

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE SINOP
Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais

SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA E A
DIVERSIDADE DE ARTRÓPODES PREDADORES EPÍGEOS

RAPHAEL ISERNHAGEN HYDALGO

Sinop, Mato Grosso
Fevereiro, 2018

RAPHAEL ISERNHAGEN HYDALGO

SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA E A
DIVERSIDADE DE ARTRÓPODES PREDADORES EPÍGEOS

Orientador: Dr. Marliton Rocha Barreto
Coorientador: Dr. Rafael Major Pitta

Dissertação apresentada ao Programa de Pós
Graduação em Ciências Ambientais da
Universidade Federal de Mato Grosso,
Campus Universitário de Sinop, como parte
das exigências para obtenção do título de
Mestre em Ciências Ambientais.
Área de Concentração: Biodiversidade.

Sinop, Mato Grosso
Fevereiro, 2018

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

H992s Hydalgo, Raphael Isernhagen.
 Sistemas de integração Lavoura-Pecuária-Floresta e a
 diversidade de artrópodes predadores epígeos / Raphael Isernhagen
 Hydalgo. -- 2018
 ix, 47 f. : il. ; 30 cm.

 Orientador: Marliton Rocha Barreto.
 Co-orientador: Rafael Major Pitta.
 Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso,
 Instituto de Ciências Naturais, Humanas e Sociais, Programa de
 Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Sinop, 2018.
 Inclui bibliografia.

 1. biodiversidade. 2. controle biológico natural. 3. inimigos
 naturais. 4. sustentabilidade. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.

Sinopse:

Estudou-se a influência de sistemas de integração Lavoura-Pecuária-Floresta na comunidade de artrópodes predadores epígeos, quando comparado a sistemas agrícolas em monocultivos.

Palavras-chave:

biodiversidade, controle biológico natural, inimigos naturais, sustentabilidade



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS
Avenida Alexandre Ferronato, nº 1.200 - Setor Industrial - Cep: 78557267 - Sinop/MT
Tel : 66 3531-1663/r. 206 - Email : ppgcam@ufmt.br

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO : "Sistema de integração lavoura-pecuária-floresta e a diversidade da artrópodes predadores epígeos"

AUTOR : Mestrando RAPHAEL ISERNHAGEN HYDALGO

Dissertação defendida e aprovada em 26/02/2018.

Composição da Banca Examinadora:

Presidente Banca / Orientador	Doutor(a)	Marilton Rocha Barreto
Instituição:		UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
Coorientador	Doutor(a)	Rafael Major Pitta
Instituição:		Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA
Examinador Interno	Doutor(a)	Leandro Dênis Battirola
Instituição:		UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
Examinador Externo	Doutor(a)	Debora Pires Paula
Instituição:		Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia
Examinador Suplente	Doutor(a)	Lucélia Nobre Carvalho
Instituição:		UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO

Marilton Rocha Barreto
Rafael Major Pitta
Leandro Dênis Battirola
Debora Pires Paula

SINOP.26/02/2018.

Dedico o presente trabalho aos meus pais, Eduardo Fernandes Hydalgo e Ruth Cristina Isernhagen, pelo apoio e incentivo incondicional aos estudos, e a minha namorada, Gabriela Ludwig Teixeira, pela atenção e compreensão necessárias nas horas mais precisas.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Dr. Marliton Rocha Barreto, pela orientação, acompanhamento, direcionamento e compreensão.

Ao meu coorientador, Dr. Rafael Major Pitta, também pelo direcionamento e auxílio no desenvolvimento do trabalho.

À minha colega Ma. Suellen Karina Albertoni Barros, pela colaboração essencial para a execução deste trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, do Instituto de Ciências Naturais, Humanas e Sociais, da Universidade Federal de Mato Grosso, *Campus Sinop*, pela oportunidade de desenvolvimento acadêmico.

À Embrapa Agrossilvipastoril, pela infraestrutura fornecida, essencial para a realização deste trabalho.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso (FAPEMAT) e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) que, por meio do edital CAPES/FAPEMAT 017/2015, me concedeu bolsa de mestrado.

Ao Dr. Antônio Domingos Brescovit pela identificação taxonômica de Araneae. Ao Dr. Ivan Carlos Fernandes Martins pela identificação taxonômica de Carabidae. Ao Dr. Angelico Asenjo pela identificação taxonômica de Staphylinidae. Ao Dr. Ivan Cruz pela identificação taxonômica de Dermaptera. Ao Dr. Jacques H. Charles Delabie pela identificação taxonômica de Formicidae.

Aos doutores David Andow e Débora Pires Paula pela contribuição essencial no delineamento inicial deste projeto.

E a todos os que, de forma direta ou indireta, contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

Os sistemas de integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) apresentam-se como uma alternativa de produção sustentável, integrando atividades agrícolas, pecuárias e florestais, consorciados, em sucessão ou rotacionados. A heterogeneidade e diversidade dos agroecossistemas são de extrema importância para a eficácia do controle biológico natural, que consiste na regulação da população dos indivíduos pragas por meio de inimigos naturais. Dentre os inimigos naturais, os predadores apresentam-se como importante opção de defesa contra a ação de indivíduos-praga. O objetivo deste estudo foi avaliar a influência dos arranjos produtivos sobre a comunidade dos artrópodes predadores associados ao solo. As coletas foram realizadas no campo experimental da Embrapa Agrossilvipastoril, no município de Sinop-MT. Os sistemas produtivos avaliados foram: 1) lavoura em monocultivo de soja (*Glycine max* (L.)) no verão e cultivo subsequente de milho (*Zea mays* L.) consorciado com braquiária (*Urochloa brizanta* (Hochst. ex A.Rich.) R.Webster), 2) monocultivo de eucalipto (híbrido de *Eucalyptus grandis* vs *E. urophylla*), 3) pastagens em monocultivo de braquiária e 4) integração Lavoura-Pecuária-Floresta (cultivo de soja subsequente de milho consorciado com braquiária entre os renques de eucalipto). O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com quatro repetições. A coleta de artrópodes foi realizada num intervalo quinzenal, durante a safra, e mensal, na entressafra, por meio de armadilhas do tipo *Pitfall*, sem atrativos, com permanência de 24 horas em campo. Foram coletados 75.103 artrópodes predadores, distribuídos entre Coleoptera, Dermaptera e Formicidae, de Hexapoda, e Araneae. Os sistemas produtivos e os períodos amostrais influenciaram na comunidade de artrópodes predadores. Formicidae foi mais abundante, principalmente no monocultivo de eucalipto. Coleoptera e Dermaptera apresentaram maior abundância de indivíduos em lavoura, e Araneae apresentou-se mais abundante no iLPF. Os resultados de frequência e riqueza de espécies de artrópodes predadores foram melhores para iLPF. Conclui-se que a constituição da comunidade de artrópodes predadores foi influenciada pelos sistemas produtivos e pelas estações do ano, sendo maiores frequências e riquezas observadas no iLPF, e menor no período de entressafra, corroborando com a hipótese de que a heterogeneidade do ambiente influencia a complexidade na composição de espécies.

Palavras-chave: biodiversidade, controle biológico natural, inimigos naturais, sustentabilidade

ABSTRACT

The Crop-Livestock-Forestry integration systems (CLFI) are an alternative of sustainable production, integrating agricultural, livestock and forestry activities, associated, in succession or in rotation. The heterogeneity and diversity of agroecosystems are extremely important for the effectiveness of natural biological control, which consists in regulating the population of pests by natural enemies. Among the natural enemies, predators reveals as an important defense option against phytophagous insects. The aim of this study was to evaluate the influence of productive system on the community of arthropods epigeous predators. We performed the collects in the experimental field of Embrapa Agrossilvipastoril, in Sinop-MT. The production systems evaluated were: 1) crop monoculture of soybean in the summer and subsequent cultivation of corn intercropped with palisade grass; 2) forest monoculture of eucalyptus; 3) pasture monoculture of palisade grass and (4) Crop-Livestock-Forest integration (CFLI). The experiment was design for using a randomized blocks with four repetitions. To collect arthropods, we used five pitfall traps, which remained in the field for about 24 hours. The frequency of sampling was biweekly during the crop season and monthly during off-season. A total of 75.103 arthropods were collected, divided in Coleoptera, Dermaptera and Hymenoptera, from Hexapoda, and Araneae. The productive systems and the sampling periods influenced the composition of the community of arthropods epigeal predators. Hymenoptera was the most abundant order, mainly in eucalyptus monoculture. Coleoptera and Dermaptera showed greater abundance in soybean-corn system, and Araneae was more abundant in CFLI. The results for frequency and richness of predatory arthropod species were better for CFLI. We conclude that the constitution of community of arthropod epigeal predators was influenced by the productive systems and the seasons of the year, with a higher frequency and richness observed in the CFLI, and lower in the off-season period, corroborating with the hypothesis that the heterogeneity of the environment influences the complexity of species composition.

