. Esse sistema é responsável por grande parte dos desmatamentos e queimadas recorrentes na região que levam à perda de nutrientes, esgotamento dos solos, perda de produtividade (Kato *et al.*, 1999; Brienza - Júnior, 2003; Denich *et al.*, 2005) e maximização dos impactos negativos a biodiversidade. Com a redução do tempo de pousio entre os ciclos agrícolas a vegetação não tem tempo suficiente para acumular biomassa capaz de garantir nutrientes para um novo ciclo agrícola e isso pode comprometer a produção agrícola nas gerações futuras.

Uma das formas de medir impactos ambientais é o uso de bioindicadores que consiste na avaliação das respostas morfológicas, fisiológicas e populacionais de um ou mais organismos para avaliar as mudanças ambientais em um sistema biótico (Noss, 1990; McGeoch, 1998). Essas espécies indicadoras podem representar a resposta do conjunto dos demais organismos às mudanças do ambiente (Noss, 1990; Folgarait, 1998; McGeoch, 1998; Andersen *et al.*, 2004). O emprego de formigas como bioindicadores foi bem estabelecido para avaliar diferentes processos, tais como recuperação em áreas de extrações minerais (Majer; Nichouls, 1998) e sistema de manejo e uso da terra (Andersen *et al.*, 2002).

O uso de formigas como bioindicadores de impactos ambientais na Amazônia brasileira ainda é escasso (Kalif *et al.*, 2001).

### OBJETIVOS

Desse modo, esse trabalho teve como objetivo avaliar as diferenças de riqueza e composição de espécies de formigas em dois sistemas de produção de laranja. Para isso foram testadas as seguintes hipóteses: Sistema que tem maior (1) densidade, (2) riqueza de espécies de plantas, (3) plantas mais altas, (5) maior quantidade de biomassa na serapilheira têm mais espécies de formigas. Além da riqueza de espécies de formigas, foi avaliada a composição de espécies nos dois tipos de manejo usados nos plantios de laranja.

### MATERIAL E MÉTODOS

#### Local de amostragem

As coletas foram realizadas nos município de Capitão Poço e Garrafão do Norte, Estado do Pará, Brasil, em propriedades de pequenos produtores rurais. Foram selecionados pomares de laranjas (*Citrus sinensis*, Variedade Pêra Rio) de cerca de 20 anos, com dois tipos de manejos: Laranja com manejo orgânico (LO) e laranja com manejo tradicional (LT). Para cada tipo de manejo foram utilizados três (3) repetições, ou seja, as amostras foram realizadas em três áreas diferentes e com distância mínima de 500 metros entre as mesmas.

As áreas de coletas estão localizadas na região bragantina do Estado do Pará. Essa região é caracterizada por intensas ações antrópicas e o uso de sistemas agropecuários bastante degradantes ao meio ambiente. O município de Capitão Poço e entorno é considerado o pólo de citricultura do Estado do Pará. Entretanto, anterior a implantação dos pomares de citricultura, essa região era dominada por plantios de pimenta - do - reino (*Piper nigrum*), que com o aumento das perdas devido a Fusariose, essa cultura foi

substituída pela citricultura. Essas duas culturas requerem intenso manejo como tratamentos culturais frequentes, adubação química, controle de insetos pragas e grandes quantidades de herbicidas. As áreas têm acentuada perda da camada do banco de sementes, redução dos nutrientes e exposição direta do solo à radiação solar e chuvas. Aliado disso, no entorno dessas áreas foram estabelecidas grandes extensões de pastagens e significativa redução da cobertura vegetal nativa.

#### Metodologia de Amostragem das Formigas

As formigas foram coletadas com o uso de armadilhas do tipo pitfall, que consistiu de um pote com 18 cm de diâmetro x 10,5 cm de altura. Em cada área foram instaladas 20 armadilhas com equidistância mínima de 15 metros. As armadilhas permaneceram no campo durante 48 horas. Após a retirada do campo o material foi acondicionado e conduzido ao laboratório de Feromônios e Comportamento de Insetos da Universidade Federal de Viçosa, para triagem, montagem e identificação com base na literatura pertinente (Holdobler; Wilson, 1990; Bolton, 1994), comparação com espécimes da Coleção de Formicidae do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, além do auxílio de taxonomistas de grupos específicos.

#### Métodos de Amostragem das Variáveis Explicativas

Para as variáveis que usam plantas foram consideradas apenas as plantas do estrato herbáceo.

