



ANA LUISA GANGANA DE CASTRO

**SERVIÇOS AMBIENTAIS: REMOÇÃO DE INSETOS EM AMBIENTE
NATURAL E DE CULTURA**

**SETE LAGOAS / MG
2015**

ANA LUISA GANGANA DE CASTRO

**SERVIÇOS AMBIENTAIS: REMOÇÃO DE INSETOS EM AMBIENTE
NATURAL E DE CULTURA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal de São João Del Rei - Campus Sete Lagoas, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias (Área de Concentração - Produção Vegetal).

Orientador: Prof. Dr. Marcos Antônio Matiello Fadini

Co-orientadores: Prof. Dr. Anderson Oliveira Latini

Pesq. Dr. Ivan Cruz

**SETE LAGOAS / MG
2015**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Divisão de Biblioteca da UFSJ, MG, Brasil.

C355s Castro, Ana Luisa Gangana de, 1985 -
2015 Serviços ambientais: remoção de insetos em ambiente natural e de cultura / Ana Luisa Gangana de Castro. -- 2015.
48 f. : il.

Orientador: Marcos Antônio Matiello Fadini
Coorientadores: Anderson Oliveira Latini
Ivan Cruz

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de São João Del-Rei,
Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias.

Inclui bibliografia.

1. Milho - Doenças e pragas - Teses. 2. Milho - Controle biológico - Teses.
3. Milho - *Helicoverpa armigera*. 4. Fragmentação de habitats - Predação Natural - Teses. 5. Serviços do Ecossistema - Teses. I. Fadini, Marcos Antônio Matiello. II. Latini, Anderson Oliveira. III. Cruz, Ivan. IV. Universidade Federal de São João Del-Rei. Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias. V. Título.

CDU: 63

ANA LUISA GANGANA DE CASTRO

**SERVIÇOS AMBIENTAIS: REMOÇÃO DE INSETOS EM AMBIENTE
NATURAL E DE CULTURA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal de São João Del Rei - Campus Sete Lagoas, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias (Produção Vegetal).

Orientador: Prof. Dr. Marcos Antônio Matiello Fadini

Co-orientadores: Prof. Dr. Anderson Oliveira Latini

Pesq. Dr. Ivan Cruz

Sete Lagoas, 26 de agosto de 2015.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Rafael Braga da Silva – Faculdades Santo Agostinho de Sete Lagoas
Prof. Dr. Marco Antônio Alves Carneiro – Universidade Federal de Ouro Preto

Orientador: Prof. Dr. Marcos Antônio Matiello Fadini-UFSJ

SETE LAGOAS / MG

2015

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Benedito e Cirene, aos meus irmãos Daniela e Daniel e à minha sobrinha

Mell.

Pelo incentivo, pelo apoio e pelo amor de sempre.

Dedico e agradeço.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo Dom da vida e por me permitir concluir mais uma etapa em minha caminhada.

Aos meus pais Benedito de Castro Filho e Cirene Maria Gangana de Castro, por todo amor, respeito, ensinamentos e compreensão a mim dedicados, para que eu pudesse chegar até aqui.

Aos meus irmãos Daniela Gangana de Castro e Daniel Gangana de Castro e à minha sobrinha Mell, pelo incentivo e por acreditarem em mim.

À UFSJ pela oportunidade da realização do mestrado.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, pelos ensinamentos e pelo apoio, em especial ao Prof. Dr. Ernani Clarete da Silva, pela amizade.

Aos Profs. Dr. Marcos Antônio Matiello Fadini e Dr. Anderson Oliveira Latini, pela orientação, pelos ensinamentos, pela dedicação, pela amizade, pelos conhecimentos transmitidos e pelo distinto exemplo, que contribuiu para o meu desenvolvimento profissional.

Ao Dr. Ivan Cruz, pela amizade, pela orientação e por despertar e por incentivar meu gosto pela pesquisa, em especial, em Entomologia.

Aos técnicos e amigos do Laci (Laboratório de Criação de Inseto- Embrapa Milho e Sorgo), Geraldo, Zazá, Taquinho e Márcio.

Aos colegas de trabalho do Laci, pela amizade e pelo companheirismo.

Aos técnicos dos campos experimentais da Embrapa Milho e Sorgo, por toda ajuda na realização dos experimentos, pois sem eles não teria sido possível a realização desse trabalho.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa Milho e Sorgo, pela disponibilização de toda a infraestrutura para que o projeto pudesse ser realizado.

Aos Professores Dr. Rafael Braga da Silva e Dr. Marco Antônio Alves Carneiro, por aceitarem fazer parte da banca examinadora dessa dissertação.

Aos amigos de turma, em especial Matilde e Adenilson, pela amizade e pelo incentivo.

A todos os meus familiares, pelo apoio.

A todos os velhos e bons amigos, que contribuíram para o meu crescimento pessoal.

À Fapemig (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais), pela concessão da bolsa de Mestrado.

Enfim, a todos que contribuíram direta ou indiretamente para que este sonho pudesse ser realizado.

SUMÁRIO

Introdução.....	7
Referências	11
ARTIGO 1: Influência da Paisagem Sobre o Serviço Ambiental de Remoção de Insetos.....	15
Resumo	16
Abstract	17
Introdução.....	18
Material e Métodos	19
Resultados e Discussão	21
Agradecimentos.....	24
Referências	25
ARTIGO 2: Remoção natural de <i>Helicoverpa armigera</i> L. (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) em lavouras de milho sob trato convencional e orgânico de cultivo.....	27
Resumo	28
Abstract	29
Introdução.....	30
Material e Métodos	32
Resultados e Discussão	35
Conclusões.....	41
Agradecimentos.....	42
Referências	43
CONCLUSÕES GERAIS.....	47

INTRODUÇÃO

O conceito de paisagem, sob o ponto de vista científico, tem como base nos estudos de geografia proposto por naturalistas alemães do século XIX (Bertrand, 1972) e estas podem ser divididas em naturais e culturais. As naturais referem-se a elementos combinados de vegetação, solo, rios e lagos e culturais que são as modificações feitas pelo homem (Schier, 2003). Uma abordagem mais recente, a ecológica, segundo Ritter & Moro (2012) está relacionada na aplicação da paisagem na conservação da diversidade biológica, no manejo de recursos e na ecologia de ecossistemas. Há uma dependência espacial entre as unidades da paisagem, que por sua vez interagem com a vizinhança combinando a análise espacial com o aspecto funcional da ecologia, onde se entende como os processos ecológicos são influenciados e modificados (Metzger, 2001). A paisagem é uma unidade heterogênea, composta por um complexo de unidades interativas como matriz e fragmentos de áreas naturais, anteriormente contínuas, que formam os ecossistemas (Opdam et al., 1993). Estes fragmentos podem ser definidos como uma porção não linear da paisagem, diferindo em aparência do seu entorno (Lang & Blaschke, 2009), onde a maior parte da biodiversidade se encontra localizada nestes fragmentos (Lima, 2014).

O termo biodiversidade refere-se à diversidade biológica para apontar a variedade de formas de vida em todos os níveis, desde microrganismos até flora e fauna silvestres, incluindo também a espécie humana. Contudo, essa variedade de seres vivos não deve ser visualizada individualmente, mas sim em seu conjunto estrutural e funcional (relativo aos processos naturais), com uma visão ecológica do sistema natural, isto é, em um conceito mais amplo, de ecossistema (Alho, 2012). Porém, essa variedade está ameaçada por diversos fatores da ação humana, sendo um dos mais importantes, a fragmentação de habitats (Silva, 2014). Atividades antrópicas, tais como o uso da terra para criação de áreas de pastos ou a monocultura, têm alterado a configuração das paisagens de floresta tropical, sendo consideradas entre as maiores responsáveis pela crise global de biodiversidade (Sala et al., 2000). Essa fragmentação modifica ou divide e provoca descontinuidade de recursos de um ecossistema, levando à modificações na reprodução, na variabilidade genética, na disponibilidade de alimento, nos serviços ambientais entre outros fatores (Ismail, 2014).

Para entender a dinâmica dos ecossistemas, é necessário o entendimento das funções ecossistêmicas, que podem ser definidas como as constantes interações entre os elementos estruturais do ambiente natural, incluindo transferência de energia, regulação de ciclos biogeoquímicos, regulação de gás e regulação climática (Andrade & Romeiro, 2009).

Os serviços ambientais são os processos benéficos diretos e indiretos, obtidos pelo homem a partir dos ecossistemas, dentre os quais se pode citar, como exemplos, o controle biológico natural (Sousa et al., 2011), a polinização (Rizzardo et al., 2012), os dispersores de sementes (Brancalion et al., 2010), a ciclagem de nutrientes (Duarte, 2007), a obtenção de produtos como madeira, fibras, alimentos e fármacos (Daily, 1997), o controle de vetores de doenças (Pereira & Oliveira, 2014) e o bem-estar de todas as populações humanas do mundo, que depende diretamente dos serviços fornecidos pelos ecossistemas (Fathi & Masnavi, 2014; TEEB, 2010). No que se refere ao tipo de serviço ambiental, tem-se a classificação proposta pela Avaliação Ecossistêmica do Milênio (Millennium Ecosystem Assessment, 2005) que preconiza que os serviços ambientais podem ser classificados em quatro grandes grupos, isto é, serviços de provisão (exemplos: produção de alimentos, de fibras e de lenha), de regulação (exemplos: regulação climática, polinização, regulação hídrica), culturais (exemplos: recreação, turismo, espiritual e religiosa) e de suporte (exemplos: formação do solo, habitats para espécies e ciclagem de nutrientes).

É possível dar valores aos serviços ambientais e, vários são os métodos que podem ser utilizados para fazer essa valoração econômica de diferentes tipos de serviços (De Groot et al., 2002). Estes mesmos autores apresentam uma proposta preliminar de métodos que têm sido utilizados na literatura internacional para a valoração de cada tipo de serviço ambiental. No Brasil o serviço de regulação climática vem sendo mensurado principalmente pelos níveis de carbono sequestrado, com a existência de mercados de carbono e de estimativas internacionais de seu valor, assim o serviço de regulação climática, que é dado pelo estoque de carbono, foi valorado por transferência de valores internacionais, que são diretamente multiplicados pelos estoques físicos, através de estimativas no país em questão (Soares-Filho et al., 2010). Estudos sobre a influência de perda de Matas Ciliares (Ditt et al., 2010) ou de áreas de Manguezal (Souza & Silva, 2011) sobre a qualidade da água, permitem a avaliação dos benefícios destas áreas pelo custo do tratamento alternativo da água por estações de tratamento. Mais recentemente, Costanza et al. (2014) em seu estudo, atualizaram o valor global de serviços de ecossistema e obtiveram valores da ordem de US\$ 145 trilhões anuais.

Alguns tipos de serviços como a predação de sementes, a polinização e a remoção de insetos são processos que afetam a dinâmica de alguns processos nos ecossistemas (Farwig et al., 2009). Locais com maior heterogeneidade, maior variedade e maior quantidade de vegetação oferecem mais recursos aos organismos que realizam estes serviços (Sanderson et al., 2009). Estes serviços ocorrem tanto em ambientes naturais, quanto em agroecossistemas e

são afetados por diversos fatores, habitats naturais ou habitats com menor perturbação pelo Homem podem conter maior abundância de elementos (e, portanto, de organismos) que influenciam sobre os serviços ambientais disponíveis (Kotze & Lawes, 2007). Em agroecossistemas os serviços ambientais também são afetados pelo grau de intervenção no cultivo, como por exemplo, a remoção de insetos é influenciada pelo manejo adotado no cultivo (Menalled et al., 2007), pelas variedades geneticamente modificadas utilizadas (Bizzocchi, 2014) e pelo tipo de adubação utilizada (Costa, 2014).

O termo remoção de insetos, comumente citado em trabalhos na literatura com abordagem em serviços ambientais, é entendido como a ação de organismos, de predadores, de parasitoides e de detritívoros, no controle de insetos fitófagos em ecossistemas e, esse tipo de serviço pode ocorrer tanto em ambiente natural (Sobczak & Neto, 2015) como em agroecossistemas (Souza, 2015). Logo, a compreensão de como ambientes naturais e agrícolas são manejados com o objetivo de assegurar a conservação da biodiversidade e a provisão de serviços ambientais é importante. A partir dessa compreensão pode-se fazer um paralelo de como o serviço ambiental de remoção de insetos é afetado e de como a remoção de insetos é influenciada pela paisagem. Por exemplo, ambientes naturais preservados, representados por Reserva Legal ou por Área de Proteção Permanente podem oferecer suporte a inimigos naturais que realizam a remoção de insetos praga em agroecossistemas adjacentes, influenciando assim a sua produtividade.

Desse modo, nesse estudo, objetivou-se avaliar a remoção de insetos em ambiente natural e de cultura, com a finalidade de esclarecer as interações envolvidas nesse processo e como a atividade humana pode influenciar o mesmo. Assim, no primeiro capítulo, apresentado em forma de artigo, avaliou-se a remoção de larvas do besouro *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae) por invertebrados e por vertebrados, em diferentes paisagens (degradada por mineração, Campo Rupestre e Mata), com o intuito de averiguar se estas poderiam fornecer este serviço a áreas produtivas adjacentes e se este fornecimento seria distinto entre elas. Os tenébrios são praga típica de farináceos (Morales-Ramos et al., 2011) e utilizados na criação de predadores e de parasitoides (Andrade et al., 2010), de pássaros (Martinson & Flaspohler, 2003), de aranhas (Japyassú & Jotta, 2005) e de peixes (NG et al., 2001).

No segundo capítulo, também apresentado em forma de artigo, estudou-se processos benéficos desencadeados por inimigos naturais da praga *Helicoverpa armigera* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) sobre o seu controle, em lavoura de milho (*Zea mays* L.) com dois

diferentes tratos (refletindo a intervenção humana no cultivo) e em diferentes profundidades do solo. *H. armigera* é uma praga que apresenta ampla distribuição geográfica, sendo registrada na Europa, na Ásia, na África e na Oceania (Zalucki et al., 1986; Guo, 1997), cujas larvas se alimentam de folhas e de caules, contudo, têm preferência por brotos, por inflorescências, por frutos e por vagens, causando danos tanto na fase vegetativa quanto na fase reprodutiva de diversas culturas (Reed, 1965; Wang & Li, 1984).