Key-words: biodiversity, natural biological control, natural enemies, sustainability.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	10
LISTA DE TABELAS	11
INTRODUÇÃO GERAL	12
REVISÃO DE LITERATURA	13
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	166
SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA E A DIVERSIDADE DA ARTROPODOFAUNA DE PREDADORES ASSOCIADOS AO SOLO.....	19
RESUMO.....	19
ABSTRACT.	19
INTRODUÇÃO.....	21
MATERIAL E MÉTODOS	22
Área de estudo	22
Amostragem e identificação de espécies de artrópodes predadores.....	22
Tabulação dos dados e análise estatística	23
RESULTADOS	24
DISCUSSÃO	32
CONCLUSÃO.....	34
REFERÊNCIAS	35
APÊNDICE	38
ANEXO.....	41

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Disposição das armadilhas nas parcelas com sistema de integração Lavoura-Pecuária-Floresta utilizado no experimento. Os círculos representam as armadilhas e as linhas triplas os renques de eucalipto.....23
- Figura 2.** Ordenação (NMDS) da composição qualitativa de espécies de artrópodes predadores epígeos em sistemas produtivos (F: Floresta de eucalipto em monocultivo; L: Lavoura em monocultivo; P: Pastagem em monocultivo; I: integração Lavoura-Pecuária- Floresta) durante os períodos de safra de soja (A), safra de milho (B) e entressafra (C) 2014-2016, Sinop-MT.....29
- Figura 3.** Ordenação (NMDS) da composição quantitativa de espécies de artrópodes predadores epígeos em sistemas produtivos (F: Floresta de eucalipto em monocultivo; L: Lavoura em monocultivo; P: Pastagem em monocultivo; I: integração Lavoura-Pecuária- Floresta) durante os períodos de safra de soja (A), safra de milho (B) e entressafra (C) 2014-2016, Sinop-MT.....30
- Figura 4.** Diagrama de Venn para conjuntos de ocorrência de espécies de artrópodes predadores epígeos em sistemas produtivos (A) e durante os períodos amostrais (B).....31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Abundância de artrópodes predadores epígeos em sistemas produtivos (nos períodos amostrais (SS: safra de soja; SM: safra de milho; ES: entressafra)).....	25
Tabela 2. Frequência e riqueza de espécies de artrópodes predadores epígeos em sistemas produtivos e períodos amostrais; 2014-2016, Sinop-MT.....	26
Tabela 3. Riquezas de espécies de artrópodes predadores epígeos em sistemas produtivos nos períodos amostrais (SS: safra de soja; SM: safra de milho; ES: entressafra; T: total do sistema), 2014-2016, Sinop-MT.....	26
Tabela 4. Estimadores de riqueza Chao 2, Jackknife1, Jackknife 2 e Bootstrap, nos sistemas produtivos avaliados, após reamostragem pelo método de Bootstrap. 2014-2016, Sinop-MT	27
Tabela 5. Índices de diversidade de Shannon e Simpson para artrópodes predadores epígeos em sistemas produtivos nos períodos amostrais, e índice de Dominância de Berger-Parker (SS: safra de soja; SM: safra de milho; ES: entressafra; T: total do sistema); 2014-2016, Sinop-MT.	27
Tabela 6. Índice de dominância de Berger-Parker de artrópodes predadores epígeos em sistemas produtivos nos períodos amostrais; 2014-2016, Sinop-MT.....	28
Tabela 7. Espécies exclusivas encontradas nos sistemas produtivos avaliados.....	31
Tabela 8. Espécies exclusivas encontradas nos períodos amostrais avaliados.....	32

INTRODUÇÃO GERAL

Devido à crescente demanda em aumentar a produção agrícola em função do aumento da população mundial, a utilização de inseticidas de diversas fontes, tanto orgânicas quanto inorgânicas, no combate a pragas, se apresenta como um dos recursos mais utilizados atualmente pelos produtores agrícolas, como afirmam Braibante e Zappe (2012). O problema consiste no uso indiscriminado desses agrotóxicos, que pode causar diversos problemas, como a contaminação dos lençóis freáticos, degradação da fertilidade do solo, seleção de populações resistentes ao químico e danos ao meio ambiente e à saúde humana (VEIGA et al., 2006; MACEDO, 2009).

Considerando esses problemas, a comunidade científica procura alternativas de combate às pragas menos danosas ao meio ambiente. O controle biológico natural, que consiste na regulação da população dos indivíduos pragas por meio de estratégias que promovam a presença de inimigos naturais, como predadores e parasitoides (FIEDLER et al., 2008), apresenta-se como uma alternativa viável para a redução dos impactos causados por inseticidas. No entanto, para a manutenção dos insetos predadores em campo, é necessária a manutenção de agroecossistemas diversos, pois, segundo Barbosa et al. (2011), sistemas diversificados podem possibilitar diversos efeitos benéficos para os predadores, como aumento de sobrevivência, longevidade, fecundidade, tempo de retenção e imigração de inimigos naturais. Contudo, os efeitos da maior heterogeneidade em sistemas agrícolas não podem ser generalizados, e, por isso, é necessário estudar particularmente cada um dos agroecossistemas (RESENDE et al., 2014).

A heterogeneidade e diversidade dos agroecossistemas são de extrema importância para a eficácia do controle biológico natural. Segundo Balbino et al. (2011), o sistema de integração Lavoura-Pecuária-Floresta vem apresentando benefícios nesta forma de controle, pois promove a biodiversidade, ao fornecer novos nichos e habitats aos inimigos naturais.

É importante que sejam conhecidos os benefícios no combate às pragas ocasionados pela heterogeneidade do agroecossistema e, por isso, há a necessidade de se identificar e quantificar quais os insetos predadores presentes, e entender suas relações ecológicas com os organismos praga (FERNANDES et al., 2010). Portanto, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a influência de sistemas de integração Lavoura-Pecuária-Floresta na comunidade de artrópodes predadores epígeos, quando comparado a sistemas agrícolas em monocultivos.

REVISÃO DE LITERATURA

O conceito de utilização de diferentes culturas é antigo, sendo utilizado na Europa desde a idade média, ao associar plantios com outras culturas, como frutíferas ou florestais (DUPRAZ; LIAGRE, 2008). A integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) é, segundo Mendes et al. (2013), a produção sustentável de carne, leite, grãos, fibra, energia e produtos florestais, dentre outros, em uma mesma área, através do plantio consorciado, em sucessão ou rotação de cultura. Este sistema busca maximizar a utilização dos ciclos biológicos das plantas e animais, bem como seus resíduos, minimizando e aperfeiçoando a utilização de agroquímicos, com melhor eficiência no uso dos equipamentos em geral.

O sistema iLPF permite ao produtor a intensificação do uso da terra, de maneira a atingir maior qualidade de produção e qualidade ambiental (BALBINO et al., 2011). A iLPF é, também, uma alternativa para a produção sustentável, visto que favorece a recuperação de áreas degradadas, reduz a abertura de novas áreas, reduz a emissão de gases efeito estufa, conserva o solo e a qualidade da água (ADAMI; ALEXANDRE, 2015).

Balbino et al. (2011) classificaram os sistemas de integração em quatro grupos, sendo estes: Integração Lavoura-Pecuária, ou Agropastoril, que consiste na rotação, consórcio ou sucessão dos componentes agrícola e pecuário em uma mesma área; Integração Pecuária-Floresta, ou Silvipastoril, que consorcia os componentes pastagem e floresta em uma mesma área, e está relacionado principalmente para áreas com dificuldade na implantação de lavouras; Integração Lavoura-Floresta, ou Silviagrícola, onde os componentes agrícolas e florestais são consorciados na mesma área; Integração Lavoura-Pecuária-Floresta, ou Agrossilvipastoril, que integra os componentes agrícola e pecuário em rotação, consórcio ou sucessão, consorciados com o componente florestal.

O sistema iLPF, devido aos seus diferentes componentes, apresenta uma complexidade estrutural da paisagem superior a outros sistemas agrícolas, como o monocultivo e, conforme Haenke et al. (2009), este fator influencia a biodiversidade local e os serviços dos ecossistemas associados, incluindo o controle biológico.

Conforme Price et al. (2011), o controle biológico de pragas pode ser classificado de três maneiras distintas, sendo estas: a) Clássico, onde ocorre a introdução de um inimigo natural da praga na área onde esta deve ser controlada; b) Aplicado, que consiste no aumento da população de um inimigo natural, nativo ou exótico, até que este atinja níveis de população necessário para que ocorra o controle da praga; c) Natural, que envolve a manipulação do ambiente a fim de criar condições que favoreça, o estabelecimento de inimigos naturais.

O controle biológico natural consiste em manter áreas de compensação ecológica, pouco perturbadas, ou ambientes mais diversificados, com o intuito de aumentar a diversidade de inimigos naturais, favorecendo a presença, sobrevivência e diversidade destes, para reduzir ou suprimir a população de uma determinada praga (FIEDLER et al., 2008) e refere-se ao controle que ocorre naturalmente nos diferentes agroecossistemas, e é observado quando o ambiente não é impactado por práticas culturais errôneas. Quando as práticas agrícolas realizadas têm o intuito de conservar os inimigos naturais presentes, ou quando são utilizados agrotóxicos seletivos, o controle biológico natural é favorecido (BUENO et al., 2012).

Desta forma, objetivo do controle biológico natural é induzir a formação de um complexo de inimigos naturais que irão suprimir a população de pragas e que, desta forma, a produtividade da cultura seja beneficiada (PRICE et al., 2011). Em sistemas de monocultivo, este controle natural não é suficientemente eficaz para controlar as espécies-praga, devido à baixa diversidade animal e vegetal (HODDLE; VAN DRIESCHE, 2009).

O uso de práticas que favoreçam a manutenção dos inimigos naturais pode contribuir para a realização de práticas mais seguras e eficazes no controle das pragas. O controle biológico natural possui inúmeras vantagens, pois é prático na utilização por produtores, e é uma alternativa viável no controle de pragas em plantios sustentáveis (JONSSON et al., 2008).

A manipulação de habitats tem sido alvo de estudos há alguns anos, por fornecer ambientes mais diversos e propícios para a manutenção de inimigos naturais em campo, promovendo o controle de indivíduos-praga (TSCHARNTKE et al., 2007). Um exemplo de ambiente manipulado e diversificado é o que ocorre no sistema de integração Lavoura-Pecuária-Floresta. Os predadores e parasitoides de pragas destacam-se como os principais agentes no controle biológico natural de pragas (VAN LENTEREN, 2012).