Densidade e riqueza de espécies de plantas: em cada ponto de amostragem das formigas foram identificadas todas as espécies de plantas que estiverem em um raio de cinquenta centímetros do centro do frasco coletor. Altura das plantas: em cada ponto de amostragem das formigas foram medidas a altura de 10 plantas e feito uma média, em um raio de cinquenta centímetros do centro do frasco coletor. Biomassa: em cada ponto de amostragem das formigas usou-se um quadrado de 20 cm x 20 cm, que foi jogado aleatoriamente em um raio de até dois metros do centro do frasco coletor, para amostragem da serapilheira (material vivo e morto). Posteriormente o material foi desidratado até atingir o peso seco e pesado para quantificar a biomassa. Distância: foram feitas medidas das distâncias entre cada ponto amostral e o fragmento de capoeira mais próximo.

#### Análises estatísticas

Foi usada uma análise de variância para testar se havia diferença entre os sistemas de manejo (LO e LT). Como não houve diferença significava entre os mesmos ( $p = 0.946$ ), estes foram agrupados em um único sistema. Para testar o efeito da densidade de plantas, altura das plantas, biomassa e distância (variáveis explicativas) sobre a riqueza de espécies de formigas (variável resposta) foi feita uma análise de variância. Foi criado um modelo completo com todas as variáveis, e interações entre as mesmas, entretanto, o modelo sofreu simplificação pela eliminação de variáveis e interações não significativas.

Todas as análises foram feitas no pacote estatístico R (R Development Core Team, 2005).

## RESULTADOS

### Resultados

Foram coletadas 85 espécies, distribuídas em 25 gêneros. Os gêneros com maior riqueza de espécies foram Pheidole (13 spp) e Camponotus (11 spp). Das 85 espécies, 69 foram amostradas no manejo LO e 65 em LT. Dessas espécies 21 foram amostradas exclusivamente na LO, 16 espécies na LT, sendo 47 espécies comuns aos dois tipos de manejo. A riqueza de espécies de formigas não foi significativa em relação à densidade de plantas ( $p = 0.409$ ), riqueza de espécies de plantas ( $p = 0.193$ ), altura das plantas ( $p = 0.946$ ), biomassa da serapilheira ( $p = 0.379$ ) e distância do fragmento de capoeira ( $p = 0.348$ ). Entretanto, a interação entre a riqueza de espécies de plantas e biomassa de serapilheira teve um efeito significativo ( $p = 0,007$ ) sobre a riqueza de espécies de formigas, de modo que, quanto mais espécies de plantas maior a quantidade de biomassa na serapilheira e maior a riqueza de espécies de formigas.

#### Discussão

Houve predomínio de espécies de formigas de hábitos mais generalistas como espécies dos gêneros Camponotus, Crematogaster, Solenopsis e Pheidole. Além dos hábitos generalistas, essas espécies são mais tolerantes a ambientes mais abertos e essa tolerância pode explicar a elevada frequência nos pomares de laranjas. Diversas espécies têm maior tolerância térmica e podem se manter em ambientes menos complexos mais abertos e serem mais hábeis a competir com espécies com menor tolerância térmica e menos competitivas (Cerdeira *et al.*, 1997).

O manejo nos pomares de laranjas mudou para orgânico a pouco mais de dez anos, entretanto, parece que essa mudança ainda não teve tempo suficiente para provocar diferenças na riqueza de espécies de formigas entre os dois manejos. O tempo de uso dos recursos naturais nessa região é cerca de um século e sempre houve intensa retirada da cobertura vegetal. Essa vegetação foi rapidamente substituída por culturas intensamente mecanizadas, e depois substituídas por pastagens, de modo que não existe fragmento de floresta nativa nos arredores. Os poucos e reduzidos fragmentos de capoeiras não tem qualquer conexão com fragmentos maiores de floresta nativa ou capoeiras mais estruturadas, desse modo, as variáveis ambientais como a riqueza de espécies plantas, densidade de plantas, tamanho das plantas, biomassa da serapilheira podem ter perdido a importância no sistema agrícola devido ao longo período de perdas de espécies de formigas devido a intensa degradação ambiental na região.

## CONCLUSÃO

### Conclusões

Variáveis ambientais como riqueza de espécies de plantas, densidade de plantas, altura de plantas, biomassa da serapilheira e distância de fragmentos de capoeira não tiveram efeito significativo na riqueza de espécies de formigas em pomares de laranja com manejos orgânicos e tradicionais. Ressalta-se a importância de testar outras variáveis em diferentes escalas para avaliar o efeito em diferentes escalas ambientais.

### Agradecimentos

Ao CNPq pela concessão da bolsa a primeira autora, a Embrapa Amazônia Oriental - CPATU e a equipe do projeto

TIPITAMBA por todo o apoio durante as coletas. Aos estudantes da UFRA pela ajuda nas coletas de campo no pólo de Capitão Poço.