REFERÊNCIAS

- ALHO, C.J.R. Importância da biodiversidade para a saúde humana: uma perspectiva ecológica. *Estudos avançados*, São Paulo, v.26, n.74, p. 151-165, 2012.
- ANDRADE, D.C.; ROMEIRO, A.R. Serviços ecossistêmicos e sua importância para o sistema econômico e o bem-estar humano. *Texto para Discussão . IE / UNICAMP*, n.155, 2009.
- ANDRADE, G.S.; SERRÃO, J.E.; ZANUNCIO, J.C.; ZANUNCIO, T.V.; LEITE, G.L.D.; POLANCZYK, R.A. Immunity of an alternative host can be overcome by higher densities of its parasitoids *Palmistichus elaeisis* and *Trichospilus diatraeae*. *Plos One*, v.5, p.1-7, 2010.
- BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. São Paulo: USP, 1972. 27p.
- BIZZOCCHI, L. Avaliação Dos Impactos Do Pólen De Milho Geneticamente Modificado (Bt) Sobre Colônias De *Apis Mellifera L.* 2014. 66p. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.
- BRANCALION, P.H.S.; RODRIGUES R.R.; GANDOLFI S.; KAGEYAMA P.Y.; NAVE A.G.; GANDARA F.B; BARBOSA L.M.; TABARELLI, M. Legal Instruments Can Enhance High-Diversity Tropical. *Revista Árvore*, v.34, p.455–470, 2010.
- COSTA, D.M.; CAMPOS, M.B.S.; MARGARIDO, L.A.C. Levantamento de Formicidae (Hymenoptera) em adubação verde: durante seu desenvolvimento e após o manejo incorporação da matéria seca ao solo. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v.9, n.2, p.223-232, 2014.
- COSTANZA, R.; GROOT, R de; SUTTON, P.; PLOEG, S. van der; ANDERSON, S.J.; KUBISZEWSKI, I.; FARBER, S.; TURNER, R.K. Changes in the global value of ecosystem services. *Global Environmental Change*, v.26, n.1, p.152–158, 2014.
- DAILY, G.C. *Nature's services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Washington: Island Press, 1997.412p.
- De GROOT, R.S.; WILSON, M.A.; BOUMANS, R.M. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics*, v.41, n.3, p.393-408, 2002.
- DITT, E.H.; MOURATO, S.; GHAZOUL, J.; KNIGHT, J. Forest conversion and provision of ecosystem services in the Brazilian Atlantic Forest. *Land Degradation & Development*, v.21, n.6, p.591-603, 2010.
- DUARTE, E.M.G. Ciclagem de Nutrientes por Árvores em Sistemas Agroflorestais na Mata Atlântica. 2007. 115p. Dissertação(Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- FARWIG, N., BAILEY D, BOCHUD E, HERRMANN JD, KINDLER E, REUSSER N, SCHÜEPP C, SCHMIDT-ENTLING MH Isolation from forest reduces pollination, seed

predation and insect scavenging in Swiss farmland. *Landscape Ecological*, v.24 p.919-927, 2009.

FATHI, M.; MASNAVI, M.R. Assessing Environmental Aesthetics of Roadside Vegetation and Scenic Beauty of Highway Landscape: Preferences and Perception of Motorists. *International Journal of Environmental Research*, v.8, n.4, p.941–952, 2014.

GUO, Y.Y. Progress in the researches on migration regularity of *Helicoverpa armigera* and relationships between the pest and its host plants. *Acta Entomologica Sinica*, v.40, n.1, p.1-6, 1997.

ISMAIL, S.A.; GHAZOUL, J.; RAVIKANTH, G.; KUSHALAPPA, C.G.; SHAANKER, R.U.; KETTLE, C.J. Fragmentation Genetics of *Vateria indica*: implications for management of forest genetic resources of an endemic dipterocarp. *Conservation Genetics*, Suíça, v. 15 n.1 p.533-545, 2014.

JAPYASSÚ, H.F.; JOTTA, E.G. Forrageamento em *Achaearanea cinnabarina* levi 1963 (Araneae: Theridiidae) e evolução da caça em aranhas de teia irregular. *Biota Neotropica*, v.5, p.53-67, 2005.

KOTZE, D.J.; LAWES, M.J. Viability of ecological processes in small Afromontane forest patches in South Africa. *Austral Ecology*, v.32, p.294-304. 2007.

LANG, S.; BLASCHKE, T. Análise da paisagem com SIG. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. 114 p.

LIMA, L.P.Z. Influência da estrutura de paisagens em parâmetros da biodiversidade com foco em pequenos fragmentos e corredores de vegetação no bioma da Mata Atlântica, Minas Gerais, Brasil. 2014. 75p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

MARTINSON, T.J.; FLASPOHLER, D.J. Winter bird feeding and localized predation on simulated bark-dwelling arth. *Wildlife Society Bulletin*, v.31, p.510-516, 2003.

MENALLED F.D.; SMITH, R.G.; DAUER J.T.; FOX T.B. Impact of agricultural management on carabid communities and weed seed predation. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v.118, p.49–54, 2007.

METZGER, J.P. O que é ecologia de paisagens? *Biota Neotropica*, v.1, p.1-9, 2001.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. World Health Organization. Ecosystems and human well-being: health synthesis. Geneva: World Health Organization 2005.

MORALES-RAMOS, J.A.; ROJAS, M.G.; SHAPIRO-ILAN, D.I.; TEDDERS, W.L. Self-selection of two diet components by *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) larvae and its impact on fitness. *Environmental Entomology*, v.40, p.1285-1294, 2011.

NG, W.K.; LIEW, F.L.; ANG, L.P.; WONG, K.W. Potential of mealworm (*Tenebrio molitor*) as an alternative protein source in practical diets for African catfish, *Clarias gariepinus*. *Aquaculture Research*, v.32, p.273-280, 2001.

OPDAM, P.; APELDOORN R.; SCHOTMANN, A.; KALKOVEN, J. Populations in fragmented landscape. *Landscape Ecology*, v.29, p.147-171, 1993.

PEREIRA, B.B.; OLIVEIRA, E.A. Determinação do potencial larvófago de *Poecilia reticulata* em condições domésticas de controle biológico. *Cadernos Saúde Coletiva*, v.22, n.3, p.241-5, 2014.

REED, W. *Heliothis armigera* (Hb.) (Noctuidae) in western Tanganyika: II. Ecology and natural and chemical control. *Bulletin of Entomological Research*, v.56, n.1, p.127-140, 1965.

RITTER, L.M.O.; MORO, R.S. As bases epistemológicas da ecologia da paisagem. *Journal of Biotechnology and Biodiversity*, v.3, n.3, p.58-61, 2012.

RIZZARDO, R.A.G; MILFONT, M.O.; SILVA, E.M.S.; FREITAS, B.M. *Apis mellifera* pollination improves agronomic productivity of anemophilous castor bean (*Ricinus communis*). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v.84, n.4, p.1137–1145, 2012.

SALA, O.E.; CHAPIN, F.S.; ARMESTO, J.J.; BERLOW, E.; BLOOMFIELD, J.; DIRZO, R.; HUBER-SANWALD, E.; HUENNEKE, L.F.; JACKSON, R.B.; KINZIG, A.; LEEMANS, R.; LODGE, D.M.; MOONEY, H.A.; OESTERHELD, M.; POFF, N.L.; SYKES, M.T.; WALKER, B.H.; WALKER, M.; WALL, D.H. Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science*, v.287, p.1770-1774, 2000.

SANDERSON, F.J.; KLOCH, A.; SANCHANOWICZ, K.; DONALD, P.F. Predicting the effects of agricultural change on farmland bird populations in Poland. *Agriculture Ecosystems & Environment*, v.129, p.37-42, 2009.

SCHIER, R.A. Trajetórias do conceito de paisagem na geografia. *Revista RA'E GA*, v.7, n.7, p.79-85, 2003.

SILVA, E.A.E.S. Estruturação de assembleias arbóreas em uma paisagem fragmentada: existe relaxamento na mortalidade dependente da densidade e distância? 2014. 168p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, 2014.

SOARES-FILHO, B.; MOUTINHO, P.; NEPSTAD, D.; ANTHONY, A.; RODRIGUES, H.; GARCIA, R.; DIETZSCH, L.; MERRY, F.; BOWMAN, M.; HISSA, L.; SILVESTRINI, R.; MARETTI, C. Role of Brazilian Amazon protected areas in climate change mitigation. *Proceedings of the National Academy of Sciences - PNAS*, v.107 n.24 p.10821-10826, 2010.

SOBCZAK, J.F.; NETO, J.V Famílias de himenópteros parasitoides na Serra do Japi, Jundiá, São Paulo, Brasil. *Arquivos do Instituto Biológico*, v.82 p.1-4, 2015.

SOUSA, E.H.S.; MATOS, M.C.B. ; ALMEIDA, R.S.; TEODORO, A.V. Forest Fragments' Contribution to the Natural Biological Control of *Spodoptera frugiperda* Smith (Lepidoptera: Noctuidae) in Maize. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, V.54, n. 4, p755-760, 2011.

SOUZA, A.E.R.A. Diversidade de Himenópteros Parasitoides em Agroecossistemas. 2015. 54p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília.

SOUZA, F.E.S.; SILVA, C.A.R.E. Ecological and economic valuation of the Potengi estuary mangrove wetlands (NE, Brazil) using ancillary spatial data. *Journal of Coastal Conservation*, v.15, p.195-206, 2011.

TEEB (THE ECONOMICS OF ECOSYSTEMS AND BIODIVERSITY). TEEB for local and regional policy makers. Malta: Progress Press, 2010. 210p.

WANG, N.C.; LI, Z.H. Studies on the biology of cotton bollworm (*Heliothis armigera* Hübner) and tobacco budworm (*Heliothis assulta* Quenee). *Journal of the Shandong Agricultural University*, v.1-2, n.1, p.13-25, 1984.

ZALUCKI, M. P. et al. The biology and ecology of *Helicoverpa armigera* (Hübner) and *H. punctigera* Wallengren (Lepidoptera: Noctuidae) in Australia: what do we know? *Australian Journal of Zoology*, v.34, n.6, p.779-814, 1986.

Artigo para submissão ao Periódico *Brazilian Archives of Biology and Technology*

Ana Luisa Gangana de Castro

Universidade Federal de São João Del-Rei, Sete Lagoas-MG

analuisagangana@yahoo.com.br

Influência da Paisagem Sobre o Serviço Ambiental de Remoção de Insetos

CASTRO, A.L.G.¹; FADINI, M.A.¹; LATINI, A.O.¹

¹ Universidade Federal de São João Del-Rei, Sete Lagoas-MG

Landscape influence on insect scavenging ecosystem service

Resumo

*Serviços ambientais são processos que ocorrem naturalmente nos ecossistemas e são responsáveis pela manutenção da biodiversidade e de processos benéficos ao homem. Muitos desses serviços são realizados por organismos e dependem da qualidade do ambiente natural e da distribuição de recursos no mesmo, para a sua disponibilidade. No presente trabalho, com o propósito de aumentar o conhecimento sobre o efeito da paisagem natural sobre um serviço ambiental benéfico às lavouras, estudou-se a remoção de larvas de *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae) em diferentes paisagens, com tipos de cobertura vegetal diferentes, sendo elas Campo Rupestre, Mata e Área Degradada por Mineração e o fornecimento desses serviços por organismos vertebrados e invertebrados. Testaram-se as hipóteses de que em ambientes diferentes há diferentes remoções e atividades de organismos vertebrados. Houve maior remoção de *T. molitor* em área degradada e essa remoção, independente da paisagem dominante, foi em sua maior parte, executada por invertebrados, havendo pequena remoção por vertebrados. Assim, em diferentes ambientes houve diferentes remoções de corpos de *T. molitor* e apesar do ambiente minerado possuir menor riqueza de elementos estruturais e menor riqueza e diversidade de organismos, apresentou maior ação de remoção de larvas de *T. molitor*, o que, possivelmente se deu em função do maior poder de atração que estas iscas devem exercer em um ambiente com menos recursos disponíveis.*

Palavras chave: fragmentação de habitat, Campo Rupestre, Matas, predação natural, serviço do ecossistema.

Abstract

*Environmental services are natural processes in ecosystems and are responsible for maintaining the biodiversity and beneficial processes for man. Many of these services are carried out by organisms and depend on the quality of the natural environment and the distribution of resources in it, for their availability. In this study, in order to raise awareness about the effect of the natural landscape in a beneficial environmental services for crops, it was studied the removal of larvae *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae) in different landscapes with different types of plant coverage, such as rocky fields, forests and degraded mining areas and the provision of such service by vertebrate and invertebrate organisms. We tested the hypothesis that in different environments are different activities removals and vertebrate organisms. There was a greater elimination of *T. molitor* in degraded areas and this removal, independent of the dominant landscape was for the most part, by invertebrates, with a small separation by vertebrates. Thus, in different environments there was different removal of bodies of *T. molitor* and despite mining environments have fewer structural elements, smallest wealth and diversity of organisms it has shown greater larvae elimination of *T. molitor*, which was possibly due to greater power of attraction that these baits have to practice in an environment with fewer resources.*

Key words: fragmentation habitat, Campo Rupestre, forest, natural predation, ecosystem services.

INTRODUÇÃO

Ecosistemas são sistemas naturais que englobam interações entre organismos e os fatores físicos do ambiente, sendo o homem integrante do mesmo (Liu et al. 2007; Tansley, 2008). Embora este conceito seja antigo, o interesse por seu estudo tem aumentado enquanto aumenta a preocupação a respeito das consequências que as conexões entre o homem e o ambiente natural podem gerar (Andrade e Romeiro 2009).

A relação entre diferentes ecossistemas como florestas, campos, lagos, áreas rurais e urbanas, caracteriza paisagens naturais, que são heterogêneas, dotadas de cobertura vegetal típica e, conseqüentemente, de relações específicas entre os organismos que possui (Metzger 1999). A maioria das paisagens é muito complexa estruturalmente e pequenas alterações podem afetar sua estrutura e as relações entre seus elementos (Andrade e Romeiro 2009; Aubry et al. 2012; Crossman et al. 2010; Grêt-Regamey et al. 2008).

Devido, principalmente, à expansão da população e exploração de recursos, a ação humana é causa principal da alteração das paisagens naturais, provocando a fragmentação de áreas de cobertura vegetal contínua, produzindo uma nova paisagem composta por pequenos fragmentos de vegetação original co-ocorrendo com ambientes dominados pelo manejo humano, como pastagens, lavouras e áreas urbanas (Ribeiro 2009). Este processo está entre as mais importantes causas de perda de biodiversidade no planeta e fomenta um conflito entre desenvolvimento humano e conservação ambiental (Bernacci et al. 2006; Dobrovolski et al. 2011; Tabarelli et al. 2010; Turner e Brandon 2007). Como consequência, há isolamento e diminuição da variabilidade genética de populações, perda de riqueza de espécies (Viana e Pinheiro 1998) e de serviços ambientais disponíveis. (Kremen et al. 2007).

Os serviços ambientais, que são passíveis de perda no processo de fragmentação das paisagens, são processos naturais gerados e mantidos pela própria natureza (Geijzendorffer e Roche 2013), que são benéficos ao Homem e são direta e indiretamente usufruídos a partir da manutenção dos ecossistemas (Andrade e Romeiro 2009). Dentre estes serviços, pode-se exemplificar a polinização (DeMarco e Coelho 2004; Fonseca e Silva 2010; Malerbo-Souza e Halak 2012; Rizzardo et al. 2012), a dispersão de sementes (Brancalion et al. 2010; Traill et al. 2010), a ação de inimigos naturais sobre pragas em lavouras (Sousa et al. 2011; Veres et al. 2013), a ciclagem de nutrientes (Duarte 2007) e até mesmo o bem estar causado pela beleza do cenário sobre a sociedade (Fathi e Masnavi 2014; Jorgensen 2011).