Coleoptera possui cerca de 129 famílias conhecidas, e destas, cerca de 105 tem ocorrência no Brasil, sendo que as mais abundantes são Curculionidae, Cerambycidae, Chrysomelidae, Scarabaeidae, Staphylinidae, Tenebrionidae e Carabidae (CASARI; IDE, 2012). Ocupam diversos nichos ecológicos, e as espécies terrestres, tanto as larvas quanto os adultos, podem ser encontrados em solo, plantas, restos de animais, entre outros, e possuem variados hábitos alimentares, inclusive o de predação (CASARI; IDE, 2012). Staphylinidae, Coccinellidae e Carabidae são famílias bem diversificadas e abundantes em agroecossistemas, destacando-se como inimigos naturais de outros insetos, incluindo pragas das culturas agrícolas e plantios florestais (TRIPLEHORN; JONNSON, 2011; SIQUEIRA et al., 2015). Coccinellidae também apresenta certa importância, com aproximadamente 2.000 espécies na região Neotropical (ALMEIDA; RIBEIRO-COSTA, 2012) e cerca de 660 espécies no Brasil (ALMEIDA et al., 2017), se alimentam de uma grande variedade de

presas, incluindo ácaros, pulgões, outros coleópteros e lepidópteros (BIDDINGER et al., 2009; EVANS, 2009; OBRYCKI et al., 2009).

Dermaptera também contém diversas espécies eficientes como agentes de controle biológico, pois atacam uma grande diversidade de presas, especialmente ovos e formas jovens de Lepidoptera, Hemiptera, Coleoptera e Diptera, como afirmaram Silva et al. (2010). Como exemplo pode-se citar *Euborellia annulipes* (Lucas, 1847) (Dermaptera: Anisolabididae), que, dentre diversos registros, é citado como agente controlador de *Hyadaphis foeniculi* (Passerini, 1860) (Hemiptera: Aphididae) por Silva et al. (2010), e ovos e larvas de *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). *Doru luteipes* (Scudder, 1876) (Dermaptera: Forficulidae), mostra potencial como agente de controle biológico, pois já demonstrou eficiente voracidade predando ovos e larvas de Lepidoptera, incluindo *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) (ROMERO-SUELDO; VIRLA, 2008).

Hymenoptera é uma das quatro ordens megadiversas de insetos, compreendendo mais de 153.000 espécies catalogadas e, possivelmente, mais de 1 milhão de espécies (AGUIAR et al., 2013), compreendendo vespas, formigas e abelhas. Dentro desta ordem, os insetos da família Formicidae apresentam grande importância econômica, ocorrendo, no Brasil, aproximadamente 1.458 espécies (BACCARO et al., 2015).

Vários relatos demonstram a atividade predatória das formigas, como *Solenopsis invicta* (Buren, 1972), *Pseudomyrmex termitarius* (Smith, 1855) e espécies de *Pheidole* (Westwood, 1839), *Dorymyrmex* (Mayr, 1866) e *Camponotus* (Mayr, 1861) (Hymenoptera: Formicidae) (SUJII et al., 2002; LANGE et al., 2008), que são formigas consideradas eficientes predadoras de praga da cultura da soja. Fernandes et al. (2012) relataram a eficiência de formigas na predação de larvas das moscas-das-frutas (Tephritidae). Portanto, as formigas são predadoras de diversos insetos herbívoros presentes em culturas, podendo ser utilizadas no controle biológico.

Os indivíduos da ordem Araneae, popularmente conhecidos como aranhas, são um dos grupos mais diversos (TOTI et al., 2000), e estão altamente relacionados a manutenção do equilíbrio ecológico, devido aos hábitos predatórios (AQUINO et al., 2005). Conforme Rinaldi e Ruiz (2002), as aranhas apresentam grande diversidade em sistemas agrícolas e, por isso, o levantamento faunístico destas e estudos sobre o papel ecológico que desempenham em agroecossistemas são fundamentais (PREUSS; LUCAS, 2011).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMI, A. F.; ALEXANDRE, J. W. Sistema de integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF): uma alternativa sustentável para a pecuária brasileira. IN: Linguagem Acadêmica. Batatais. v. 5 n. 1, p. 145-156, 2015.
- AGUIAR, ALEXANDRE P. et al. Order Hymenoptera. In: Zhang, Z.-Q. (Ed.) Animal Biodiversity: An Outline of Higher-level Classification and Survey of Taxonomic Richness (Addenda 2013) . Zootaxa, [S.l.], v. 3703, n. 1, p. 51–62, 2013.
- ALMEIDA L. M.; RIBEIRO-COSTA, C. S. Predatory beetles (Coccinellidae). In: Panizzi, A.R. & Parra, J.R.P. (Org.). Insect Bioecology and Nutrition for Integrated Pest Management. Boca Raton: CRC Press, 23, 571-591, 2012.
- ALMEIDA, L. M.; SANTOS, P. B.; CASTRO-GUEDES, C. F. Coccinellidae in Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil. PNUD. 2017.
- AQUINO, R. C. T.; SILVA, S. T.; TIBURCIO, I. C. S; CORREIA, G. Q. C. Escorpiões, aranhas e serpentes: aspectos gerais e espécies de interesse médico no Estado de Alagoas, Macéio: EdUFAL, 2005.
- BACCARO, F. B.; FEITOSA, R. M.; FERNANDEZ F.; FERNANDES, I. O.; IZZO, T. J.; SOUZA, J. L. P. de; SOLAR, R. Guia para os gêneros de formigas do Brasil. Manaus: Editora Inpa, 388 p. 2015.
- BALBINO, L. C.; BARCELLOS, A. O.; STONE, L. F. (Ed.). Marco referencial: integração lavoura-pecuária-floresta. Brasília: Embrapa, 2011. 130p.
- BARBOSA, F. S.; AGUIAR-MENEZES, E. L.; ARRUDA, L. N.; SANTOS, C. L. R.; PEREIRA, M. B. Potencial das flores na otimização do controle biológico de pragas para uma agricultura sustentável. Revista Brasileira de Agroecologia, Porto Alegre, v. 6, n. 2, p. 101-110, 2011.
- BIDDINGER, D. J.; WEBER, D. C.; HULL, L. A. Coccinellidae as predators of mites: Stethorini in biological control. Biological Control, p. 268-283, 2009.
- BRAIBANTE, M. E. F.; ZAPPE, J. A. A química dos agrotóxicos. Revista Química Nova na Escola. Vol. 34, Nº 1, p. 10-15, 2012.
- BUENO, A. de F.; PANIZZI, A. R.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; HOFFMANN-CAMPO, C. B.; SOSA-GOMEZ, D. R.; GAZZONI, D. L.; HIROSE, E.; MOSCARDI, F.; CORSO, I. C.; OLIVEIRA, L. J.; ROGGIA, S. Histórico e evolução do manejo integrado de pragas da soja no Brasil. In: HOFFMANN-CAMPO, C. B.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. Soja: manejo integrado de insetos e outros Artrópodes-praga. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 37-74.
- CASARI, S. A.; IDE, S. Coleoptera Linnaeus, 1758. In: RAFAEL, J. A.; MELO, G. A. R.; CARVALHO, C. J. B. de; CASARI, S.A.; CONSTANTINO, R. (Ed.). Insetos do Brasil: Diversidade e taxonomia. Holos Editora, Ribeirão Preto, SP. 2012. 796 p. Cap. 32. p. 453-536

DUPRAZ, C.; LIAGRE, F. Agroforesterie: des arbres et des cultures. Paris: Editions France. Agricole, 2008. 413 p.

EVANS, E. W. Lady beetles as predators of insects other than hemiptera. *Biological Control*, v. 51, p. 255-267, 2009.

FERNANDES, F.L.; PICANÇO, M. C.; FERNANDES, M. E. de S.; XAVIER, V. M.; MARTINS, J. C.; SILVA, V. F. Controle biológico natural de pragas e interações ecológicas com predadores e parasitoides em feijoeiro. *Bioscience. Journal*, v. 26, n. 1, p. 6-14, 2010.

FERNANDES, W. D.; SANT'ANA, M. V.; RAIZER, J.; LANGE, D. Predation of fruit fly larvae *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) by ants in grove. *Psyche, Jena*, v. 2012, n. 1, 2012.

FIEDLER, A.K.; LANDIS, D.A.; WRATTEN, S.D. Maximizing ecosystem services from conservation biological control: the role of habitat management. *Biological Control*, v.45, p.254-271, 2008.

HAENKE, S.; SCHEID, M.S.; TSCHARNTKE, T.; THIES, C. Increasing syrphid fly diversity and density in sown flower strips within simple vs. complex landscapes. *Journal of Applied Ecology*, Oxford, v. 46, n. 5, p. 1106-1114, 2009.

HODDLE, M. S.; van DRIESCHE, R. G. Biological control of insects pests. In: SCHOWALTER, T. D. *Insect Ecology*. 2.ed. San Diego: American Press,. 2009. p. 91-101

JONSSON, M.; WRATTEN, S. D.; LANDIS, D. A.; GURR, G. M. Recent advances in conservation biological control of arthropods by arthropods. *Biological Control*, Orlando, v. 45, p. 172-175, 2008.

LANGE, D.; FERNANDES, W. D.; RAIZER, J.; FACCENDA, O. Predacious activity of ants (Hymenoptera: Formicidae) in conventional and in no-till agriculture systems. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, Curitiba, v. 51, n. 6, p.1199-1207, 2008.

MACEDO, M.C.M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, p.133-146, 2009.

MENDES, M. M. S.; LACERDA, C. F. de; CAVALCANTE, A. C. R.; FERNANDES, F. É. P.; OLIVEIRA, T. S. de. Desenvolvimento do milho sob influência de árvores de pau branco em sistema agrossilvipastoril. *Pesquisa agropecuária brasileira*, Brasília, v.48, n.10, p.1342-1350, 2013.

OBRYCKI, J. J.; HARWOOD, J. D.; KRING, T. J.; O'NEIL, R. J. Aphidophagy by Coccinellidae: Application of biological control in agroecosystems. *Biological Control*, v.51, n.2, p.244-254. 2009.

PREUSS, J.F.; LUCAS, E.M. Diversidade de aranhas (Arachnida, Araneae) em um fragmento de floresta estacional decidual, extremo oeste de Santa Catarina, Brasil. *Unesco & Ciência – ACBS*, v.3, n.1, p. 37-46, 2011.