## REFERÊNCIAS

- Andersen, A. N.; Hoffmann, B. D.; Müller, W. J.; Griffiths, A. D. Using ants as bioindicators in land management: simplifying assessment of ant community responses. *Journal of Applied Ecology*, v. 39, p. 8 - 17, 2002.
- Andersen, A. N.; Fisher, A.; Hoffmann, B. D.; Read, J. L.; Richards, R. 2004. Use of terrestrial invertebrates for biodiversity monitoring in Australian rangelands, with particular reference to ants. *Austral Ecology*, v. 29, p. 87 - 92, 2004.
- Arima, E.; Barreto, P. Pecuária e madeira: lucratividade, expansão e sustentabilidade. *Ciência e Ambiente*, v. 32, 2005.
- Asner, G. P.; Nepstad, D.; Cardinot, G.; Ray, D. Drought stress and carbon uptake in an Amazon forest measured with spaceborne imaging spectroscopy. *PNAS*, V. 101, n<sup>o</sup> 16, p. 6039-6044, 2004.
- Bolton, B. Identification guide to the ant genera of the world. Harvard University Press, Cambridge, 1994.
- Brienza Jr., Uso de árvores leguminosas para melhorar a agricultura familiar da Amazônia Oriental Brasileira. *Circular Técnica Embrapa*, v. 32, p. 1 - 6, 2003.
- Cerda', X.; Retana, J. & Cros. S. 1997. Thermal disruption of transitive hierarchies in mediterranean ant communities. *Journal of Animal Ecology*, v. 66, p. 363 - 374.
- Denich, M.; Vlek, P. L. G; Sa, T. D. D; Vielhauer, K.; Lucke, W. G. A concept for the development of fire - free fallow management in the Eastern Amazon, Brazil. *Agriculture Ecosystems & Environment*, v. 110, n<sup>o</sup>. 1 - 2, p. 43 - 58, 2005.
- Fearside, P. M. Environmental services as a strategy for sustainable development in rural Amazonia. *Ecological Economics*, v. 20, p. 53 - 70, 1997.
- Fearside, P. M. Deforestation in Brazilian Amazonia: History, Rates, and Consequences *Conservation Biology*, v. 19, n<sup>o</sup> 3, p. 680 - 688, 2005. doi:10.1111/j.1523 - 1739.2005.00697.x
- Folgarait, P. J. Ant biodiversity and its relationship to ecosystem functioning: a review. *Biodiversity and Conservation*, v. 7, p. 1221 - 1244, 1998.
- Hölldobler, B.; Wilson, E. O. *The Ants*. The Belknap Press of Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts, 1990, 732 p.
- Kalif, K. A. B.; Azevedo - Ramos, C.; Moutinho, P.; Malcher, S. A. O. The effect of logging on the ground - foraging ant community. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, v. 36, p. 1 - 5, 2001.
- Kato, S. A.; Kato, O. R.; Denich, M; Vlek, P. L. G. Fire - free alternatives to slash - and - burn for shifting cultivation in the Eastern Amazon region: the role of fertilizers. *Field Crops Research*, 62, 225-237, 1999.
- Majer, J. D.; Nichols, O. G. Long - term recolonisation patterns of ants in Western Australian rehabilitated bauxite mines with reference to their use as indicators of restoration success. *Journal of Applied Ecology*, v. 35, p. 191 - 182, 1998.
- Martins, M. B.; Praxedes, C. L.; Santos, R. M.; Silva, A. A. R.; Costa, J. E. A Amazônia está mudando. *Ciência Hoje*, v. 40, n<sup>o</sup> 239, p. 38 - 43, 2007.
- McGeoch, M. A. The selection, testing and application of terrestrial insects as bioindicators. *Biological Reviews*. v. 73, p. 181-201, 1998.
- Monteiro, A.; Souza Jr., C.; Barreto, P.; Pantoja, F.; Gerwing, J. Impactos da exploração madeireira e do fogo em florestas de transição da Amazônia Legal. *Scientia Forestalis*, v. 65, p. 11 - 21, 2004.
- Nepstad, D. C.; Veríssimo, A.; Alencar, A.; Nobre, C.; Lima, E.; Lefebvre, P.; Schlesinger, P. C.; Moutinho, P.; Mendoza, E.; Cochrane, M.; Brooks, V. Large - scale impoverishment of Amazonian forest by logging and fire. *Nature*, v. 398, 504 - 508, 1999.
- Noss, R. F. Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. *Conservation Biology*, v. 4, p. 355 - 364, 1990.
- R Development Core Team. 2005. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3 - 900051 - 07 - 0, URL <http://www.R-project.org>
- Souza, Jr., M. C. Mapping land use of tropical regions from space, *PNAS*, v. 103, n<sup>o</sup> 39, p. 14261-14262, 2006.