A disponibilidade destes serviços e a sua dispersão, entre e dentro das paisagens naturais, tem sido objeto cada vez mais frequente de pesquisas acadêmicas (Bagstad et al. 2013; Palomo et al. 2013). Entre os motivos para que isto ocorra está o fato de que a disponibilidade destes serviços ambientais pode gerar lucros para atividades humanas (De Groot et al. 2012). Os efeitos sobre o bem-estar humano constituem modo de avaliação, mas, as percepções individuais são limitadas e muitas vezes tendenciosas (Kahneman 2011). Apesar disso, a valorização de serviços ambientais, por métodos com estimativas de custos evitados e de substituição tem obtido valores para sistemas específicos (Costanza et al. 2008; Porter et al. 2009) e até mesmo para o planeta, alcançando valores da ordem de US\$ 145 trilhões anuais (Costanza 2014). Nesse trabalho o serviço ambiental aferido foi o de remoção de insetos, sendo que o termo remoção é utilizado em trabalhos de serviços ambientais na literatura e indica a ação de organismos, de predadores, de parasitoides e de detritívoros no controle de insetos (Mertins e Pillar 2013; Moura et al. 2011).

Com o propósito de fomentar a discussão sobre o papel de serviços ambientais em ambientes naturais, o objetivo dessa pesquisa foi avaliar a disponibilidade do processo natural (serviço ambiental) de remoção de insetos em diferentes paisagens (diferenciadas pelos tipos de cobertura vegetal) e o fornecimento diferencial destes serviços por vertebrados e por invertebrados. Com essa abordagem, focou-se na avaliação da disponibilidade de processos benéficos, que podem indicar possível ação de organismos naturalmente disponíveis nas paisagens, como inimigos naturais de insetos. Assim, a exemplo de Farwig et al. (2009) que analisaram a remoção de corpos de insetos em locais com diferentes tipos de cobertura vegetal na Suíça, o foco desse trabalho foi abordar a disponibilidade de processos naturais e seus possíveis efeitos sobre a remoção de pragas. As paisagens estudadas são fitofisionomias existentes na região Central de Minas Gerais, especificamente o Campo Rupestre e a Mata Semidecidual, além de uma área ambientalmente alterada por mineração.

As hipóteses testadas e suas respectivas predições foram: (i) *Locais com diferentes tipos de cobertura vegetal se comportam de maneira diferente em relação à remoção de insetos*. Espera-se que cada local possua uma variedade e uma disponibilidade de processos e de recursos que podem constituir serviços ambientais de remoção de insetos, assim a remoção será diferente em locais com vegetação típica; (ii) *Em paisagens naturais, com diferentes tipos de cobertura vegetal o montante de serviços disponibilizados por vertebrados e por invertebrados se comporta de maneira diferente*. Em áreas com cobertura vegetal diferente a atividade de organismos, tanto vertebrados quanto invertebrados, será diferenciada, pois em cada fitofisionomia há um conjunto de elementos que suportam e que provêm recursos, para que a ação destes organismos seja realizada.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram estudadas áreas com diferentes tipos de cobertura vegetal, sendo duas caracterizadas pelo domínio de Mata Semidecidual conservada (Mata Atlântica em transição para Cerrado), duas caracterizadas pelo domínio da fisionomia de Campo Rupestre (Cerrado) e uma Área Alterada por atividade minerária pretérita. Todas estas áreas estudadas representam diferentes paisagens e encontram-se no Quadrilátero Ferrífero, localizado no Estado de Minas Gerais, Brasil.

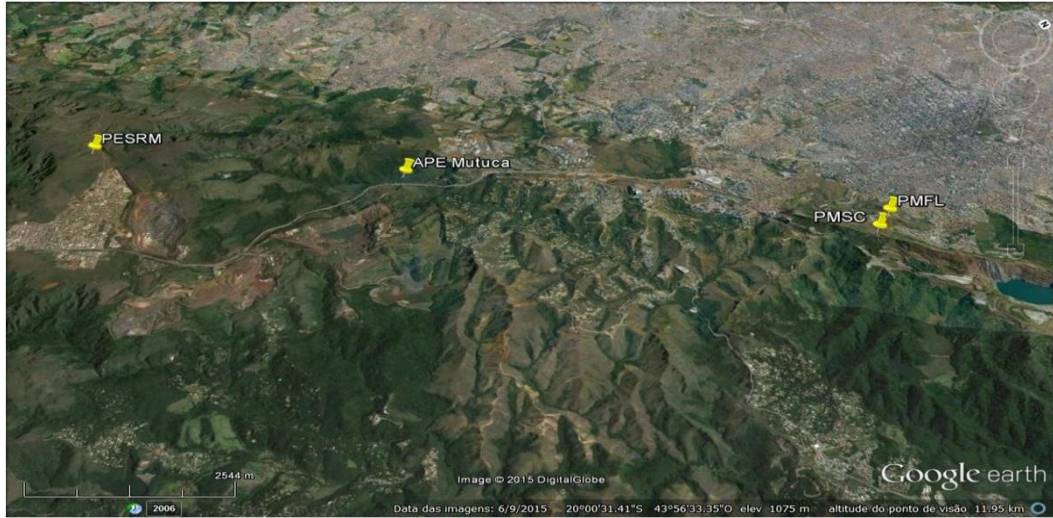
As áreas de Campo Rupestre que foram amostradas (Fig. 1) estão no Parque Municipal da Serra do Curral (PMSC; município de Belo Horizonte, 19°57'52" e 43°55'09") e na Área de Proteção Especial Manancial da Mutuca (APE Mutuca; município de Nova Lima, 20°00'52" e 43°58'17"). As áreas de Mata estão na Área de Proteção Especial Manancial da Mutuca e no Parque Estadual da Serra do Rola Moça (PESRM; município de Nova Lima, 20°03'11" e 44°00'08"). Por último, a Área Alterada encontra-se no Parque Municipal Fort Lauderdale (PMFL; município de Belo Horizonte, 19°57'35" e 43°55'17").

Nestas diferentes áreas foi avaliada a remoção de corpos de insetos por vertebrados e por invertebrados. Em cada uma delas foi escolhida uma região representativa da paisagem, onde 20 iscas foram montadas para aferição do grau de sua remoção, pelos organismos naturalmente disponíveis. Em cada uma das 20 iscas foram dispostas 30 larvas de *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae). A escolha destas larvas foi devido à disponibilidade no mercado e à semelhança que podem apresentar com lagartas naturalmente disponíveis em ambientes e disponíveis como pragas, em sistemas de cultivo de Lepidoptera ou de Coleoptera. Todas as larvas de tenébrios foram adquiridas de criatório comercial na forma desidratada, portanto, não apresentando risco de escape do organismo (com interferência na remoção registrada) ou de introdução acidental nos ambientes naturais estudados.

Das 20 iscas que foram montadas, 10 foram dispostas de forma isolada por gaiolas confeccionadas em metal de dimensões 16 cm (altura) x 17 cm (largura) x 1 cm de malha e foram chamadas de "iscas com restrição de acesso" ou ICR (Fig. 2a), já que foram capazes de impossibilitar o acesso de organismos vertebrados aos tenébrios. O propósito deste isolamento foi o de medir a remoção dos tenébrios por somente organismos invertebrados. As outras 10 iscas não foram isoladas por gaiolas e foram chamadas de "iscas sem restrição de acesso" ou ISR (Fig. 2b) e, desse modo, refletiram a remoção de tenébrios executada por organismos invertebrados e por vertebrados juntos, já que estes passaram a ter acesso às iscas. Cada isca foi separada uma da outra, por 5 m de distância e a sua disposição em campo foi feita em dois transectos, em paralelo, sendo um com iscas isoladas pelas gaiolas (ICR) e o outro com iscas não isoladas (ISR).

Com este delineamento, assumiu-se que as iscas abertas foram acessadas por vertebrados e por invertebrados e que as iscas fechadas foram acessadas somente por invertebrados. Esperou-se, assim, que a diferença de remoção de larvas de tenébrios entre os dois tipos de isca (ISR-ICR), refletisse a ação dos vertebrados e o valor obtido nas iscas fechadas, refletisse a ação dos invertebrados.

A



B



C



D



E



F



Figura 1 - Disposição espacial das unidades de conservação (A; Fonte: Google Earth) de onde se obteve as áreas para avaliação da remoção de corpos tenébricos. As fotos ilustram as áreas de Campo Rupestre do PESRM, Parque Estadual da Serra do Rola Moça (B) e do PMSC, Parque Municipal da Serra do Curral (C); as áreas de Mata da APE Mutuca, Área de Proteção Especial Manancial da Mutuca (D) e do PESRM (E) e; a Área Alterada do PMFL, Parque Municipal Fort Lauderdale (F). Ao fundo das figuras A, C e F é possível visualizar a região metropolitana de Belo Horizonte, MG.

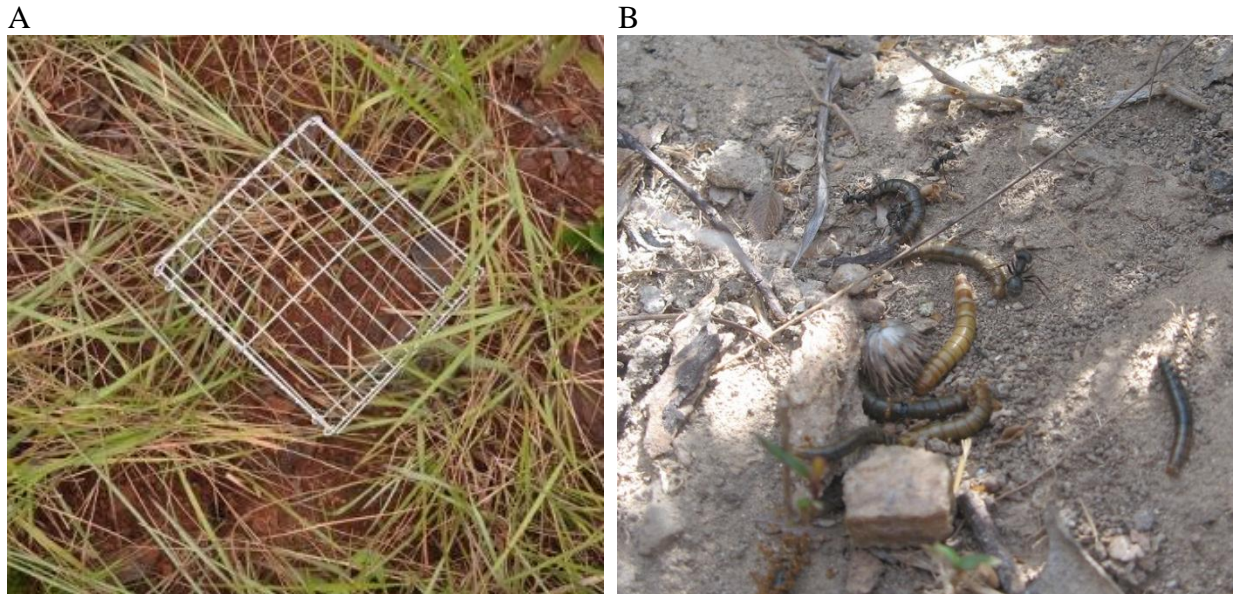


Figura 2 - Ilustração da disposição de larvas dos tenébrios desidratados no solo, em locais de avaliação de sua remoção. Em A, disposição com a gaiola (ICR), isolando o acesso de vertebrados e em B, disposição sem a gaiola (ISR). Notar a ação de formigas na remoção das larvas em B.

A avaliação da remoção dos tenébrios foi efetuada durante um dia em cada área de estudo, entre os meses de abril e julho de 2015. O horário de amostragem foi compreendido entre 9:00h e 16:30h e a cada 1:30h foi realizado um senso de larvas em cada isca, para o registro daquelas removidas, totalizando cinco sensos. Após este registro, o número de larvas removidas foi repostado, para que o poder de atração dos organismos permanecesse o mesmo. Da mesma forma, larvas que tinham sofrido danos (cortes ou perda de parte do corpo) foram registradas como removidas e repostas. Após o dia de atividade, as larvas remanescentes foram descartadas fora da área de amostragem.

As aferições de larvas de tenébrio removidas nos diferentes momentos têm uma dependência implícita uma da outra, já que a sua existência prévia deve influenciar na sua remoção futura. Devido a este fato, foi utilizada uma análise com três fatores, sendo um deles, a dependência temporal entre as aferições: a Análise de Variâncias com Medidas Repetidas no tempo (Zar, 1999) considerando a “paisagem” (estados = Campo Rupestre, Mata, Área Degradada), o “tipo de isca” (estados = ICR, ISR) e o “tempo de exposição” (estados = aferição 1, 2, 3, 4, 5) como fatores. Anterior à aplicação da ANOVA foi testada a homogeneidade de variâncias dos resíduos dos dados de remoção de tenébrios (a variável dependente) no tempo. Para analisar os resultados a *posteriori*, usou-se a comparação visual por meio do intervalo de confiança de 95% em gráficos. O nível de significância utilizado em todos os testes foi de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A ação de organismos e consequente remoção de larvas de tenébrios foram afetadas pelos três fatores estudados: a paisagem ($F_{2,43}=127,700$; $p<0,001$), o tipo de isca ($F_{1,85}=8,700$; $p=0,004$) e o tempo de exposição das mesmas ($F_{4,340}=4,700$; $p=0,001$). A interação dupla, entre paisagem e tipo de isca, ($F_{2,85}=4,200$; $p=0,018$) também afeta nesta remoção de tenébrios, mas, já nas interações entre tempo de exposição e de paisagem ($F_{8,340}=1,700$; $p=0,091$) e tempo de exposição e de tipo de isca ($F_{4,340}=1,000$; $p=0,382$) não interferiram. Contudo, a interação tripla entre tempo, paisagem e tipo de isca afetou a remoção dos tenébrios pelos organismos disponíveis ($F_{8,340}=3,500$; $p<0,001$; Fig. 3). Nestas circunstâncias, foi necessário explorar a interação tripla para uma adequada interpretação da influência destes fatores sobre a remoção dos tenébrios.