PRICE, P. W.; DENNO, R. F.; EUBANKS, M. D.; FINKE, D. L.; KAPLAN, I. *Insect Ecology: behavior, populations and communities*. New York: Cambridge. University Press, 2011, p. 297-340.

RESENDE, A. L. S.; SOUZA, B.; AGUIAR-MENEZES, E. L.; OLIVEIRA, R. J.; CAMPOS, M. E. S. Influência de diferentes cultivos e fatores climáticos na ocorrência de crisopídeos em sistema agroecológico. Arquivos do Instituto Biológico, v.81, n.3, p.257-263, 2014.

RINALDI, I. M. P.; RUIZ, G. R. S. Comunidades de aranhas (Araneae) em cultivos de seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) no Estado de São Paulo. Revista Brasileira de Zoologia, Curitiba, v. 19, n. 3, p. 781-788, 2002.

ROMERO-SUELDO, G. M.; VIRLA, E. G. Datos biológicos de *Doru luteipis* (Dermaptera: Forficulidae) em plantaciones de caña de azúcar y consumo de huevos de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) em condiciones de laboratorio, Revista de la sociedade entomológica Argentina, Mendoza, v. 68, n. 3-4, p. 359-363, 2009.

SILVA, A. B. BATISTA, J. L. BRITO, C. H. Aspectos biológicos de *Euborellia annulipes* (Dermaptera: anisolabididae) alimentada com o pulgão *Hyadaphis foeniculi* (Hemiptera: aphididae). Revista Caatinga, Mossoró, v. 23, n. 1, p. 21-27, 2010.

SIQUEIRA, M. T.; FERREIRA, V.; PEZZINI, C.; KÖHLER, A. Carabidae (Coleoptera, Insecta) no cultivo de tabaco em Santa Cruz do Sul, Rs, brasil. Revista Jovens Pesquisadores, Santa Cruz do Sul, v. 5, n. 2, 2015.

SUJIL, E. R.; PIRES, C. S. S.; SCHMIDT, F. G. V.; ARMANDO, M. S.; BORGES, M. M.; CARNEIRO, R. G.; VALLE, J. C. V. Controle biologico de insetos-praga na soja organica do Distrito Federal. Cadernos de Ciencia & Tecnologia, Brasilia, v. 19, n. 2, p. 299-312, 2002.

TOTI, D. S.; COYLE, F. A.; MILLER, J. A. A structured inventory of Appalachian grass bald and heath bald spider assemblages and a test of species richness estimator performance. Journal of Arachnology, 28:329-345, 2000.

TRIPLEHORN, C. A.; JOHNSON, N. F. Estudo dos Insetos. 7. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011. 809 p.

TSCHARNTKE, T.; BOMMARCO, R.; CLOUGH, Y.; CRIST, T. O.; KLEIJN, D.; RAND, T. A.; TYLIANAKIS, J. M.; van NOUHUYS, S.; VIDAL, S. Conservation biological control and enemy diversity on a landscape scale. Biological. Control, Orlando, v. 43, p. 294-309, 2007.

VAN LENTEREN, J. C. The state of commercial augmentative biological control: plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. BioControl, v. 57, n. 1, p. 1–20, 2012.

VEIGA, M. M.; SILVA, D. M.; VEIGA, L. B. E.; FARIA, M. V. C. Análise da contaminação dos sistemas hídricos por agrotóxicos numa pequena comunidade rural do Sudeste do Brasil. Caderno de Saúde Pública.vol.22 nº.11 Rio de Janeiro, p. 2391- 2399, 2006.

SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA E A DIVERSIDADE DE ARTRÓPODES PREDADORES EPÍGEOS

Raphael I. Hydalgo¹; Suellen K. A. Barros¹; Marliton R. Barreto¹; Rafael M. Pitta², Débora P. Paula³, David Andow⁴

¹Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais – Universidade Federal de Mato Grosso – Campus Sinop – Mato Grosso – Brasil.

²Embrapa Agrossilvipastoril – Sinop – Mato Grosso – Brasil

³Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia – Brasília – Distrito Federal - Brasil

⁴Departamento de Entomologia – University of Minnesota, St. Paul – Minnesota – Estados Unidos da América

RESUMO - Os sistemas de integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) apresentam-se como uma alternativa de produção sustentável e, devido a sua heterogeneidade, supõe-se que promovem maior biodiversidade, favorecendo o controle biológico natural. Diante disso, objetivou-se com este trabalho avaliar a influência destes sistemas sobre a diversidade de artrópodes predadores epígeos. Foram avaliados os seguintes sistemas produtivos: (I) Floresta em monocultivo de eucalipto; (II) Lavoura em monocultivo de soja no verão e cultivo subsequente de milho consorciado com braquiária; (III) Pastagem em monocultivo de braquiária e (IV) integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) (cultivo de soja subsequente de milho consorciado com braquiária entre os renques de eucalipto). O delineamento experimental foi de blocos casualizados com quatro repetições. Os predadores foram coletados por meio de armadilhas tipo Pitfall, em coletas quinzenais nas safras e mensais nas entressafras, durante o período de setembro de 2014 à agosto de 2016. Foram coletados 75.103 artrópodes predadores, distribuídos em Hexapoda (sete famílias, 40 gêneros e 81 espécies), e Arachnida (10 famílias, 15 gêneros e 21 espécies). A composição da comunidade de artrópodes predadores sofreu influência dos sistemas produtivos, bem como dos períodos amostrais. Espécies de Formicidae foram mais abundantes em Floresta em monocultivo, Coleoptera e Dermaptera, em Lavoura, e Araneae em iLPF. O sistema de iLPF apresentou maiores valores para riqueza e frequência de artrópodes predadores. A constituição da comunidade de artrópodes predadores epígeos é influenciada pelos sistemas produtivos e pelas estações do ano, sendo maior frequência e riqueza observadas no iLPF, e menor no período de entressafra, corroborando com a hipótese de que a heterogeneidade do ambiente influencia a complexidade na composição de espécies.

Palavras-chave: biodiversidade, controle biológico, inimigos naturais, sustentabilidade

ABSTRACT Crop-Livestock-Forest integration systems (CLFI) presents as an alternative of sustainable production and, due to their heterogeneity, it is assumed that it promotes greater

biodiversity, favoring natural biological control. Therefore, we aimed, with this work, to evaluate the influence of these systems on the diversity of arthropods epigeal predators. The following production systems evaluated were: (I) Forest in eucalyptus monoculture; (II) crop monoculture of soybean in summer and subsequent cultivation of corn intercropped with palisade grass; (III) Pasture in monoculture of palisade grass and (IV) Crop-Livestock-Forest integration system (CLFI) (crop of soybean with subsequent crop of corn intercropped with palisade grass among the Eucalyptus ridges). The experimental design was a randomized block with four repetitions. We collect the predators with Pitfall traps, biweekly during the crop season and monthly during off-season, in the period from September 2014 to August 2016. A total of 75,103 predatory arthropods were collected in the Insecta Class, repopulated by the orders Coleoptera, Dermaptera and Hymenoptera, with seven families, 40 genera and 81 species, and Arachnida, represented by the order Araneae, with 10 families, 15 genera and 21 species. The composition of the predatory arthropod community was influenced by the productive systems as well as the sample periods. Individuals of the Formicidae family were more abundant in monoculture forest, Coleoptera and Dermaptera, in monoculture crop, and Araneae in CLFI. The CLFI system presented higher values for richness and frequency of predatory arthropods. We conclude that the constitution of community of arthropod epigeal predators is influenced by the productive systems and the seasons of the year, with a higher frequency and richness observed in the CLFI, and lower in the off-season period, corroborating with the hypothesis that the heterogeneity of the environment influences the complexity of species composition.

Key-words: biodiversity, natural biological control, natural enemies, sustainability

INTRODUÇÃO

A agricultura no século XXI tem como desafios: produzir mais alimentos e fibras para alimentar uma população em crescimento com uma força de trabalho rural menor, produzir mais matérias-primas para bioenergia, contribuir para o desenvolvimento de diversos países subdesenvolvidos dependentes da agricultura, adotar métodos de produção mais eficientes e sustentáveis além de serem adaptados as mudanças climáticas (FAO, 2009).

Os sistemas de integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) surgem como uma alternativa de produção sustentável, integrando atividades agrícolas, pecuárias e florestais, consorciados, em sucessão ou rotacionados (Balbino et al., 2011). A diversificação de espécies vegetais em sistemas de integração lavoura-pecuária melhora a estrutura do solo, infiltração da água, ciclagem de nutrientes, sequestro de carbono, diversidade biológica do solo e auxiliam no controle de plantas daninhas, insetos praga e doenças de plantas (Franzluebbers et al., 2011).

O controle de pragas mais eficiente em sistemas integrados pode estar relacionado ao aumento da diversidade de herbívoros em função da diversificação de espécies de plantas, favorecendo assim o estabelecimento de predadores generalistas no agroecossistema pela presença ininterrupta de fontes alimentares (Van Endem, 1990).

A preservação da comunidade de predadores apresenta vantagens tanto econômicas quanto ambientais devido à redução de indivíduos praga nas culturas, consequentemente, diminuindo as aplicações de inseticidas que podem causar diversos problemas, como a contaminação dos lençóis freáticos, degradação da fertilidade do solo, seleção de populações resistentes ao químico e danos ao meio ambiente e à saúde humana (Macedo, 2009), além da redução no custo de produção devido ao menor número de aplicações. Estima-se que os inimigos naturais são responsáveis por 50-90% do controle de pragas em culturas, sendo então uma alternativa sustentável e efetiva ao uso de inseticidas sintéticos utilizados para proteção de planta (Pimentel, 2005).

Sabendo-se, então, que ambientes mais heterogêneos favorecem a comunidade de predadores, espera-se que sistemas de integração Lavoura-Pecuária-Floresta possuam vantagens ambientais relacionadas a presença destes predadores, quando relacionado aos sistemas de monocultivo. Portanto, objetivou-se neste estudo avaliar a diversidade de artrópodes predadores epígeos em sistemas de produção em monocultivos e integrado.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi realizado na área experimental sobre sistemas integrados de produção, implantada em outubro de 2011 na Embrapa Agrossilvipastoril, localizada no município de Sinop-MT, Brasil (latitude 11° 51' 43'' Sul, longitude 55° 35' 27'' Oeste e 384 m de altitude) (Figura 1).