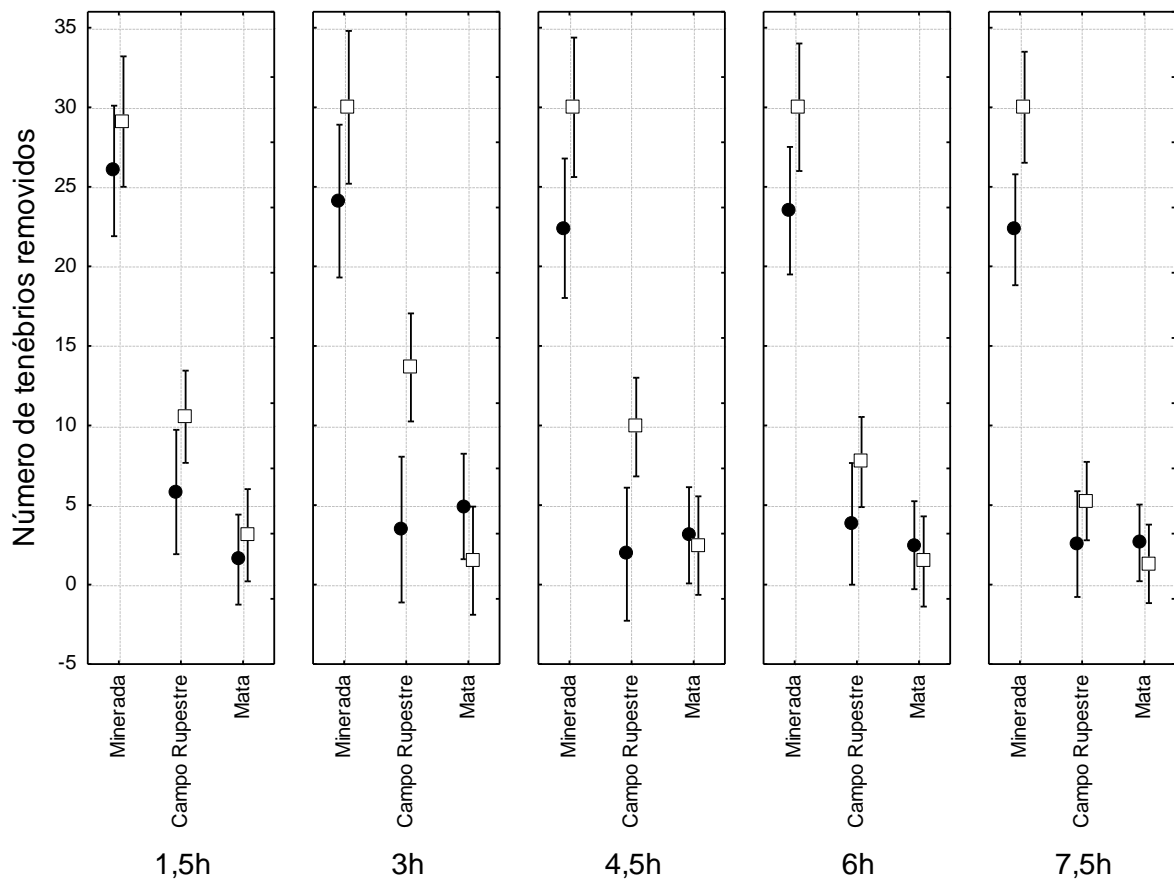


Figura 3 - Apresentação da interação tripla entre tempo de exposição (1,5, 3, 4,5, 6 e 7,5h), paisagem (Minerada, Campo Rupestre e Mata) e tipo de isca (ICR – círculos fechados – ISR – quadrados abertos), sobre o número de tenébrios removidos em unidades de conservação, da região metropolitana de Belo Horizonte, MG.

O número de tenébrios removidos da Área Minerada é consistentemente maior do que o das Áreas Conservadas, do Campo Rupestre e da Mata, independente do tipo de isca (ICR ou ISR). Nesta área degradada, em iscas sem restrição, a remoção foi total, ou seja, dos 30 tenébrios disponibilizados, não restaram tenébrios remanescentes. Contudo, nas iscas com restrição de acesso, a remoção alcançou a média de 24 tenébrios, um número também elevado, quando comparado à remoção nas outras duas paisagens. Analisando este processo, do ponto de vista dos organismos removedores, pode-se dizer que invertebrados são responsáveis por 80% de toda a remoção (valores de ICR) e os vertebrados por 20% (valores de ISR-ICR). Além disto, no primeiro senso (1,5h de exposição) não houve diferença de remoção efetuada por vertebrados e por invertebrados, mas, após 3h de exposição, a participação da remoção por invertebrados caiu, se tornando diferente, em cada tempo, da remoção total.

Essa alta remoção no ambiente perturbado se deve, possivelmente, à baixa oferta de recursos na área degradada, já que esta foi biologicamente desestruturada pela atividade pretérita. Por meio de inspeção visual, verifica-se que a maior parte da área possui solo exposto e, quando plantas são presentes, gramíneas são as plantas que se desenvolvem melhor na área, mas, com grande espaçamento entre elas, possivelmente devido à dificuldade de penetração de raízes no solo, que é extremamente compacto (ver Fig. 2A). Essa Área Degradada, como qualquer outra, além de ser mais simples, têm o ambiente típico de locais de início de sucessão ecológica e uma comunidade de vertebrados e de invertebrados pouca diversa em comparação a outras em pontos mais avançados da sucessão, mas, com elevada abundância populacional proporcional das espécies dominantes (Magurran 1988; Whittaker 1965). Se esses apontamentos são corretos, então a disponibilidade de recursos é facilmente percebida por organismos abundantes na área, se tornando comparativamente mais importante do que a mesma disponibilidade de recursos nas áreas de Mata ou de Campo Rupestre. Por consequência, a remoção de tenébrios nestas áreas foi maior.

Os valores de remoção na Área Minerada foram muito superiores aos obtidos no Campo Rupestre. No Campo Rupestre, em média 27% dos tenébrios, foram removidos por vertebrados e por invertebrados nas ISR, sendo que deste total, os vertebrados contribuíram com cerca de 55% (valores médios de ISR-ICR) e os invertebrados com cerca de 45% (valores médios de ICR).

Rocha et al. (2015), ao avaliarem a riqueza em espécies e a abundância de espécies de formigas no Mato Grosso, encontraram abundâncias superiores em Áreas Degradadas por Mineração, quando comparadas com outras áreas de vegetação. Esta maior abundância de organismos em Áreas Degradadas deve representar maior potencial de remoção de insetos. Apesar de não ter sido objetivo desse estudo, os únicos invertebrados, ocasionalmente observados na Área Degradada, foram as formigas, pois de acordo com Grzés (2010), elas apresentam elevado potencial como indicadores de mudanças ocorridas no ambiente e são usadas no monitoramento ambiental de metais decorrentes de atividades antrópicas.

A presença desse grupo, em áreas com baixa ou pouca diversidade de vegetação, pode estar associada à facilidade de locomoção no ambiente, optando assim por áreas com menor competição por espaços e com menor presença de predadores (Parr et al. 2007). Alves et al. (2008), estudando diferentes fontes de adubação, perceberam que em condições sem adubação e com menor crescimento e desenvolvimento de plantas, 83% dos organismos observados foram da ordem Hymenoptera, sendo a maioria Formicidae.

Wink et al. (2005) afirmaram que esse comportamento pode ser indicativo de áreas mal manejadas, o que torna algumas espécies desse grupo importantes bioindicadoras para avaliação de impacto ambiental. Espécies diferentes de Hymenoptera têm preferência por diferentes ambientes, um exemplo são formigas do gênero *Solenopsis*, que se adaptam com facilidade a locais perturbados, como sistemas de plantio com intenso revolvimento do solo, sendo essas formigas também comuns em áreas ambientalmente degradadas (Nascimento et al. 2001).

Pequena queda de remoção ocorreu no Campo Rupestre com o avançar das horas. É possível que tal fenômeno se deva ao aumento da temperatura ao longo do dia, que pode reduzir a ação de invertebrados. A temperatura é um dos fatores ambientais que afetam diretamente no desenvolvimento dos insetos, já que estes não possuem um sistema de regulação (Rodrigues 2004).

Apesar de, praticamente, não haver diferenças de remoção de invertebrados (ICR) entre o Campo Rupestre e a Mata, nas iscas abertas a remoção foi decididamente superior nas áreas de Campo Rupestre. É possível que os tenébrios tenham representado mais atratividade no campo, já que é um ambiente com vegetação mais baixa e, possivelmente, fornecendo maior visibilidade das iscas a vertebrados. Marchiori e Pentead-Dias (2002), verificaram que em áreas de pastagem houve maior quantidade de parasitoides em comparação com áreas de Mata, pois no estado de Goiás, foram encontrados parasitoides das superfamílias: Chalcidoidea; Chrysidoidea; Ichneumonoidea; Ceraphranoidea; Proctotrupeoidea; Evanioidea; Cynipoidea; Platygastroidea. Esses autores também pontuam como possível explicação, o fato de que as áreas de Mata são comumente consideradas como locais de origem desses organismos, que podem obter seus recursos em outras áreas, como nas pastagens. Essa abordagem leva à possibilidade de organismos benéficos estarem se deslocando de áreas conservadas para áreas degradadas, disponibilizando seus serviços ambientais. Fato como esse é apontado por Sousa et al. (2011) como uma das explicações para a disponibilidade de mais serviços ambientais de controle biológico natural de *Spodoptera frugiperda* Smith em lavoura de milho. Além disso, esses mesmos autores encontraram correlação negativa entre a praga e vespas parasitoides, mas, também negativa entre a fartura dessas vespas e a distância de fragmentos naturais de floresta. Se esse processo ocorreu ou não nas áreas aqui estudadas, então seria necessário um experimento adaptado ao reconhecimento da origem dos insetos benéficos.

Em Mata a remoção nas ISR e ICR foi semelhante. Os números indicam, pela lógica experimental, a remoção de somente 6,7% dos tenébrios por vertebrados e por invertebrados juntos (ISR), mas, a remoção de 8,7% por invertebrados (ICR), dando a vertebrados, um número matematicamente negativo (-2,0%). Essa inconsistência de resultados ocorreu, possivelmente, devido aos baixos índices de remoção nessa área. A lógica para explicação da baixa remoção nesse ambiente inverte-se em relação à apresentada para explicar a maior remoção no ambiente minerado: a grande disponibilidade de recursos pode reduzir a atratividade dos tenébrios para os organismos existentes e suportar uma baixa remoção por invertebrados e uma remoção praticamente inexistente feita por

vertebrados. Em especial, essa explicação se valida devido ao intervalo de tempo, usado no experimento proposto: é possível que em escala maior de tempo e, à noite, a exposição de processos benéficos de remoção seja mais frequente, incluindo de vertebrados, que podem estar se refugiando durante o dia e assim, não realizando o consumo das iscas disponibilizadas.

Dos conhecimentos obtidos a partir desse estudo, destaca-se que o tipo de cobertura vegetal, representativa da paisagem, afetou a remoção de corpos de tenébrios. Há a possibilidade de paisagens com cobertura vegetal mais abundante, fornecerem a remoção de corpos de tenébrios para as paisagens de menos cobertura vegetal. Assim, o ambiente minerado, com menor riqueza de elementos estruturais e menor riqueza e diversidade de organismos esperados, pode ter sido beneficiado pelos outros dois ambientes naturais. O montante de serviços disponibilizado por vertebrados foi insignificante se comparado com o disponibilizado pelos invertebrados, o que pode ser devido a inúmeros fatores, alguns não controláveis.

Apesar disso, a questão é complexa, exigindo abordagem mais ampla para seu esclarecimento. Exemplo é o fato de que estudos realizados sobre comunidades de parasitoides podem ou não ilustrar a influência da paisagem sobre a comunidade desses insetos: em campos de cereais na Europa (Hawro et al. 2015) e em fazendas de café no México (Pak et al. 2015) o efeito da paisagem mostra-se contraditório, aumentando a riqueza de parasitoides no México, mas, não afetando essa comunidade na Europa.

As paisagens naturais representam inúmeros benefícios para os sistemas produtivos, dentre os quais se destacam: a disponibilidade de polinizadores, a ciclagem de nutrientes, o bem estar humano e até mesmo o controle de pragas por inimigos naturais (De Marco e Coelho 2004; Duarte 2007; Fathi e Masnavi 2014; Veres et al. 2013). Nesse trabalho se visou o estudo da capacidade de diferentes paisagens fornecerem o serviço de remoção de corpos de tenébrios, como indicativo detritivoria e ciclagem de nutrientes, mas, também de predação e possível remoção de pragas em lavouras, como indicativo de um benefício dos ambientes naturais a sistemas produtivos.

AGRADECIMENTOS

Os autores são gratos à FAPEMIG por concessão de bolsa de mestrado ao primeiro autor, à Financiadora de Estudos e Projetos (MCT/FINEP/CTINFRA – Campi Regionais- 01/2010 - 1140/10) por apoio institucional. Este trabalho é parte dos resultados obtidos na execução do projeto CRA RDP 192-10 de financiamento conjunto entre FAPEMIG E VALE S.A..

REFERÊNCIAS

- Alves MV, Santos JCP, De Gois DT, Alberton JV, Baretta D. Macrofauna do solo influenciada pelo uso de fertilizantes químicos e dejetos de suínos no oeste do estado de Santa Catarina. *Rev Bras Cienc Solo*. 2008; 32(2):589–98.
- Andrade DC, Romeiro AR. Serviços ecossistêmicos e sua importância para o sistema econômico e o bem-estar humano. Texto para Discussão . IE / UNICAMP Serviços ecossistêmicos e sua importância para o sistema econômico e o bem-estar humano. 2009.
- Aubry C, Ramamonjisoa J, Dabat MH, Rakotoarisoa J, Rakotondraibe J, Rabeharisoa L. Urban agriculture and land use in cities: An approach with the multi-functionality and sustainability concepts in the case of Antananarivo (Madagascar). *Land use policy*. 2012; 29(2):429–39.
- Bagstad KJ, Johnson GW, Voigt B, Villa F. Spatial dynamics of ecosystem service flows: A comprehensive approach to quantifying actual services. *Ecosyst Serv*. 2013; 4:117–25.
- Bernacci LC, Franco GADC, Àrbocz G de F, Catharino ELM, Durigan G, Metzger JP. O efeito da fragmentação florestal na composição e riqueza de árvores na região da Reserva Morro Grande (Planalto de Ibiúna, SP). *Rev Ins. Flor*. 2006; 5(2):121–66.
- Brancaion PHS, Rodrigues RR, Gandolfi S, Kageyama PY, Nave AG, Gandara FB, et al. Legal instruments can enhance high-diversity tropical. *Rev Árvore*. 2010; 34:455–70.
- Costanza R, de Groot R, Sutton P, van der Ploeg S, Anderson SJ, Kubiszewski I, et al. Changes in the global value of ecosystem services. *Global Environ Chang*. 2014; 26(1):152–8.
- Costanza R, Pérez-Maqueo O, Martínez ML, Sutton P, Anderson SJ, Mulder K. The value of coastal wetlands for hurricane protection. *Ambio*. 2008; 37(4):241–8.
- Crossman ND, Connor JD, Bryan B, Summers DM, Ginnivan J. Reconfiguring an irrigation landscape to improve provision of ecosystem services. *Ecol Econ*. 2010; 69(5):1031–42.
- De Groot R, Brander L, van der Ploeg S, Costanza R, Bernard F, Braat L, et al. Global estimates of the value of ecosystems and their services in monetary units. *Ecosyst Serv*. 2012; 1(1):50–61.
- DeMarco PJ, Coelho FM. Services performed by the ecosystem: forest remnants influence agricultural cultures' pollination and production. *Biodivers Conserv*. 2004; 13:1245–55.
- Dobrovolski R, Diniz-Filho JAF, Loyola RD, Marco Júnior P. Agricultural expansion and the fate of global conservation priorities. *Biodivers Conserv*. 2011; 20(11):2445–59.
- Duarte EMG. Ciclagem de Nutrientes por Árvores em Sistemas Agroflorestais na Mata Atlântica. Viçosa. Dissertação [Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas] - Universidade Federal de Viçosa; 2007.
- Farwig N, Bailey D, Bochud E et al. Isolation from forest reduces pollination, seed predation and insect scavenging in Swiss farmland. *Landscape Ecol* 2009; 24:919–927.
- Fathi M, Masnavi MR. Assessing Environmental Aesthetics of Roadside Vegetation and Scenic Beauty of Highway Landscape : Preferences and Perception of Motorists. *Int J Environ Heal R*. 2014; 8(4):941–52.
- Fonseca VLI, Silva PN. As abelhas , os serviços ecossistêmicos e o Código Florestal Brasileiro. *Biota Neotrop*. 2010; 10(4):59–62.
- Geijzendorffer IR, Roche PK. Can biodiversity monitoring schemes provide indicators for ecosystem services? *Ecol Indic*. 2013; 33:148–57.
- Grêt-Regamey A, Walz A, Bebi P. Valuing Ecosystem Services for Sustainable Landscape Planning in Alpine Regions. *Mt Res Dev*. 2008; 28(2):156–65.
- Grześ IM. Ants and heavy metal pollution - A review. *Eur J Soil Biol*. 2010; 46(6):350-355.
- Hawro V, Ceryngier P, Tschardt T, Thies C, Gagic V, Bengtsson J, et al. Landscape complexity is not a major trigger of species richness and food web structure of European cereal aphid parasitoids. *BioControl*. 2015; 451–61.
- Jorgensen A. Beyond the view: Future directions in landscape aesthetics research. *Landsc Urban Plan*. 2011; 100(4):353–5.
- Kahneman D. Thinking, Fast and Slow. Macmillan. 2012.
- Kremen C, Williams NM, Aizen MA, Gemmill-Herren B, LeBuhn G, Minckley R, et al. Pollination and other ecosystem services produced by mobile organisms: a conceptual framework for the effects of land-use change. *Ecol Lett*. 2007; 10(4):299–314.

- Liu J, Dietz T, Carpenter SR, Folke C, Alberti M, Redman CL, et al. Coupled human and natural systems. *Ambio*. 2007; 36(8):639–49.
- Magurran AE. Ecological Diversity and its Measurement. London: Cambridge University Press; 1988.
- Malerbo-Souza DT, Halak AL. Agentes polinizadores e produção de grãos em cultura de café arábica cv. “Catuaí Vermelho” *Científica*. 2012; 40(1):1–11.
- Marchiori CH, Pentead-Dias AM. Famílias de parasitóides coletadas em área de mata e pastagens no município de Itumbiara, Estado de Goiás. *Acta Sci*. 2002; 24(4):897–9.
- Mertins LT, Pillar VP Variação da atividade biológica de decomposição segundo diferenças na estrutura de campo nativo. In: XXV Salão de Iniciação Científica; 2013; Porto Alegre. p. 21-25.
- Metzger JP. Estrutura da paisagem e fragmentação. *An Acad Bras Ciên*. 1999; 71(3):445-463.
- Moura MS, Ferreira MC, Lanza-Souza FM, Cruz I, Latini A.O Disponibilidade de serviços ambientais em culturas orgânicas de milho: remoção de pupas de *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). *Rev Bras Agroecol*. 2011; 6(2):1-5.
- Nascimento RP, Morini MSC, Brandão CRF Mirmecofauna do Parque natural municipal da Serra do Itapety. I. Zona de uso intensivo. In: *Encontro de Mirmecologia*, Londrina: IAPAR 2001; 339-341
- Pak D, Iverson AL, Ennis KK, Gonthier DJ, Vandermeer JH. Parasitoid wasps benefit from shade tree size and landscape complexity in Mexican coffee agroecosystems. *Agric Ecosyst Environ*. 2015; 206:21–32.
- Palomo I, Martín-López B, Potschin M, Haines-Young R, Montes C. National Parks, buffer zones and surrounding lands: Mapping ecosystem service flows. *Ecosyst Serv*. 2013; 4:104–16.
- Parr CL, Andersen a. N, Chastagnol C, Duffaud C. Savanna fires increase rates and distances of seed dispersal by ants. *Oecologia*. 2007; 151(1):33–41.
- Porter J, Costanza R, Sandhu H, Sigsgaard L, Wratten S. The value of producing food, energy, and ecosystem services within an agro-ecosystem. *Ambio* 2009; 38(4):186–93.
- Ribeiro MC, Metzger JP, Martensen AC, Ponzoni FJ, Hirota MM. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biol Conserv* 2009; 142(6):1141–53.
- Rizzardo R a G, Milfont MO, Da Silva EMS, Freitas BM. Apis mellifera pollination improves agronomic productivity of anemophilous castor bean (*Ricinus communis*). *An Acad Bras Cienc*. 2012; 84(4):1137-45.
- Rocha WDO, Dorval A, Filho OP, Vaez A, Ribeiro ES. Formigas (Hymenoptera : Formicidae) Bioindicadoras de Ants (Hymenoptera : Formicidae) as Bioindicators of Environmental Degradation in Poxoréu , Mato Grosso, Brazil. *Floresta e Ambient*. 2015; 22:88–98.
- Rodrigues W. Fatores que influenciam no desenvolvimento dos insetos. *EntomoBrasilis*. 2004; 1(4):1-4.
- Sousa EHS, Matos MCB, Almeida RS, Teodoro AV. Forest Fragments Contribution to the Natural Biological Control of *Spodoptera frugiperda* Smith (Lepidoptera : Noctuidae) in Maize. *Braz Arch Biol Techn*. 2011; 54(4):755–60.
- Tabarelli M, Aguiar AV, Ribeiro MC, Metzger JP, Peres CA. Prospects for biodiversity conservation in the Atlantic Forest: Lessons from aging human-modified landscapes. *Biol Conserv*. 2010; 143(10):2328–40.
- Tansley AG. The Use and Abuse of Vegetational Concepts and Terms. *Ecology*. 2008; 16(3):284–307.
- Traill LW, Lim MLM, Sodhi NS, Bradshaw CJ a. Mechanisms driving change: altered species interactions and ecosystem function through global warming. *J Anim Ecol*. 2010; 79(5):937–47.
- Turner W, Brandon K. Global conservation of biodiversity and ecosystem services. *Bioscience* 2007; 57(10):868–73.
- Veres A, Petit S, Conord C, Lavigne C. Does landscape composition affect pest abundance and their control by natural enemies? A review. *Agric Ecosyst Environ*. 2013; 166:110–7.
- Viana VM, Pinheiro LAFV. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. *IPEF*. 1998; 12:25–42.
- Whittaker RH. Dominance and diversity in land plant communities. *Science*. 1965; 147:250–60.
- Wink C, Guedes JVC, Fagundes CK, Rovedder AP Insetos edáficos como indicadores da qualidade ambiental. *Rev Ciên Agrovet*. 2005; 4(1):60-71.
- Zar JH Biostatistical Analysis. Prentice Hall: Englewood. 2009.

Artigo para submissão ao Periódico *Agronomy for Sustainable Development*

Ana Luisa Gangana de Castro

Universidade Federal de São João Del-Rei, Sete Lagoas-MG

analuisagangana@yahoo.com.br

Remoção natural de *Helicoverpa armigera* L. (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) em lavouras de milho sob trato convencional e orgânico de cultivo

CASTRO, A.L.G.¹; LATINI, A.O.¹; CRUZ, I.²; FADINI, M.A.¹

¹ Universidade Federal de São João Del-Rei, Sete Lagoas – MG

² Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas – MG

Natural control of *Helicoverpa armigera* L. (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) pupae at organic and conventional maize crops

Resumo

Apesar de bem conhecido, o controle biológico natural de pragas da lavoura de milho na parte aérea das plantas, este é pouco estudado no solo. Mais especificamente, não se conhece o controle da praga *Helicoverpa armigera*, na fase de pupa, que se dá em solo tanto em lavouras com trato convencional como nas de trato orgânico. Assim, com o propósito de aumentar o conhecimento do controle natural de *H. armigera* nessas lavouras, estudou-se a profundidade de enterramento de pré pupas e foram testadas hipóteses de que o efeito do tempo de disponibilidade das pupas, o tipo de trato do cultivo, o momento em que se encontra a lavoura e a profundidade do solo sobre a remoção dessas pupas afetam significativamente a remoção das mesmas. O tempo de disponibilidade de pupas não afetou a sua remoção, mas no momento de pousio, na superfície e na fase reprodutiva essa remoção foi superior. Na lavoura de milho, com trato orgânico, a remoção foi 15% superior. A desestruturação do solo e possíveis prejuízos associados à fauna benéfica deve ser o principal fator responsável pelas maiores remoções durante o pousio. As práticas conservacionistas associadas ao trato orgânico são por sua vez, a principal justificativa para as maiores remoções terem sido encontradas na lavoura com trato orgânico. Assim, esses apontamentos constituem contribuição relevante para ampliação do conhecimento sobre o controle biológico natural no solo de pragas de milho.

Palavras-Chave: controle biológico, fauna edáfica, conservação, serviços ambientais, práticas agrícolas.

Abstract

Although well known, the natural biological control of pests of maize crop in the shoot, this is little studied in the soil. Specifically, it is not known the control of *Helicoverpa armigera* pest in the pupal stage, which takes place on the ground in both crops with conventional treatment such as in organic tract. Thus, in order to increase knowledge of the natural control of *H. armigera* in these fields, we studied the depth of burial of pre pupae and were tested the hypothesis that the effect of time of availability of pupae, the type of cultivation tract, the moment the crop was at, and soil depth on removing those pupae, significantly affects the removal thereof. The pupae available time did not affect their removal, but at the moment fallow, on the surface and in the reproductive phase that removal was higher. In the maize crop with organic tract, removal was 15% higher. The soil disruption and possible losses associated with beneficial fauna should be the main factor responsible for the largest removals during the fallow. The conservation practices related to organic tract are in turn the main reason for the larger deletions found in the fields with organic tract. These notes constitute significant contribution to enhancing knowledge about the natural biological control of corn pests on the ground.

Keys words: biological control, edaphic fauna, conservation, environmental services, agricultural practices.

Introdução

O milho (*Zea mays* L.) é um dos principais cereais cultivados no mundo e no Brasil é considerado cultura de importância social e econômica, cultivado sob diversos sistemas de produção e níveis tecnológicos (Campanha et al. 2012; Oliveira et al. 2007). Entre os sistemas de cultivo há o convencional e o orgânico. O trato agrícola convencional é dependente de insumos como, por exemplo, pesticidas e fertilizantes químicos (Lopes et al. 2012) e modifica processos de autorregulação de pragas e de doenças, afetando estabilidade, resiliência e auto-suficiência dos agroecossistemas (Lopes & Lopes 2011). Já no trato orgânico são usados métodos de recuperação e de conservação do solo, de controle natural de pragas e de doenças, entre outros (Paschoal 1994), chegando à anulação do uso de insumos, privilegiando a manutenção de processos naturais e a resiliência dos agroecossistemas (Altieri & Nicholls 2007).

Apesar da maior eficiência produtiva de alimentos e de grãos em cultivos convencionais (Seufert et al. 2012), há um mercado mundial potencial para os produtos derivados dos cultivos orgânicos, sendo o Brasil, país de destaque em termos de seu consumo (Santos et al. 2014). Especula-se que tal interesse advém da percepção dos consumidores sobre a qualidade desses produtos, dos benefícios para a sua saúde e para o ambiente natural (Souza 2006; Santos et al. 2014).

Apesar da tecnologia de cultivo de milho de variedades Bt no Brasil ser amplamente disseminada, (ISAAA 2013), o controle químico é ainda primordial para a redução de populações de pragas em milho, havendo alta frequência de disponibilização de novos inseticidas no mercado brasileiro (AGROFIT 2015). Contudo, através do controle biológico, há uma tentativa de redução das populações de pragas sem uso de insumos, almejando o equilíbrio entre as populações de praga e de inimigos naturais e não a extinção da praga (Castro et al. 2011).

Ataques severos de lagartas da espécie *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) tem sido relatados por produtores no Brasil (Bueno et al. 2014). Czepak (2013) relatou o primeiro registro de ocorrência da *H. armigera* no país, nos Estados de Goiás e da Bahia, na cultura da soja, e em Mato Grosso, na cultura do algodão. A *H. armigera* é uma espécie polífaga, cujas larvas foram registradas em mais de 60 espécies de plantas cultivadas e silvestres e, em cerca de 67 famílias hospedeiras, incluindo Asteraceae, Fabaceae, Malvaceae, Poaceae e Solanaceae (Fitt 1989; Pogue 2004). Esta amplitude de famílias hospedeiras significa então, danos a diferentes culturas de importância econômica, como o algodão, as leguminosas em geral, o sorgo, o milho, o tomate, plantas ornamentais e frutíferas (Reed 1965; Moral Garcia 2006).

Como inseto de metamorfose completa, a *H. armigera* tem desenvolvimento passando pelas fases de ovo, de larva, de pré-pupa, de pupa e a adulta. Durante o período reprodutivo, uma fêmea pode colocar de 2.200 a 3.000 ovos, em cerca de cinco dias, sobre as plantas hospedeiras (Naseri et al. 2011; Reed 1965). O período de incubação dos ovos é de cerca de três dias e o período larval compreende seis instares (Ali & Choudhury 2009), durando 15 dias no total. A fase de pré-pupa

compreende o período entre o momento em que a lagarta cessa a sua alimentação, até a fase de pupa, que dura de 10 a 14 dias. As fêmeas apresentam longevidade de cerca de 12 dias e os machos de 9 dias (Ali & Choudhury 2009).

O estágio de pupa da *H. armigera* se desenvolve no solo, mas, este desenvolvimento ainda é pouco conhecido (Crébio et al. 2013). Nessa fase pode ocorrer a remoção, ou seja, a ação de inimigos naturais, de predadores ou de parasitoides, componentes da meso e da macrofauna do solo (Lavelle & Spain 2001; Schiavon et al. 2015), ocasionando a morte da praga. Apesar da ação de inimigos naturais de invertebrados ser pouco conhecida, sua presença no solo tem sido citada em muitas regiões do Brasil (Lima Junior 2013; Correia 2013). Esse pequeno conhecimento se deve ao fato de que esses inimigos se encontram dentro do solo, ambiente de difícil estudo, já que qualquer interferência no mesmo pode gerar alterações no comportamento e no desenvolvimento dos organismos que se pretende pesquisar (Morón 2004).

Considerando o recente estabelecimento da *H. armigera* como praga da lavoura de milho, os seus danos a esta lavoura e a incipiência de estudos com a fauna edáfica relacionada ao controle de pragas agrícolas, os objetivos desse trabalho visam aumentar o conhecimento sobre esta praga e seu controle natural nesses sistemas. Assim, os objetivos foram: (a) identificar a profundidade de enterramento de pré-pupas em solo; (b) verificar se o tempo de disponibilidade da pupa de *H. armigera* em solo influencia na sua remoção natural; (c) verificar se há efeito do tipo de trato (orgânico ou convencional) do cultivo de milho, sobre a remoção natural de pupas de *H. armigera*; (d) investigar se a remoção de pupas de *H. armigera* é afetada pela profundidade em que se encontram; (e) identificar se o momento do cultivo influencia na remoção de pupas de *H. armigera*; (f) fazer descrição da fauna edáfica associada às amostras de solo em cada cultivo.

Considerando os objetivos, as hipóteses e suas predições foram: (i) *o maior tempo de disponibilidade da pupa de H. armigera em solo aumenta a frequência de sua remoção*, isto devido ao fato de que a maior disponibilidade temporal deve aumentar as chances de encontro da pupa por predadores ou por parasitoides; (ii) *a remoção de pupas de H. armigera é maior em lavouras orgânicas de milho*, pois nestas não são utilizados agroquímicos e dentre estes, químicos que matariam ou que repeleriam organismos benéficos como parasitoides e predadores; (iii) *em profundidades menores a remoção de H. armigera é maior*, já que na superfície do solo, organismos que vivem dentro do solo e em sua superfície podem co-ocorrer enquanto que, à medida em que a profundidade aumenta, as características dos habitats são mais específicas, assim como a fauna, reduzindo o número de espécies e as chances de remoção de *H. armigera* e; (iv) *durante as fases vegetativa e reprodutiva a remoção de pupas de H. armigera é maior*, por causa do aumento de heterogeneidade ambiental e da disponibilização de recursos temporários a insetos que podem ser atraídos para consequentemente, realizarem o controle biológico natural.