Foram avaliados quatro sistemas produtivos: 1) lavoura em monocultivo de soja (*Glycine max* (L.)) no verão e cultivo posterior de milho (*Zea mays* (L.)) consorciado com braquiária (*Urochloa brizanta*), com parcelas de um hectare (100 x 100 m); 2) monocultivo de eucalipto (híbrido de *Eucalyptus grandis* vs *E. urophylla*), com parcelas de um hectare (100 x 100 m), e espaçamento entre árvores 3 x 3,5 m; 3) pastagens em monocultivo de braquiária, a parcela tendo dois hectares (100 x 200 m), e, por fim; 4) integração Lavoura-Pecuária-Floresta (cultivo de soja subsequente de milho consorciado com braquiária entre os renques de eucalipto), com parcela de dois hectares, espaçamento entre árvores 3 x 3,5 m e espaçamento entre renques de 30 m, totalizando três renques de três linhas de eucalipto. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com quatro repetições.

Algumas medidas foram tomadas para o controle de pragas no decorrer do experimento. Em lavoura em monocultivo e na consorciada, foram aplicados os produtos Engeo Pleno nas datas de 05 de fevereiro de 2015 e 01 de fevereiro de 2016, Dipel em 01 de fevereiro de 2016 e Acefato em 07 de março de 2016. No sistema pastagem em monocultivo, foram aplicados os produtos Metarril WP E9 nas datas de 06 de dezembro de 2014 e 22 de janeiro de 2015, e Engeo Pleno em 17 de abril de 2015.

Amostragem e identificação de artrópodes predadores

Foram realizadas, durante o período de setembro de 2014 a agosto de 2016, coletas quinzenais, quando em período de safra (outubro de 2014 a julho de 2015 e outubro de 2015 a julho de 2016), e mensais, em períodos de entressafra (agosto de 2014, agosto a setembro de 2015 e agosto de 2016), da artropodofauna em cada parcela utilizando armadilhas do tipo *Pitfall*, sem atrativos. Tubos de Cloreto de Polivinil (PVC) com diâmetro de 125 mm e 150 mm de altura foram enterrados no solo, mantendo a abertura superior ao nível do solo, onde eram encaixados recipientes de polipropileno com capacidade de 750 ml, diâmetro de 120 mm e altura de 110 mm. Em períodos chuvosos, as armadilhas foram cobertas com peças plásticas suspensas para evitar o transbordamento devido à enxurrada causada pela água da chuva.

Uma solução de 250 ml de água com duas gotas de detergente neutro foi adicionada no interior de cada recipiente de coleta, e mantidas no campo por 24 horas (Aquino et al. 2006). Foram

instaladas cinco armadilhas por parcela, dispostas em transectos perpendiculares às linhas de cultivo, sendo uma armadilha instalada no centro das parcelas, uma a 5m e outra a 15m de cada lado da armadilha central (Figura 1).

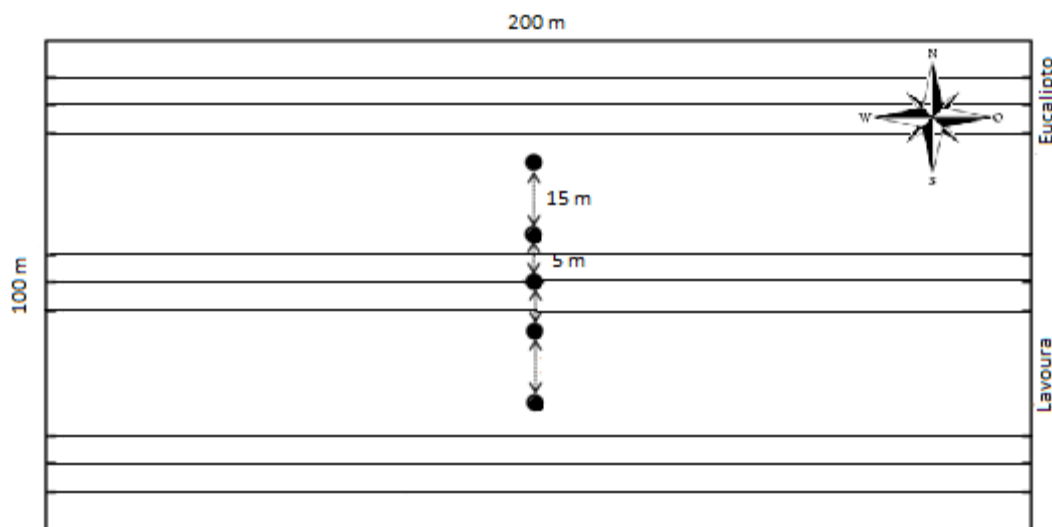


Figura 1. Disposição das armadilhas nas parcelas com sistema de integração Lavoura-Pecuária-Floresta utilizado no experimento. Os círculos representam as armadilhas e as linhas triplas os renques de eucalipto.

Os artrópodes coletados foram limpos, retirando impurezas, e armazenados em microtubos de polipropileno de 1,5 ml de capacidade ou, quando indivíduos maiores, em tubos de polipropileno, do tipo “Falcon”, de capacidade de 15 ml ou 50 ml, em álcool absoluto. Posteriormente, foram quantificados e separados por Ordem, Família e morfoespécie, com a utilização de estereomicroscópio e utilizando material bibliográfico (Albertino et al., 2012; Fujihara et al., 2011; Panizzi e Parra, 2009). Foram selecionados, para as análises, indivíduos de Formicidae, Coleoptera, Dermaptera e Araneae. Representantes de cada morfoespécie foram enviados para especialista para identificação em menor nível taxonômico possível. O material coletado foi armazenado no Laboratório de Entomologia da Embrapa Agrossilvipastoril.

Tabulação dos dados e análise estatística

A abundância e riqueza de espécies por armadilha em cada sistema produtivo e data de amostragem foram registradas. A suficiência amostral de cada sistema produtivo foi examinada através dos estimadores de riqueza Chao 2, Jackknife 1, Jackknife 2 e Bootstrap, após reamostragem dos dados pelo método de Bootstrap. Estes índices foram gerados com a utilização do software PAST, versão 3.18 (Hammer; Harper; Ryan, 2001).

Foram calculados os índices de Shannon e Simpson sobre diversidade de espécies, e índice de Berger-Parker sobre dominância de espécies, através da extensão Excel do Pacote do Office 2010.

Os dados foram analisados quanto a sua normalidade e homocedasticidade usando os testes de Shapiro-Wilk e Bartlett, respectivamente. Em seguida, a fim de analisar o efeito dos sistemas produtivos e os períodos de safras de soja e milho e entressafra sobre o número de espécies e frequência de artrópodes predadores foi realizada análise de variância (ANOVA) e o teste-t com correção de Bonferroni para verificar quais ambientes e períodos diferiram.

Para resumir a composição da comunidade de predadores de forma qualitativa e quantitativa foram feitas ordenações através de Escalonamento Multidimensional Não Métrico (NMDS). Uma ordenação qualitativa foi realizada a partir de uma matriz de distância utilizando o Índice de Similaridade de Sørensen com dados de presença e ausência das espécies de artrópodes predadores por sistema produtivo em relação aos períodos amostrais (safras de soja, safra de milho e entressafra).

Uma ordenação quantitativa foi realizada a partir de uma matriz de distância do Índice de Dissimilaridade de Bray-Curtis, esta utilizando o somatório da frequência de ocorrência de cada espécie em relação à quantidade de armadilhas por sistemas produtivos em relação aos períodos amostrais. Tanto para a ordenação qualitativa, quanto para quantitativa, os dois primeiros eixos gerados, foram empregados em Análises Multivariadas (MANOVA) separadas, a fim de avaliar a influência dos sistemas produtivos sobre a composição da comunidade de predadores epígeos.

Foram realizados Diagramas de Venn para resumir a ocorrência de espécies nos sistemas avaliados e nos períodos produtivos.

Para a realização das análises foram considerados apenas indivíduos adultos de artrópodes predadores epígeos, pela dificuldade de identificação, em níveis específicos, de indivíduos jovens. Foram selecionados os táxon Formicidae, Coleoptera, Dermaptera e Araneae. Excluindo as análises realizadas no software Past e no Excel, as demais análises foram realizadas utilizando o software livre R 3.2.2 (R Development Core Team, 2013).

RESULTADOS

Ao todo, 33 coletas foram realizadas, sendo que dos mais de 100.000 artrópodes coletados, 75.013 eram artrópodes predadores. Os predadores foram distribuídos em: Hexapoda (99,56%), representada por meio dos táxons Formicidae, Coleoptera e Dermaptera, com sete famílias, 40

gêneros e 81 espécies, e Arachnida (0,44%), representado pela ordem Araneae, com 10 famílias, 15 gêneros e 22 espécies.

Formicidae foi mais representativa, com 73.945 indivíduos predadores (98,57% dos predadores (Tabela 1). É importante ressaltar, no entanto, que 83,81% do total de indivíduos predadores (N = 62.872) refere-se a duas espécies de formigas, sendo *Pheidole flavens* (Roger, 1863), com 43.553 indivíduos, e *Dorymyrmex brunneus* (Forel, 1908), com 19.319 indivíduos. *Brachymyrmex patagonicus* (Mayr, 1868) foi a terceira espécie mais abundante, com 6.850 indivíduos, seguido por *Pheidole oxyops* (Forel, 1908) (N = 3650), *Pheidole obscurithorax* (Naves, 1985) (N = 3.100), *Pheidole tristis* (Smith, F., 1858) (N = 2.228) e *Solenopsis substituta* (Santschi, 1925) (N = 1.560).

Coleoptera foi a segunda ordem mais representativa, com 630 indivíduos (0,84%), com elevada frequência de *Tetracha* sp.1 (Hope, 1838) (Coleoptera: Carabidae) (N = 157), em Lavoura. Araneae foi o próximo grupo mais abundante, com 326 indivíduos (0,44%), com *Trochosa* sp.1 (Koch, 1847) (Araneae: Lycosidae) sendo a mais frequente (N = 54), principalmente em Floresta, Lavoura e iLPF. Entre as quatro ordens avaliadas, Dermaptera foi a menos abundante, com 112 indivíduos (0,15%), sendo *Euborellia annulipes* (Lucas, 1847) (Dermaptera: Anisolabididae) a espécie mais frequente (N = 75), em Lavoura e iLPF (Tabela 1).

Tabela 1. Abundância de artrópodes predadores epígeos em sistemas produtivos (nos períodos amostrais (SS: safra de soja; SM: safra de milho; ES: entressafra)).

Táxon	Abundância (N)												Total
	Floresta			Lavoura			Pastagem			iLPF			
	SS	SM	ES	SS	SM	ES	SS	SM	ES	SS	SM	ES	
Formicidae	879	6.061	29.047	1.217	4.116	4.575	1.081	2.814	1.805	1.031	4.431	16.888	73.945
Coleoptera	66	29	9	101	126	19	33	49	5	80	109	4	630
Araneae	13	31	15	42	40	21	15	31	13	38	48	19	326
Dermaptera	5	5	0	8	37	3	4	14	3	7	25	1	112

A frequência diferiu entre os sistemas produtivos (ANOVA, $F_{3,42} = 4.4411$; $p = 0,0085$), sendo que o sistema de integração Lavoura-Pecuária-Floresta obteve a maior frequência de espécies, diferindo da Pastagem. Houve também diferença na frequência de espécies em relação aos períodos amostrais (ANOVA, $F_{2,42} = 41.6799$; $p < 0,001$), sendo a maior frequência no período da safra de milho, diferindo dos períodos de safra de soja, que também diferiu da frequência da entressafra.

A riqueza de espécies diferiu entre os sistemas produtivos (ANOVA, $F_{3,42} = 9.9683$; $p < 0,001$), tendo iLPF diferido de Floresta e Pastagem, e Lavoura diferido de Floresta. A riqueza

também diferiu entre os períodos amostrados (ANOVA, $F_{2,42} = 24.2105$; $p < 0,001$), sendo que o período de safra de milho diferiu da safra de soja, que diferiu do período entressafra (Tabela 2).

Tabela 2. Frequência e riqueza de espécies de artrópodes predadores epígeos em sistemas produtivos e períodos amostrais.

Sistema Produtivo	Frequência de espécies*	Riqueza de espécies*
Floresta	105,42±29,39 ab	21,75±3,98 bc
Lavoura	109,58±40,94 ab	26,17±7,35 ab
Pastagem	88,17±47,73 b	20,17±5,44 c
iLPF	124,25±44,39 a	28,67±7,25 a
<i>P</i>	0,0085	<0,001
<i>F</i>	4,4411	9,9683
Período amostral		
Safra soja	91,75±18,82 b	24,94±4,71 b
Safra milho	151,56±36,84 a	29,06±7,29 a
Entressafra	77,25±22,03 c	18,56±3,65 c
<i>P</i>	<0,001	<0,001
<i>F</i>	41,6799	24,2105

p= probabilidade a 5% de significância, *F*=estatística *F*. Médias seguidas por letras diferentes nas colunas diferem entre si pela Análise de Variância. *Análise de variância – Teste *t* (correção de Bonferroni)

Das 103 espécies amostradas 75,73% foram coletadas em integração Lavoura-Pecuária-Floresta (S=78); 75,73% em Lavoura (S=78); 64,08% em Floresta (S=66) e 61,16% em Pastagem (S=63). Hymenoptera apresentou maior número de espécies de predadores, seguida por Coleoptera, Araneae e Dermaptera, sendo o maior número de espécies de Hymenoptera observado em iLPF e Floresta; Coleoptera em Lavoura e iLPF; Araneae em iLPF; Dermaptera em Pastagem e Lavoura (Tabela 3).

Tabela 3. Riquezas de espécies de artrópodes predadores epígeos em sistemas produtivos nos períodos amostrais (SS: safra de soja; SM: safra de milho; ES: entressafra; T: total do sistema).

Táxon	Riqueza de Espécies (S)															
	Floresta				Lavoura				Pastagem				iLPF			
	SS	SM	ES	T	SS	SM	ES	T	SS	SM	ES	T	SS	SM	ES	T
Araneae	8	10	6	16	10	11	12	16	10	13	10	16	12	16	11	17
Coleoptera	11	13	2	16	15	20	8	25	9	12	3	16	14	17	4	22
Dermaptera	1	3	0	3	2	7	1	7	2	2	2	3	1	4	1	4
Hymenoptera	25	22	22	31	23	21	20	30	22	19	19	28	29	24	22	35
Total	45	48	30	66	50	59	41	78	43	46	34	63	56	61	38	78

Os estimadores de riqueza calculados foram muito próximos do número de espécies observadas nos sistemas produtivos, indicando que o esforço amostral realizado foi suficiente para representar as espécies de predadores epígeos de cada sistema (Tabela 4).

Tabela 4. Estimadores de riqueza Chao 2, Jackknife1, Jackknife 2 e Bootstrap, nos sistemas produtivos avaliados, após reamostragem pelo método de Bootstrap.

Estimador	Estimadores de Riqueza			
	Floresta	Lavoura	Pastagem	iLPF
CHAO 2	64,31±8,14	76,31±8,99	61,52±6,72	77,13±7,48
Jackknife 1	68,21±5,87	80,84±7,01	65,55±4,87	81,40±5,77
Jackknife 2	70,61±9,89	83,67±11,53	67,81±8,51	83,26±9,61
Bootstrap	61,09±4,09	78,30±4,99	59,49±3,37	74,44±4,25
Nº de espécies observadas	66	78	63	78

Os índices de diversidade de Shannon e Simpson apresentaram maior diversidade no sistema Pastagem, seguido por iLPF. Da mesma forma, o índice de dominância de Berger-Parker foi maior em pastagem, seguido por iLPF. No entanto, vale salientar que, durante o período de safra de soja, o sistema iLPF apresentou valores maiores para os índices de diversidade (Tabela 5).

Tabela 5. Índices de diversidade de Shannon e Simpson para artrópodes predadores epígeos em sistemas produtivos nos períodos amostrais, e índice de Dominância de Berger-Parker (SS: safra de soja; SM: safra de milho; ES: entressafra; T: total do sistema).

Índice	Índices de Diversidade															
	Floresta				Lavoura				Pastagem				iLPF			
	SS	SM	ES	T	SS	SM	ES	T	SS	SM	ES	T	SS	SM	ES	T
Shannon	0,57	2,23	1,03	0,75	0,94	1,97	1,23	1,30	1,56	1,60	1,82	1,82	2,46	1,36	1,13	1,41
Simpson	0,83	0,43	0,22	0,29	0,72	0,44	0,39	0,41	0,61	0,77	0,73	0,76	0,85	0,52	0,53	0,63
Berger-Parker	3,99	3,99	1,14	1,19	2,09	1,36	1,29	1,39	1,65	2,85	3,06	2,55	3,69	1,48	1,55	1,93

O índice de dominância de Berger-Parker indicou dominância de espécie *D. brunneus* nos sistemas de lavoura e pastagem em todos os períodos. Na Floresta, a dominância no período de safra de soja e milho foi de *B. patagonicus*, enquanto nos outros períodos e no total a espécie dominante foi *P. flavens*. No sistema iLPF, a espécie dominante nos períodos de safra de soja e milho foi *D. brunneus*, e no período de entressafra, *P. flavens*. Entretanto, o número de indivíduos coletados de *P. flavens* em todos os períodos e, principalmente na entressafra, demonstraram maior dominância para essa espécie no total (Tabela 6).

Tabela 6. Índice de dominância de Berger-Parker de artrópodes predadores epígeos em sistemas produtivos nos períodos amostrais.

Período de amostragem	Índice de Dominância de Berger-Parker			
	Floresta	Lavoura	Pastagem	iLPF
Safra Soja	<i>B. patagonicus</i> 3,99	<i>D. brunneus</i> 2,09	<i>D. brunneus</i> 1,65	<i>D. brunneus</i> 3,69
Safra Milho	<i>B. patagonicus</i> 3,99	<i>D. brunneus</i> 1,36	<i>D. brunneus</i> 2,85	<i>D. brunneus</i> 1,48
Entressafra	<i>P. flavens</i> 1,14	<i>D. brunneus</i> 1,29	<i>D. brunneus</i> 3,06	<i>P. flavens</i> 1,55
Total	<i>P. flavens</i> 1,19	<i>D. brunneus</i> 1,39	<i>D. brunneus</i> 2,55	<i>P. flavens</i> 1,93

A composição qualitativa de espécies de predadores, baseada nos dados de ordenação, difere entre os sistemas produtivos durante os períodos amostrais de safras de soja e milho e entressafra (MANOVA: Pillai Trace= 0.74868; $F_{3,42}= 8.7752$; $p<0,001$). Durante a entressafra observa-se que a composição qualitativa é similar entre os sistemas produtivos, pois os dados apresentam-se agrupados.

Durante a safra de soja observa-se que não houve agrupamento dos dados de riqueza dos sistemas de Pastagem e Floresta em relação aos sistemas de Integração e Lavoura, que apresentam agrupamento, indicando diferença na composição de espécies dos sistemas de Pastagem e Floresta em relação aos sistemas de Integração e Lavoura e, durante a safra de milho, apenas os dados de riqueza em Floresta não se agruparam aos demais (Figura 3).