Material e Métodos

Área de estudo

A pesquisa foi conduzida nos campos experimentais e no Laboratório de Criação de Insetos (Lacri), da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Milho e Sorgo) em Sete Lagoas, Minas Gerais, Brasil. A região de estudo se encontra inserida no Bioma de Cerrado e possui solo do tipo Latossolo Vermelho distrófico típico (Embrapa 1999) e clima, segundo a classificação de Köppen é Aw, ou seja, tropical estacional de savana (Beutler et al. 2001).

O experimento foi feito em dois plantios de milho, um sob trato orgânico (19°28'13"S e 44°10'37"W) e outro sob trato convencional (19°26'46"S e 44°10'11"W). Duas áreas, uma de 0,7 ha (trato convencional) e outra de 0,2 ha (trato orgânico), foram trabalhadas com grade pesada no dia 24/04/2015 e com niveladora no dia 25/04/2015, com plantio mecanizado com plantadeira no dia 06/05/2015, utilizando-se a mesma variedade de milho, o BRS 451, com densidade de seis sementes por metro. A área de trato orgânico não recebe, há pelo menos 20 anos, insumo a não ser orgânico. Na área de trato convencional utilizou-se o adubo químico na formulação N:P:K (04-14-08), na concentração de 500 kg.ha⁻¹ e não foram usados inseticidas organosintéticos.

Teste em vasos

Para se determinar a profundidade média de enterramento das pupas e possibilitar o posterior enterramento das mesmas nestas profundidades nas lavouras, foram usados vasos de plástico preto com altura de 22,5 cm e diâmetro de 19 cm, preenchidos com solo retirado de região próxima a lavoura convencional, onde foram postas uma lagarta de *H. armigera* de último ínstar. Os vasos foram fechados com filó de malha menor que 1 mm e em cada um deles foi disposto um pedaço de dieta artificial (usada para criação em laboratório e composta basicamente por levedo de cerveja, farelo de soja, gérmen de trigo e água), para evitar a morte por inanição das lagartas. As lagartas se transferiram para o solo naturalmente, passaram para o estágio de pré pupa e cinco dias depois, as pupas foram desenterradas e em cada vaso foi aferida a profundidade em que se encontravam, após cuidadosa retirada do solo e aferição da profundidade.

O experimento nas lavouras

A escolha da fase de pupa para o teste experimental se deu pelo fato de que esta não se movimenta e, portanto, permite a sua recuperação no local em que é deixada, caso algum organismo não a remova. As pupas utilizadas no experimento de campo foram obtidas no laboratório, onde eram mantidas em sala climatizada sob temperatura de 25 ± 1°C, umidade relativa de 70 ± 10% e fotofase de 12 horas. As amostragens ocorreram em três momentos: pousio, anterior ao plantio do milho; quando o milho ainda se encontrava em crescimento, na fase vegetativa V6 e, por último; quando o milho estava na fase reprodutiva, com espigas formadas. A execução do experimento anterior à implantação da lavoura se justifica devido ao fato de que a pupa de *H. armigera* pode se encontrar em

estado de diapausa, enterrada em solo. Os outros dois momentos se justificam porque *H. armigera* causa injúrias tanto na fase vegetativa como na reprodutiva do milho.

Baseado no resultado do experimento de enterramento das pré pupas, as pupas de *H. armigera* foram dispostas em três profundidades (0 cm – superfície, Figura 1A; 10 cm, Figura 1B; 20 cm, Figura 1C). Dezoito buracos foram feitos para cada profundidade, com o auxílio de um trado de 8 cm de diâmetro. Assim, foram instalados 54 pontos amostrais, em cada tipo de cultivo. Em cada profundidade foi colocada uma pupa da praga, com um a dois dias de formação e os pontos de amostragem foram distribuídos regularmente, espaçados com 1 m (Figura 2).

As análises de remoção de pupas de *H. armigera* e o inventário da fauna edáfica foram feitos através da retirada do solo onde as pupas foram dispostas. Após esta retirada, foi avaliada a remoção das pupas no quinto e no décimo dia de sua disposição no solo em cada momento (pousio, fase vegetativa, fase reprodutiva) do cultivo. Cada porção de solo retirada consistiu em uma amostra, que foi obtida com auxílio de um gabarito quadrado, de 25 cm de lado e 20 cm de altura, sendo este ajustado na profundidade desejada (10 ou 20 cm), com o uso de marreta para sua penetração no solo. Foi aberta uma pequena trincheira ao lado do gabarito com a profundidade desejada para facilitar o corte horizontal do solo. Com uma pá reta, o solo foi cortado por baixo do gabarito, sendo totalmente retirado (Figura 3). Este solo retirado consistiu a amostra que foi levada para o laboratório e, após todo seu peneiramento, foi feito o registro de remoção das pupas. Três possíveis respostas foram encontradas: 1) ausência de pupa ou presença de partes, indicando sua remoção por predadores; 2) pupa presente, mas imóvel, com sinais de perfurações típicas da ação de parasitoides e; 3) pupa presente e móvel, indicando sobrevivência, durante o período aos inimigos naturais. Após o peneiramento, todos os macro-organismos edáficos foram separados, armazenados em álcool 90%, identificados por data, por lavoura e por ponto amostral.

Análises estatísticas

Para testar o efeito do tempo de disponibilidade da pupa de *H. armigera* em sua remoção, foi utilizada a estatística T de Student (Zar 1999), onde a variável resposta (quantitativa contínua) foi o número de pupas removidas e a variável independente (qualitativa com dois níveis) foi o tempo de disposição das pupas, sendo cinco ou dez dias de disponibilidade.

Foi empregada uma análise de variância (ANOVA) com três fatores (Zar 1999), para obtenção da resposta: à suposição de maior remoção das pupas na lavoura com trato orgânico; à suposição de maior remoção de pupas em menores profundidades e; à suposição de maior remoção de pupas durante a fase reprodutiva da lavoura. Encontrou-se homogeneidade de variâncias e resíduos normais para a variável dependente. O intervalo de confiança de 95% foi utilizado como teste, a *posteriori*, quando relações significativas foram apontadas nas análises de variância.

Dados de temperatura e de precipitação do período em que as pupas permaneceram expostas nas lavouras (11 dias consecutivos) foram obtidos da estação meteorológica automática disponível na

Embrapa e foram comparados por meio de uma ANOVA, entre os três momentos para auxiliarem na compreensão dos resultados. Foi considerado o nível de 5% de significância para os testes realizados.

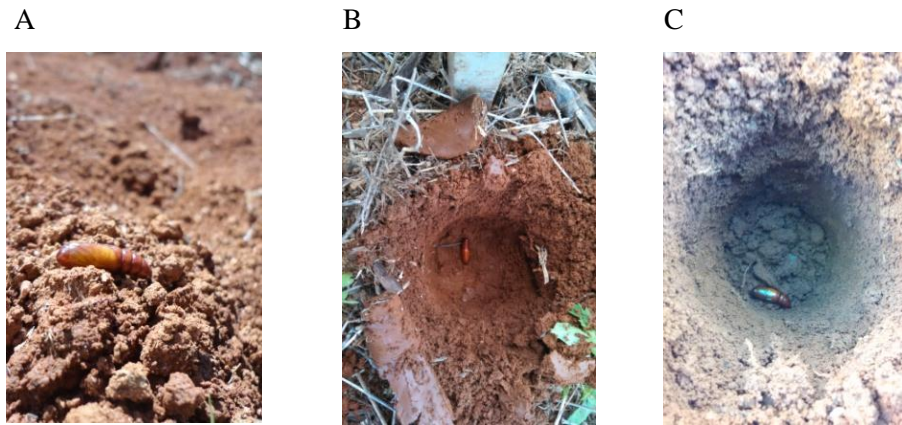


Figura 1. Pupa de *H. armigera* disposta na superfície (A), à 10 cm (B) e, à 20 cm (C) de profundidade no solo, das lavouras com trato orgânico e convencional, na área da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, Brasil.



Figura 2. Representação do experimento em campo, milho convencional (A); milho orgânico (B), na área da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, Brasil. Notar as estacas que determinam a posição de enterramento de cada pupa nas áreas.

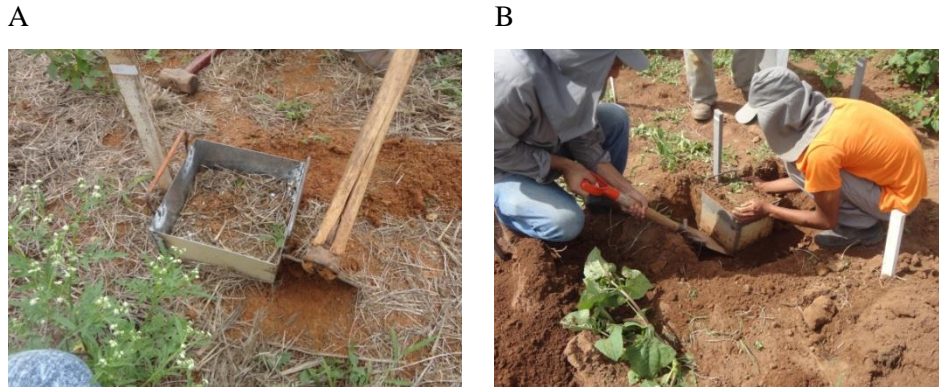


Figura 3. Representação do gabarito no solo (A) na profundidade desejada e da retirada do gabarito com auxílio de pá reta (B). Esse processo foi realizado na lavoura de milho, com trato convencional e com trato orgânico, na área da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG.

Resultados e Discussão

A fauna edáfica achada nos dois tipos de lavoura, nos três momentos do cultivo, em cada profundidade amostrada foi triada e foi taxonomicamente classificada, até a ordem, sendo detectados organismos das ordens Coleoptera, Hymenoptera, Blattodea, Hemiptera e Dermaptera. No pousio foi localizado maior número absoluto de insetos e também maior número absoluto de ordens de insetos no milho convencional. Em relação à profundidade, no milho orgânico houve uma maior quantidade de insetos a 20 cm e no milho convencional a 10 cm. Na fase vegetativa foi encontrado um número maior de insetos no milho orgânico e um número igual de ordens de insetos nos dois tratos. No milho orgânico houve um maior número absoluto de insetos na profundidade de 20 cm e no milho convencional na profundidade de 10 cm. Na fase reprodutiva houve maior número de insetos no milho convencional e também maior número de ordens. No milho orgânico foi encontrado um maior número absoluto de insetos na profundidade de 10 cm e no milho convencional foi encontrado um maior número de insetos na profundidade de 20 cm (Tabela 1). Contudo, estas vantagens em número de indivíduos e em número de ordens entre profundidades diferentes e tipos de lavoura são inconclusivas, possivelmente, devido à identificação taxonômica ainda imprecisa dos organismos, já que se chegou somente até ordem. Além disso, a identificação taxonômica não concluída não permite discussões satisfatórias sobre a relação entre riqueza e entre diversidade de insetos com a remoção de *H. armigera*.

Apesar disso, com o propósito de melhorar a compreensão sobre o papel dos organismos edáficos sobre esta remoção, foi checado se ocorreu relação entre a abundância total de organismos edáficos (variável independente quantitativa) e a remoção das pupas (variável dependente categórica binária), não sendo encontrada nenhuma relação significativa ($X^2_{(1,107)} = 0,658$; $p=0,416$). Contudo, estes resultados podem não ser conclusivos, já que, dentro da fauna edáfica amostrada pode haver

organismos que não são potenciais removedores dessas pupas. Espera-se melhorar esta interpretação com a posterior identificação até o nível de espécie, dos espécimes coletados.

Não foi aplicado nenhum tipo de defensivo agrícola durante a execução do experimento sob trato convencional, assim como no trato orgânico. Esse tipo de prática poderia reduzir o número absoluto e de ordens de insetos, assim como a remoção de *H. armigera* na lavoura com trato convencional.

Tabela 1. Descrição da fauna edáfica amostrada nos diferentes momentos (pousio, fase vegetativa e fase reprodutiva), em lavoura de milho cultivado com trato convencional e com trato orgânico, na área da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG.

Momento de aferição	Ordem	Trato da Lavoura					
		Orgânico			Convencional		
		Sup.	10cm	20cm	Sup.	10cm	20cm
Pousio	Coleoptera	0	6	14	21	10	4
	Hymenoptera	0	7	11	0	11	14
	Blattodea	0	0	4	0	1	1
	Hemiptera	0	0	3	0	1	0
	Dermaptera	0	0	0	0	11	12
	Total	0	13	32	21	34	31
Vegetativa	Coleoptera	0	4	8	0	0	2
	Hymenoptera	0	1	2	0	2	1
	Blattodea	0	0	0	0	0	0
	Hemiptera	0	4	10	0	0	0
	Dermaptera	0	0	0	0	6	3
	Total	0	9	20	0	8	6
Reprodutiva	Coleoptera	0	2	3	0	5	6
	Hymenoptera	0	2	0	0	0	1
	Blattodea	0	0	0	0	0	0
	Hemiptera	0	2	1	0	0	3
	Dermaptera	0	0	0	0	5	5
	Total	0	6	4	0	10	15

A média da profundidade do enterramento da pupa foi de 7,8 cm. Porém foram encontrados valores variando entre 4 e 12,5 cm. Logo, com o intuito de representar este intervalo e estes valores maiores, julgou-se conveniente para o experimento de campo, utilizar as profundidades de superfície (0 cm), 10 e 20 cm para disposição das pupas e para análise de sua remoção. O uso desta variação maior deve permitir uma especulação mais ampla a respeito da remoção dessas pupas, em circunstâncias de maior profundidade de enterramento das mesmas.

Nenhuma pupa recapturada apresentou sinal de parasitoidismo, nem as vivas nem as mortas. As pupas vivas foram criadas até a emergência dos adultos, comprovando a inexistência de parasitoides. Isso provavelmente se deu devido à inexistência da galeria que a pré-pupa escavaria para se alojar no solo. Esta galeria possuiria sinais químicos perceptíveis pelos parasitóides, como de cairomônios emitidos pela pupa (Parra et al. 2002), permitindo o seu encontro. As pupas foram dadas como mortas quando não foram novamente encontradas ou quando partes do corpo o foram.

Não houve diferenças de remoção de pupas de *H. armigera* entre os dois tempos de sua disponibilidade nas lavouras na superfície ($t_{\text{var. sep.}(34)}=-0,995$; $p=0,356$), ou à 10 cm ($t_{(34)}=-1,001$; $p=0,341$), ou à 20 cm ($t_{(34)}=-1,195$; $p=0,259$). Assim, o tempo maior de permanência da pupa em solo não alterou a sua probabilidade de remoção devido, provavelmente, à não alteração da percepção dos insetos benéficos, em relação à presença dessas pupas.