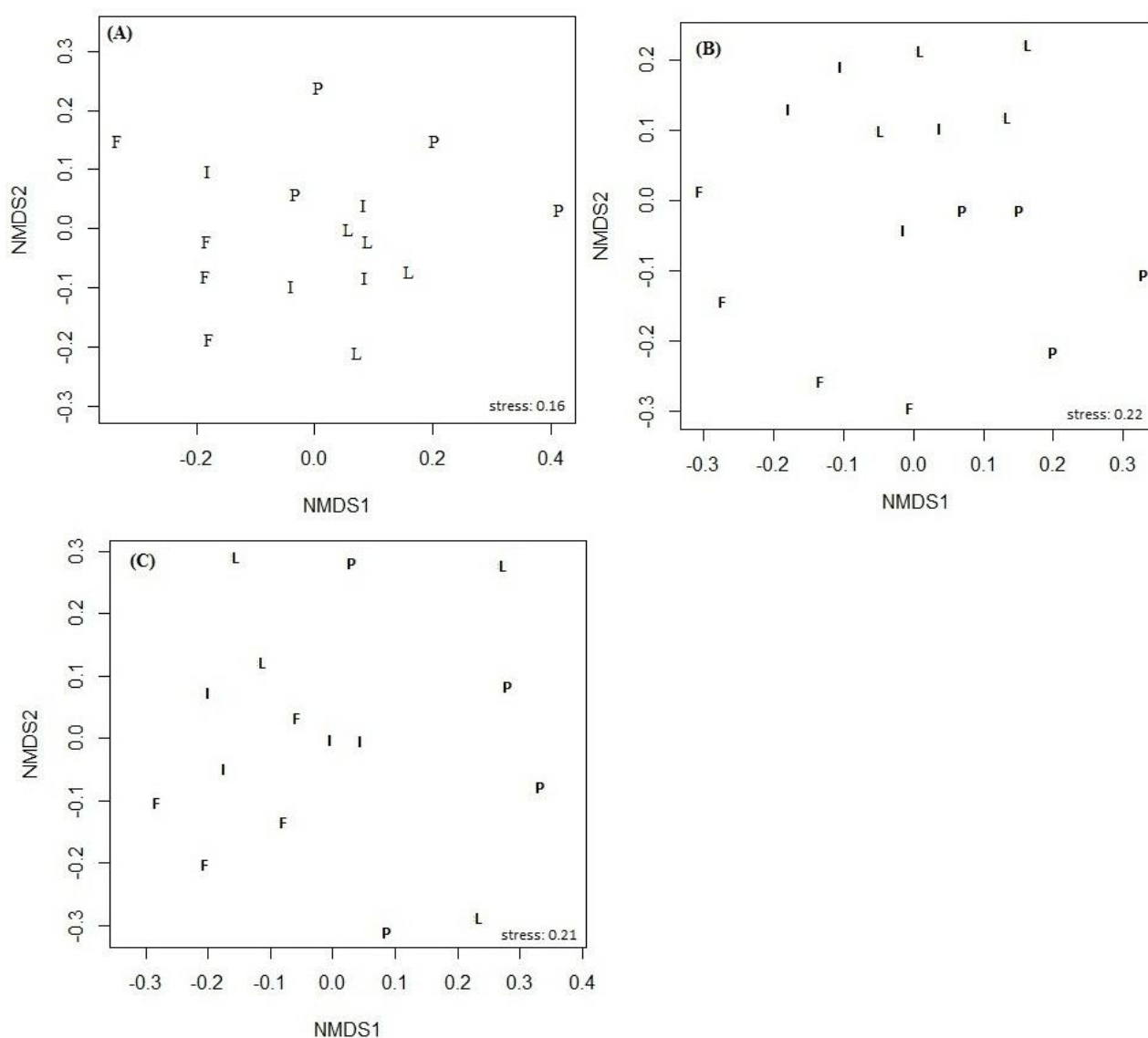


Figura 2. Ordenação (NMDS) da composição qualitativa de espécies de artrópodes predadores epígeos em sistemas produtivos (F: Floresta de eucalipto em monocultivo; L: Lavoura em monocultivo; P: Pastagem em monocultivo; I: integração Lavoura-Pecuária-Floresta) durante os períodos de safra de soja (A), safra de milho (B) e entressafra (C).

Quanto à composição quantitativa de espécies, levando-se em consideração a frequência de ocorrência de indivíduos de cada espécie, também há diferença entre os sistemas produtivos durante os períodos amostrais (MANOVA: Pillai Trace=0.79754; $F_{3,42}=9.7278$; $p<0,001$). Observa-se que, durante a entressafra, os dados de frequência para os sistemas de lavoura e pastagem não se agruparam, indicando a maior frequência de espécies distintas dos sistemas de integração e floresta. Tal fato deixa evidente que Lavoura e iLPF são semelhantes. Durante as safras de soja e milho o sistema de pastagem apresenta ocorrência de espécies distintas dos demais sistemas produtivos (Figura 4).

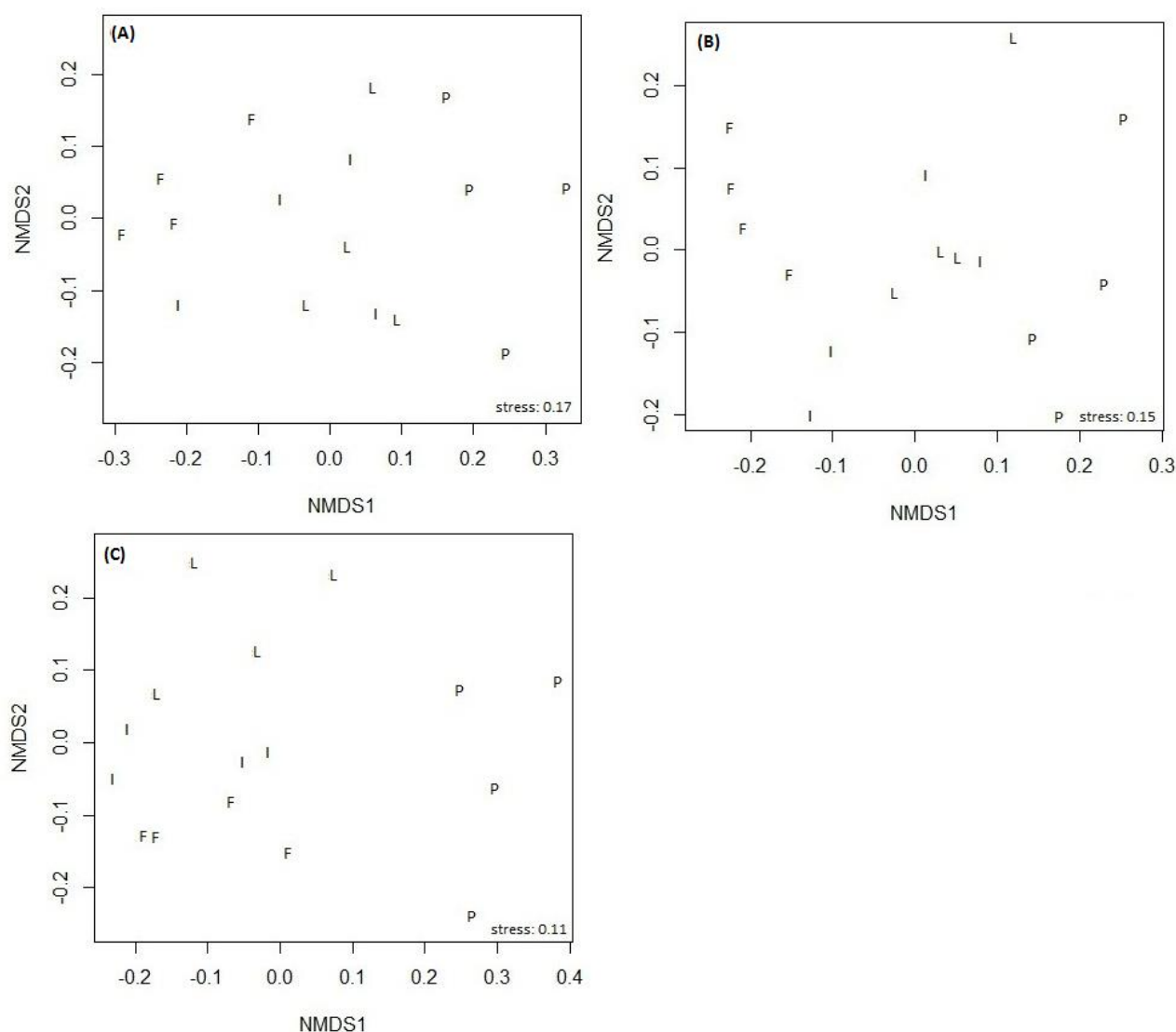


Figura 3. Ordenação (NMDS) da composição quantitativa de espécies de artrópodes predadores epígeos em sistemas produtivos (F: Floresta de eucalipto em monocultivo; L: Lavoura em monocultivo; P: Pastagem em monocultivo; I: integração Lavoura-Pecuária- Floresta) durante os períodos de safra de soja (A), safra de milho (B) e entressafra (C).