Farwig et al. (2009), mostraram que a disposição de grilos sacrificados na superfície do solo por mais tempo, aumentou a sua percepção por organismos vertebrados e invertebrados e, conseqüentemente, a sua remoção. Do mesmo modo, o maior tempo de disposição de sementes de plantas daninhas na superfície do solo também aumentou o seu grau de remoção por coleópteros predadores de sementes, em lavouras de soja (Menalled et al. 2007). Contudo, a disposição das pupas de *H. armigera* por mais tempo não aumentou a sua remoção nas lavouras de milho com trato orgânico ou convencional no estudo presente. Estas pupas estavam vivas e possivelmente, a sua atratividade não aumentou com o tempo. No trabalho de Farwig et al. (2009) não é mencionado o método de sacrifício dos grilos e isto pode ter influenciado no processo de decomposição, aumentando, com o tempo, a sua atratividade aos removedores. Apesar dessas diferenças, o esperado neste estudo com *H. armigera* era que, com o tempo, o grau de remoção fosse maior, já que a disponibilidade das pupas por mais tempo, aumentaria a chance de serem encontradas e de serem removidas.

Partindo do princípio, de que não houve diferença de remoção entre dias 5 e 10 de exposição das pupas, então os dados de remoção das duas datas foram somados, permitindo a execução de uma ANOVA com três fatores. Por meio desta análise, detectou-se efeito de momento ($F_{(2,18)}=5,707$; $p=0,012$), profundidade ($F_{(2,18)}=4,259$; $p=0,031$), trato cultural ($F_{(1,18)}=8,345$; $p=0,010$) e da interação entre momento e profundidade ($F_{(4,18)}=5,991$; $p=0,003$; figura 4) sobre a remoção das pupas de *H. armigera*. Porém, não houve efeito da interação entre momento e trato cultural ($F_{(2,18)}=0,534$; $p=0,595$), profundidade e trato cultural ($F_{(2,18)}=1,259$; $p=0,308$), assim como da interação tripla entre momento, profundidade e trato cultural ($F_{(4,18)}=0,509$; $p=0,730$).

Considerando o efeito existente da interação entre momento e profundidade, a discussão dos efeitos de momento e de profundidade, isoladamente, torna-se inadequada e passível de ser incompleta. Assim, a discussão dos efeitos destes dois fatores deve considerar a sua interação. De modo geral, percebe-se que a remoção de pupas na superfície foi maior no pousio e na fase reprodutiva, sendo que estas remoções foram superiores a qualquer outra a 10 cm ou a 20 cm, em qualquer fase (pousio, fase vegetativa e fase reprodutiva). Estes resultados corroboram com as expectativas do estudo, já que se previa maior remoção na superfície devido à provável maior riqueza e maior diversidade de organismos nesse lugar. Exceção é o fato de que, a remoção de pupas na superfície durante a fase vegetativa, consistiu o menor valor de remoção detectado em qualquer

profundidade (0, 10 ou 20 cm) e em qualquer momento (pousio, fase vegetativa e fase reprodutiva) nas lavouras.

Além disso, é possível que as maiores temperaturas, medidas no período de exposição das pupas durante o pousio, ($F_{(2,9)}=41,062$; $p<0,001$) tenham interferido positivamente sobre a atividade dos organismos removedores, vertebrados ou invertebrados, e sua remoção, em especial, sobre a remoção na superfície, embora nas maiores temperaturas, a precipitação não tenha sido diferente entre os três momentos de exposição das pupas ($F_{(2,9)}=1,126$; $p=0,337$).

Também uma explicação plausível é o fato de que com o preparo do solo com grade pesada e depois, niveladora, a comunidade de organismos benéficos na superfície do solo pode ter tido sua atividade reduzida, em função da desestruturação de suas populações e, consequentes interações. De fato, após o revolvimento do solo foi visível a elevada atividade de aves predando os organismos que foram expostos. A avaliação da remoção durante a fase vegetativa deu-se oito dias depois da passagem da niveladora na lavoura, provavelmente, tempo insuficiente para reestruturação da comunidade biológica associada ao solo, em especial, aquela de superfície. Ainda, quando práticas de cultivo envolvem preparo do solo, elas desestruturam as comunidades biológicas edáficas, quando comparadas ao cultivo com plantio direto, ou seja, sem movimentação de solo.

Baretta et al. (2006), em campos com rotação de culturas, avaliaram o efeito do preparo de solo sobre a diversidade edáfica, em quatro tratamentos: convencional, com uma aração e duas gradagens; cultivo mínimo, com uma escarificação e uma gradagem; semeadura direta e; com tratamento convencional, porém sem vegetação e sem crosta superficial. A diversidade de organismos foi superior nos sistemas com preparo utilizando semeadura direta e cultivo mínimo. Este resultado se assemelha ao encontrado, em cultivos de sorgo, de girassol e de trigo, onde se avaliou a macrofauna do solo em três tratamentos: plantio direto, preparo do solo reduzido usando apenas um arado e preparo convencional, sendo que e no plantio direto a macrofauna amostrada foi superior em comparação aos outros dois tratamentos (Robertson et al. 1994). Resultados similares também são encontrados em estudos no estado do Mato Grosso do Sul, Brasil em sistemas agroflorestais (Heid et al. 2012), na Itália em cultivo de vinhedo e de milho (Gagnarli et al. 2015) e na França em cultivos de cevada, de alfafa, de aveia, de soja, de centeio e de trigo (Pelosi et al. 2014). Dessa forma, esse resultado está em acordo com estes encontrados na literatura, onde se evidencia que a movimentação de solo, através de práticas agrícolas, influencia negativamente na fauna edáfica de um determinado local e, consequentemente, em potenciais benefícios que esta pode trazer, como por exemplo, a remoção de uma praga.

Com relação à maior remoção no momento de pousio, provavelmente isto foi devido ao fato de que, naquele momento, a disponibilidade de recursos para organismos removedores na superfície do solo ser baixa. Assim, a inclusão das pupas no ambiente antes do plantio do milho, significou a disponibilização de recursos para os organismos presentes tanto na superfície como na subsuperfície

do solo. Resultado semelhante foi encontrado na remoção de larvas de tenébrios, em áreas impactadas por mineração em comparação a áreas naturais e conservadas de Mata e de Campo Rupestre (Castro et al. em preparação; ver capítulo I) e na remoção de tenébrios em áreas pastejadas e invadidas por gramíneas no Parque Nacional da Serra do Cipó, Brasil em comparação às áreas conservadas de Cerradão, de Campo Rupestre e de Cerrado *sensu stricto* (Latini et al. em preparação). Em ambos os casos a explicação é semelhante à obtida nesse estudo, para a maior remoção de *H. armigera* no momento de pousio: nas áreas alteradas (minerada e pastejada/invadida por gramíneas) o ambiente é mais simples, pobre em espécies e típicos de início de sucessão ecológica (Whittaker 1965). Nestes ambientes as poucas espécies dominantes têm abundância populacional, sendo que a distribuição das abundâncias destas espécies é do tipo geométrica (Magurran 1988).

Na lavoura de milho com trato orgânico a remoção foi 15% maior do que com o trato convencional (Figura 5). Diversos estudos têm apontado para o aumento de riqueza e de diversidade de organismos em lavouras com menor número de práticas de manejo. Simoni et al. (2013), em seu estudo na Itália, avaliaram como a abundância e a diversidade de artrópodes é influenciada em cultivos de milho sob trato orgânico e convencional e encontraram abundância e diversidade de insetos superiores em áreas de cultivo orgânico. Jerez-Valle et al. (2014), na cidade de Granada, Espanha, encontraram maiores riqueza e diversidade de insetos em cultivos orgânicos e sem preparo convencional de solo. Em agroecossistemas olerícolas, em Agudo, Rio Grande do Sul, Brasil também foi encontrada maior abundância de insetos em cultivos orgânicos (Brombal 2001). Portanto, sob trato convencional, não somente a ação de agroquímicos, mas, também a ação de implementos afeta a comunidade de organismos benéficos, além do fato de que, sob tratos com menor interferência sobre a biodiversidade do agroecossistema, espera-se mais chances de sua manutenção e de apresentação de seus benefícios (Baretta et al. 2014).

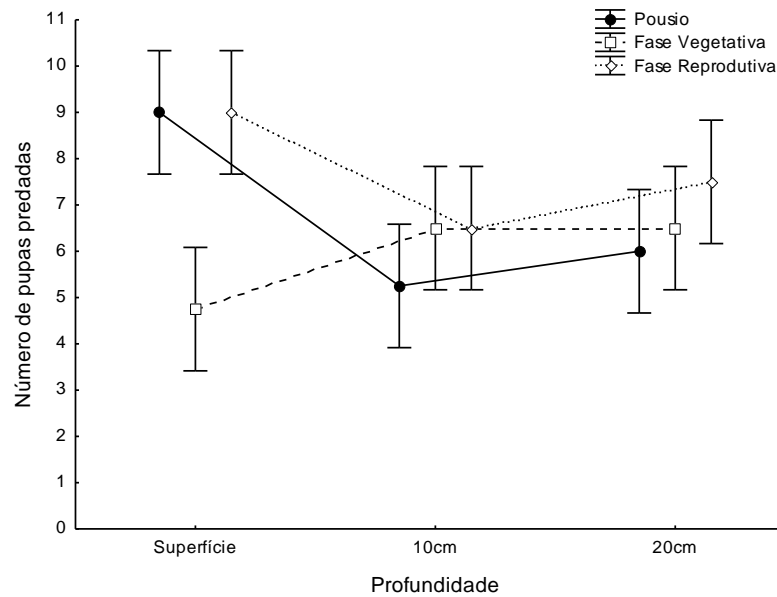


Figura 4. Frequência de remoção de pupas de *H. armigera*, em diferentes profundidades do solo (superfície, 10 e 20 cm), durante o pousio, a fase vegetativa e a fase reprodutiva de lavoura de milho cultivado com trato convencional e com trato orgânico, na área da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG.

Baretta et al. (2006) em Chapecó, Rio Grande do Sul, Brasil estudaram em áreas de rotação de culturas, pastagem e remanescentes de Mata Atlântica, a influência do manejo do solo sobre a diversidade de alguns grupos de insetos e encontraram maiores abundância e riqueza de insetos em áreas de cultivo mínimo e semeadura direta. Cividanes (2002), em lavoura consorciada de milho e de soja em Jaboticabal, São Paulo, Brasil encontrou maior atividade de organismos da ordem Hymenoptera, em especial formigas, e maior abundância de Dermaptera em sistema de plantio direto. Mais recentemente, Ricci et al. (2015), na França, em cultivo de cereal, relatou que a intensificação da agricultura reduziu a biodiversidade do solo em áreas cultivadas, com diferentes adubações e tratos culturais e encontraram maior abundância de minhocas em campos orgânicos, sem aplicação de pesticidas e plantio direto. Resultados similares também foram encontrados em estudos de Silva et al. (2008) e Silva et al. (2006), ambos, em Dourados, Mato Grosso do Sul, em cultivos de soja e aveia e pastagem e em cultivo de soja, aveia, trigo, nabo, soja e em vegetação nativa, respectivamente.

Apesar de, todos esses trabalhos apontarem para certa eficácia aumentada no controle de pragas em sistemas de cultivo conservacionistas ou orgânicos, é ainda possível que a remoção de *H. armigera* no experimento, tenha sido menor que a real capacidade do ambiente natural em fazê-lo, já que se trata de praga nova nesses ambientes de cultivo. Desse modo, a sua percepção por predadores pode ainda ser limitada, aumentando com os anos. Seguindo este raciocínio, supõe-se que seja possível que pragas ocorrentes na região há mais tempo, como a *Spodoptera frugiperda* Smith, tenham maior frequência de remoção pelos predadores.

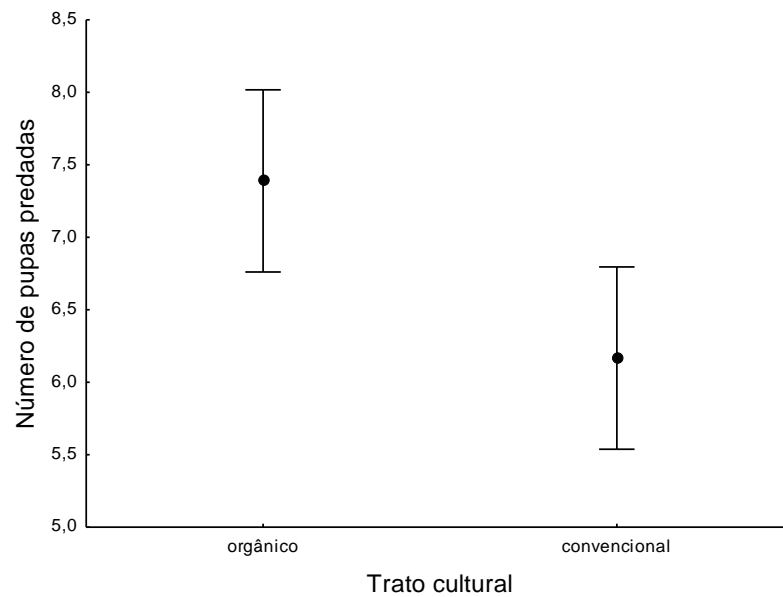


Figura 5. Remoção de pupas de *H. armigera* em lavoura de milho cultivado com trato convencional e com trato orgânico, na área da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG.

Conclusões

Esse trabalho apresenta resultados aplicáveis para o produtor: o tipo de manejo empregado nos cultivos é essencial para o agroecossistema, pois afeta processos benéficos que ali ocorrem. As práticas adotadas em lavouras orgânicas são mais conservativas, a ponto de influenciarem positivamente no controle biológico natural de uma praga que vem causando severos prejuízos a diversas culturas, dentre elas o milho. Na literatura há informações sobre controle biológico, biodiversidade, ação de inimigos naturais na parte aérea do milho, porém, as informações sobre como ocorre o controle desta praga no solo e como os fatores ambientais a controlam, somente agora começam a ser conhecidas.

Entre os conhecimentos agora disponibilizados, destacam-se: a disponibilidade temporal da pupa de *H. armigera* não afeta sua remoção; a remoção de pupas de *H. armigera* na superfície é superior no pousio e na fase reprodutiva do milho; a remoção de pupas na superfície durante a fase vegetativa consiste no menor valor de remoção detectado em qualquer profundidade e em qualquer momento, possivelmente devido à remoção de solo anterior ao plantio; em lavouras de milho, com trato orgânico, a remoção é superior à detectada em lavouras com trato convencional.

Ressalta-se que é difícil obter informações claras sobre as interações entre as pupas de *H. armigera* e de inimigos naturais, pois o estágio de pupa ocorre no solo, um ambiente de difícil estudo já que qualquer interferência neste, pode gerar alterações no comportamento e no desenvolvimento dos organismos aqui estudados. Logo, este estudo representa uma contribuição significativa para o encorajamento de novos estudos com fauna edáfica e para avanço dos conhecimentos sobre a mesma.

Agradecimentos

Os autores são gratos à FAPEMIG por concessão de bolsa de mestrado ao primeiro autor, à Financiadora de Estudos e Projetos (MCT/FINEP/CTINFRA – Campi Regionais- 01/2010 - 1140/10) por apoio institucional. Este trabalho é parte dos resultados obtidos na execução do projeto CRA RDP 192-10 de financiamento conjunto entre FAPEMIG e VALE S.A..

Referências

- AGROFIT (2015) Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. <http://www.agricultura.gov.br/portal/page/>
- ALI A, CHOUDHURY RA (2009) Some biological characteristics of *Helicoverpa armigera* on chickpea. *Tunisian Journal of Plant Protection* 4(1):99-106.
- ALTIERI MA, NICHOLLS CI (2007) Conversión agroecológica de sistemas convencionales de producción: teoría, estrategias y evaluación. *Ecosistemas* 16(1):3-12.
- BARETTA D, LUISE M, BARTZ C, FACHINI I, ANSELMINI R, DUARTE R, BARETTA M (2014) Fauna edáfica e sua relação com variáveis ambientais em sistemas de manejo do solo. *Revista Ciência Agronômica* 5:871-879.
- BARETTA D, SANTOS JCP, BERTOL I, ALVES MV, MANFOI AF, BARETTA CRSM (2006) Efeito do cultivo do solo sobre a diversidade da fauna edáfica no planalto sul catarinense. *Revista de Ciências Agroveterinárias* 5(2):108-117.
- BARETTA D, SANTOS JCP, MAFRA AL, WILDNER LP, MIQUELLUTI DJ (2003) Fauna edáfica avaliada por armadilhas de catação manual afetada pelo manejo do solo na região oeste catarinense. *Revista de Ciências Agroveterinárias* 2:97-106.
- BEUTLER NA, SILVA MLN, CURI N, FERREIRA MM, CRUZ JC, PEREIRAFILHO IA (2001) Resistência à Penetração e Permeabilidade de Latossolo Vermelho Distrófico Típico Sob Sistemas de Manejo na Região dos Cerrados. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 25:167-177.
- BROMBAL JC (2001) Estudo da Fauna de Artrópodes Associada a plantas invasoras em agroecossistemas orgânicos e convencionais. Dissertação, Universidade Estadual de Campinas.
- BUENO RCOF, YAMAMOTO PT, CARVALHO MM, BUENO NM (2014) Occurrence of *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) on Citrus in the State of São Paulo, Brazil. *Revista Brasileira de Fruticultura* 36(2):520-523.
- CAMPANHA MM, CRUZ JC, RESENDE AV, COELHO AM, KARAM D, SILVA GH, FILHO IAP, CRUZ I, MARRIEL IE, GARCIA JC, QUEIROZ LR, COTA LV, PIMENTEL MAG, NETO MMG, VIANA PA, ALBUQUERQUE PEP, COSTA RV, MENDES SM, QUEIROZ VAV (2012) Sistema de Produção Integrada de Milho para Região Central de Minas Gerais. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 74.
- CASTRO ALG, CRUZ I, SANTOS CV, FIGUEIREDO RJ, SILVA RB, FIGUEIREDO MLC (2011) Fertilidade de *Coleomegilla maculata* (DeGeer) (Coleoptera: Coccinellidae) alimentada com *Diatraea saccharalis* Fabr. (Lepidoptera: Crambidae). *Cadernos de Agroecologia* 6(2):1-5.
- CIVIDANES FJ (2002) Efeitos do sistema de plantio e da consorciação soja-milho sobre artrópodes capturados no solo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 37:15-23.
- CORREIA ET (2013) Diversidade e Distribuição Sazonal de Carabidae (Insecta, Coleoptera) em Diferentes Culturas Dissertação, Universidade Estadual Paulista.

- CREBIO JA, VIVAN LM, TOMQUELSKY GV (2013) Ocorrência, aspectos biológicos, danos e estratégias de manejo de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) nos sistemas de produção agrícolas. Embrapa Agropecuária Oeste, Brasil.
- CZEPAK C, ALBERNAZ KC, VIVA LM, GUIMARÃES HO, CARVALHAIS T (2013) Primeiro registro de ocorrência de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) no Brasil. Pesquisa Agropecuária Tropical 43(1):110-113.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA (1999) Sistema brasileiro de classificação de solos. Ministério da Agricultura e do Abastecimento, Rio de Janeiro.
- FARWIG N, BAILEY D, BOCHUD E, HERRMANN J, KINDLER E, REUSSER N, SCHUEPP C, SCHMIDT-ENTLING M.H. (2009) Isolation from forest reduces pollination, seed predation and insect scavenging in Swiss farmland. Landscape Ecological 24:919–927 doi: 10.1007/s10980-009-9376-2
- FITT GP (1989) The ecology of *Heliothis* species in relation to agroecosystems. Annual Review of Entomology, 34(1):17-52.
- GAGNARLI E, GOGGIOLI D, TARCHI F, GUIDI S NANNELLI R, VIGNOZZI N, VALBOA G, LOTTERO M R (2015) Case study of microarthropod communities to assess soil quality in different managed vineyards. Soil 1:527-536. doi: 10.5194/soil-1-527-2015
- HEID DM, DANIEL O, GLAESER DF, VITORINO ACT, PADOVAN M (2012) Edaphic mesofauna of land use systems in two soils in the State of Mato Grosso do Sul. Journal of Agricultural and Environmental Science 55(1):17-25. doi: 10.4322/rca.2012.032
- INTERNATIONAL SERVICE FOR THE ACQUISITION OF AGRI-BIOTHEC APPLICATIONS – ISAAA (2013). Brief 46: Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2013. <http://www.isaaa.org/default.asp>. Accessed 23 Set 2015.
- JEREZ-VALLE C, GARCÍA P, CAMPOS M, PASCUAL F (2014) A simple bioindication method to discriminate olive orchard management types using the soil arthropod fauna. Applied Soil Ecology 76:42-51. doi: 10.1016/j.apsoil.2013.12.007
- LAVELLE P, SPAIN AV (2001) Soil ecology. Kluwer Academic, Amsterdam.
- LIMA JUNIOR IS, DEGRANDE PE, BERTONCELLO TF, MELO EP, SUEKANE R (2013) Avaliação quantitativa do impacto do algodão-bt na População de araneae, carabidae e formicidae predadores ocorrentes sobre o solo. Bioscience Journal 29(1):32-40.
- LOPES PR, ARAÚJO KCS, FERRAZ JMG, LOPES IM, FERNANDES LG (2012) Produção de café agroecológico no sul de Minas Gerais: sistemas alternativos à produção intensiva em agroquímicos. Revista Brasileira de Agroecologia 7(1):25-38.
- LOPES PR, LOPES KCSA (2011) Sistemas de Produção de Base Ecológica – A Busca por um Desenvolvimento Rural Sustentável. Revista Espaço de Diálogo e Desconexão 4(1).

- MAGURRAN AE (1988) Ecological Diversity and its Measurement. Prince-ton University Press, New Jersey.
- MENALLED FD, SMITH RG, DAUER JT, FOX TB (2007) Impact of agricultural management on carabid communities and weed seed predation Agriculture, Ecosystems & Environment 118: 49-54. doi: 10.1016/j.agree.2006.04.011
- MORALGARCIA FJ (2006) Analysis of the spatiotemporal distribution of *Helicoverpa armigera* (Hübner) in a tomato field using a stochastic approach. Biosystems Engineering 93(3):253-259.
- MORÓN MA (2004) Insetos de solo. In: SALVADORI JR, ÁVILA CJ, SILVA MTB (ed.). Pragas de solo no Brasil, 1rd edn. Fundacep Fecotrigo, Brasil, pp 41-68.
- NASERI B, FATHIPOUR Y, MOHARRAMIPOUR S, HOSSEININAVEH V (2011) Comparative reproductive performance of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) reared on thirteen soybean varieties. Journal of Agricultural Science and Technology 13:7-26.
- OLIVEIRA MSS, ROEL AR, ARRUDA EJ, MARQUES AS (2007) Eficiência de produtos vegetais no controle da lagarta do cartucho do milho *Spodoptera frugiperda* (J.E.SMITH, 1797) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE). Ciência e Agrotecnologia 31(2):326-331.
- PARRA JRP, BOTELHO PRM, CORREA-FERREIRA BS, BENTO JMS (2002) Controle Biológico no Brasil: parasitoides e predadores. Manole, São Paulo.
- PASCHOAL AD (1994) Produção orgânica de alimentos: agricultura sustentável para os séculos XX e XXI. ESALQ/ USP, São Paulo.
- PELOSI C, PEY B, HEDDE M, CARO G, CAPOWIEZ Y, GUERNION M, PEIGNÉ J, PIRON D, M BERTRAND, D CLUZEAU (2014) Reducing tillage in cultivated fields increases earthworm functional diversity. Applied Soil Ecology 83:79–87. doi:10.1016/j.apsoil.2013.10.005
- POGUE MG (2004) A new synonym of *Helicoverpa zea* (Boddie) and differentiation of adult males of *H. zea* and *H. armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae: Heliiothinae). Annals of the Entomological Society of America 97(6):1222-1226.
- portal/Internet-MAPA/pagina-inicial/servicos-e-sistemas/sistemas/agrofit Acesso em: 20 junho 2015.
- REED, W. (1965) *Heliothis armigera* (Hb.) (Noctuidae) in western Tanganyika: II. Ecology and natural and chemical control. Bulletin of Entomological Research 56(1):127-140.
- RICCI F, BENTZE L, MONTAGNE D, HOUOT S, BERTRAND M, PELOSI C (2015) Positive effects of alternative cropping systems on terrestrial. Soil Organism 87:71-83.
- ROBERTSON LN, KETTLE BA, SIMPSON GB (1994) The influence of tillage practices on soil macrofauna in a semi-arid agroecosystem in northeastern Australia. Agriculture, Ecosystems and Environment 48:149-156. doi: 10.1016/0167-8809(94)90085-X
- SANTOS ACF, RIBEIRO CM, FERREIRA DC, SANTOS WNP, MACEDO JP, OLIVEIRA LF, OLIVEIRA IP (2014) Discussões sobre alimentos orgânicos no Brasil e outros países. Revista Faculdade Montes Belos 7(1):53-63.

- SCHIAVON GA, LIMA ACR, SCHIEDECK G, SHWENGBER JE, SCHUBERT RN, PEREIRA CV (2015) O conhecimento local sobre a fauna edáfica e suas relações com o solo em agroecossistema familiar de base ecológica: um estudo de caso. *Ciência Rural* 45(4):658-660. doi: 201510.1590/0103-8478cr20121185
- SEUFERT V, RAMANKUTTY N, FOLEY JA (2012) Comparing the yields of organic and conventional Agriculture. *Nature* 485:229-235. doi:10.1038/nature11069
- SILVA RF, AQUINO A, MERCANTE FM, GUIMARÃES MF (2008) Macrofauna invertebrada do solo em sistema integrado de produção agropecuária no cerrado. *Acta Scientiarum – Agronomy* 30: 725-73. doi: 10.4025/actasciagron.v30i5.5974
- SILVA, RF, AQUINO AM, MERCANTE FM, GUIMARÃES MF (2006) Macrofauna invertebrada do solo sob diferentes sistemas de produção em Latossolo da Região do Cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 41(4):697-704. doi: 10.1590/S0100-204X2006000400022
- SIMONI S, NANNELLI R, CASTAGNOLI M, GOGGIOLI D, MOSCHINI V, VAZZANA C, BENEDETTELLI S, MIGLIORINI P (2013) Abundance and biodiversity of soil arthropods in one conventional and two organic fields of maize in stockless arable systems. *Redia* 96:37-44.
- SOUZA JL (2006) Manual de horticultura orgânica. Aprenda Fácil, Viçosa.
- WHITTAKER RH (1965) Dominance and diversity in land plant communities. *Science* 147:250:260.
- ZAR JH (2009) *Biostatistical Analysis*. Prentice Hall, Englewood.

CONCLUSÕES GERAIS

O estudo de paisagens apesar de ter origem antiga, tem grande importância atualmente tanto em ambientes naturais, quanto em ambientes dominados pela ação humana, em especial o agrícola. Atividades antrópicas afetam ambos os ambientes, em ambientes naturais a ação do homem se dá pela expansão da população e pelo uso da terra para monoculturas e tem resultados como na fragmentação de habitats, quem causam, por exemplo, a perda de habitat e da variabilidade genética das populações naturais. Em ambientes de cultura (agrícola) o tipo de manejo adotado e as práticas utilizadas podem resultar em alterações nas funções do agroecossistema, assim, a disponibilidade e a ocorrência de serviços benéficos ao homem, que são os serviços ambientais, serão afetadas.

A remoção de insetos é um tipo de serviço ambiental e pode ser afetado tanto pela paisagem circundante como pela técnica de cultivo. Dessa forma, locais com diferentes tipos de cobertura vegetal em ambientes naturais e tipo de manejo adotado em ambientes de cultura, favorecem ou impedem a ocorrência desses serviços. Os entendimentos de como esses ambientes estão sendo manejados com a finalidade de se garantir a conservação e o fornecimento de serviços ambientais é de grande importância. Através dos resultados obtidos nesse trabalho, foi possível verificar o efeito da paisagem, com diferentes tipos de cobertura vegetal e da ação humana, o que diz respeito ao uso e ao manejo do solo, sobre o serviço ambiental de remoção de insetos.

Em ambientes naturais a remoção de insetos se comportou de maneira diferente em áreas com diferentes tipos de cobertura vegetal. Na área minerada, ambiente com menor riqueza de elementos estruturais e com menor riqueza e diversidade de organismos, houve maior remoção de tenébrios, porém há a possibilidade de áreas adjacentes, com cobertura vegetal mais abundante estarem fornecendo organismos para que este serviço ocorra em áreas próximas, com recursos menos abundantes. A ação de vertebrados foi insignificante quando comparada com a ação de invertebrados, devido a diversos fatores, dentre eles, ao período de exposição das iscas ter sido somente durante o dia, não permitindo a realização da remoção por organismos de hábito noturno. As paisagens naturais oferecem inúmeros benefícios para ambientes de cultivo, como disponibilidade e suporte a vida de polinizadores, agentes de controle biológico, ciclagem de nutrientes, entre outros. O serviço de remoção de insetos estudado aqui pode indicar uma possível remoção de pragas em lavouras, confirmando a oferta dos benefícios citados anteriormente, do ambiente natural ao de cultura.

Em ambientes de cultura de milho, a disponibilidade temporal de pupas de *Helicoverpa armigera* não afetou a sua remoção. A remoção de pupas foi superior no pousio e na fase reprodutiva do milho e durante a fase vegetativa houve menor valor de remoção em todas as profundidades e em qualquer momento do experimento, provavelmente, devido a fase reprodutiva ser mais próxima em dias do uso de grade pesada e niveladora nas áreas. Em lavouras de milho com trato orgânico a remoção foi superior ao trato convencional.

Os resultados obtidos no segundo artigo são aplicáveis e de grande valia ao produtor, pois o tipo de prática agrícola adotada afeta a ocorrência de processos e de serviços ambientais que acontecem naturalmente em seu cultivo, como aqueles sob trato orgânico, na adoção de práticas mais conservativas. O pouco conhecimento encontrado na literatura sobre o controle de pragas no solo em contraposição ao controle na parte aérea faz desse trabalho, um importante contributo, já que a *H. armigera* é praga de recente ocorrência no Brasil, com estágio de pupa situada no solo e, seu controle biológico natural tem sucesso influenciado pelo manejo e pelo uso do solo. É importante destacar que estudos que ocorrem no solo são de difícil delineamento, pois qualquer interferência neste pode ocasionar em alterações no comportamento e no desenvolvimento dos organismos em questão.

Por fim, esse estudo corrobora com o conhecimento sobre a ocorrência do serviço ambiental de remoção de insetos em ambiente natural e de cultura e também incentiva a realização de estudos futuros, com objetivo de avançar o conhecimento acerca desse assunto.