É possível observar, no diagrama de Venn, que 42 das 103 (40,78%) espécies coletadas apareceram em todos os sistemas produtivos. O sistema produtivo de lavoura em monocultivo foi o que apresentou maior número de espécies exclusivas, com 11 espécies (10,68%). Quanto aos períodos amostrais, 49 espécies (47,57%) foram constantes, aparecendo em todos os períodos. O período de safra de milho foi o que apresentou maior número de espécies exclusivas, enquanto o período de entressafra apresentou menos espécies (Figura 5). As espécies exclusivas dos sistemas produtivos e dos períodos amostrais, respectivamente, nas tabelas 7 e 8 (Tabela 7; Tabela 8)

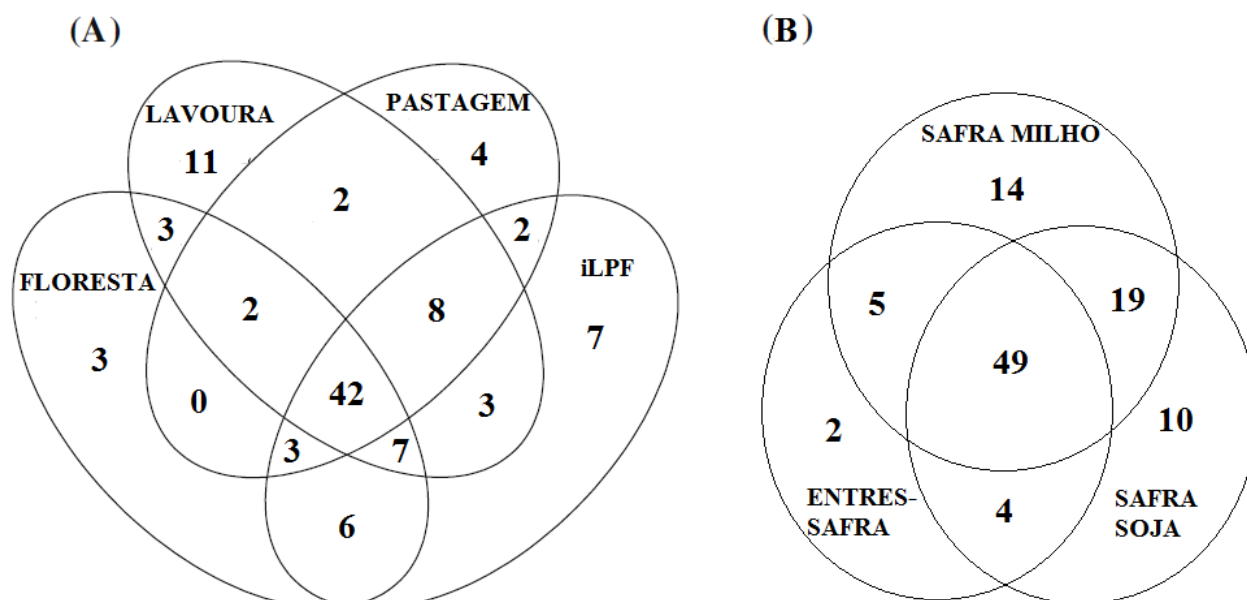


Figura 4. Diagrama de Venn para conjuntos de ocorrência de espécies de artrópodes predadores epígeos em sistemas produtivos (A) e durante os períodos de safra de soja (B).

Tabela 7. Espécies exclusivas encontradas nos sistemas produtivos avaliados.

Espécies exclusivas dos sistemas e abundância (N)							
Floresta	N	Lavoura	N	Pastagem	N	iLPF	N
<i>Brasiella argentata</i>	3	<i>Camponotus renggeri</i>	7	<i>Odontocheila nitidicollis</i>	8	<i>Pachycondyla harpax</i>	14
<i>Camillina</i> sp.	8	<i>Pseudomyrmex termitarius</i>	141	<i>Selenophorus</i> sp.1	30	<i>Pheidole gr. (fallax)</i> sp.	6
<i>Salticidae</i> sp.	5	<i>Athrostictus</i> sp.1	12	<i>Tetragonoderus</i> sp.1	1	<i>Apenes</i> sp.1	4
		<i>Scarites</i> sp.1	3	<i>Nesticus</i> sp.	13	<i>Galerita</i> sp.	8
		<i>Carpelimus</i> sp.	7			<i>Aleocharinae</i> sp. 2	26
		<i>Lathropinus</i> sp.	1			<i>Labidura riparia</i>	7
		<i>Xantolinini</i> sp. 2	1			<i>Coleosoma floridana</i>	19
		<i>Doru luteipes</i>	17				
		<i>Forficulidae</i> sp 4.	2				
		<i>Forficulidae</i> sp 5.	1				
		<i>Trochosa</i> sp. 1	40				

Tabela 8. Espécies exclusivas encontradas nos períodos amostrais avaliados.

Espécies exclusivas dos períodos amostrais e Abundância (N)					
Safra de Soja	N	Safra de Milho	N	Entressafra	N
<i>Pheidole gr. (fallax) sp.</i>	6	<i>Pheidole tristis</i>	1114	<i>Lathropinus sp.</i>	1
<i>Razopone arhuaca</i>	4	Aleocharinae sp. 3	2	<i>Trochosa sp. 1</i>	40
<i>Solenopsis invicta</i>	24	Aleocharinae sp. 5	9		
<i>Apenes sp.1</i>	4	<i>Carpelimus sp.</i>	7		
<i>Brasiella argentata</i>	3	<i>Neohypnus sp.</i>	2		
<i>Galerita sp.</i>	8	<i>Osorius sp.</i>	4		
<i>Odontocheila nitidicollis</i>	8	Xantolinini sp. 1	7		
<i>Tetragonoderus sp.1</i>	1	Xantolinini sp. 2	1		
<i>Salticidae sp.</i>	5	Forficulidae sp 2.	5		
		Forficulidae sp 4.	2		
		Forficulidae sp 5.	1		
		<i>Labidura riparia</i>	7		
		<i>Camillina sp.</i>	8		
		<i>Coleosoma floridana</i>	19		

DISCUSSÃO

Os sistemas produtivos avaliados e os períodos amostrais de safras de soja e milho e entressafra influenciaram a comunidade de predadores associados ao solo. Os sistemas monocultivo de Floresta e iLPF apresentaram abundância de indivíduos superior quando comparados aos sistemas de Lavoura e Pastagem. O mesmo não foi observado, no entanto, quanto à frequência de espécies, cujos valores foram maiores para iLPF, Lavoura, Floresta e Pastagem, respectivamente. Tal discrepância entre os resultados de abundância e frequência é oriunda da elevada abundância de Formicidae, principalmente em Floresta, destacando-se os gêneros *Dorymyrmex*, *Pheidole*, *Brachymyrmex* e *Solenopsis*.

Um elevado número de indivíduos de *Pheidole* spp., *Dorymyrmex* spp. e *Solenopsis* spp. foi também coletado nos trabalhos sobre análise de artropodofauna de predadores em cultura de soja e milho de Cividanes et al. (2009) e Haddad et al. (2011). Soares et al. (2010) e Lemes e Köhler

(2017) encontraram alta frequência de *Pheidole* em eucalipto, em relação a outros gêneros de formigas. Lemes e Köhler (2017) também encontraram elevada frequência de indivíduos deste mesmo gênero em pastagem. Lange et al. (2008) e Sujii et al. (2002) relataram atividade predatória de formigas do gênero *Solenopsis*, *Pheidole* e *Dorymyrmex*, incluindo indivíduos considerados praga.

Outras espécies de artrópodes predadores também foram observadas com frequência elevada, como *Tetracha* sp.1 (Coleoptera: Carabidae), em Lavoura, *Euborellia annulipes* (Dermaptera: Anisolabididae), em Lavoura e iLPF, e *Trochosa* sp.1 (Araneae: Lycosidae), em Floresta, Lavoura e iLPF. Uehara-Prado et al. (2009) coletaram 14 espécies de Carabidae em áreas cultivadas, e Martins et al. (2012) observaram ocorrência elevada de besouros *Tetracha* em culturas de soja e milho. Silva et al. (2010) registraram *E. annulipes* como controladora de afídeos. Silva et al. (2014) constataram, em seu estudo sobre diversidade de aranhas epígeas em cultivo de milho, predominância de aranhas da família Lycosidae, e no estudo de Haddad et al. (2011), aranhas do gênero *Trochosa* foram consideradas dominantes.

O período de entressafra apresentou maior abundância do que nos períodos de safra, porém apresentou menor frequência e riqueza de espécies do que nos períodos de safra. Isso deve-se a elevada quantidade de indivíduos de Formicidae encontrados neste período sendo as espécies *D. brunneus* e *P. flavens* as mais abundantes, principalmente em Floresta e iLPF. Abreu et al. (2014) concluíram que a manutenção de palhada favorece a fauna edáfica, pois formigas desses gêneros possuem hábito alimentar onívoro, sendo então natural que a abundância destas seja elevada conforme a disponibilidade alimentar (Crepaldi et al., 2014).

A alta riqueza, frequência e diversidade de espécies das diferentes ordens, principalmente de Formicidae, no sistema iLPF podem ser resultado da maior diversificação e heterogeneidade do sistema, principalmente devido à existência do componente florestal, que pode servir como abrigo e repositório alimentar para as espécies. De acordo com Peixoto et al. (2010), as diferentes condições abióticas de diferentes ambientes podem definir a composição, riqueza e abundância de mirmecofauna. Muitos autores afirmaram que ambientes com maior diversidade apresentam melhores condições para uma maior diversidade na mirmecofauna (Soares et al., 2010; Mentone et al., 2011; Santos et al., 2012)

A composição de predadores epígeos também foi influenciada pelos sistemas produtivos e pelos períodos amostrais. A composição quantitativa e qualitativa de Floresta em monocultivo e iLPF durante a entressafra foram semelhantes, indicando a influência do componente Florestal no iLPF. No entanto, durante os períodos de safra de soja e de milho, o sistema iLPF e Lavoura em

monocultivo apresentaram mais semelhança na composição quantitativa, diferindo de Floresta e Pastagem, indicando a forte influência da lavoura em meio ao iLPF.

Durante a safra de soja, Floresta e Pastagem apresentaram composição qualitativa e quantitativa diferente dos demais, com Lavoura assemelhando-se a iLPF, evidenciando a influência das culturas para a presença e permanência de artrópodes predadores, principalmente em sistemas consorciados, aumentando a diversidade dos predadores (Harterreiten-Souza et al., 2014).

Tanto o índice de diversidade de Shannon quanto o índice de Simpson apresentaram resultados maiores no sistema de Pastagem, seguido por iLPF, apesar de a riqueza e a frequência terem sido maiores neste segundo e menores no primeiro. Isso pode ser explicado devido às características do próprio teste de Shannon, que é influenciado negativamente por variações nas abundâncias de indivíduos, e a abundância de Hymenoptera, referente principalmente à *P. flavens* e *D. brunneus*, foi muito alta, principalmente na entressafra. Vale ressaltar, no entanto, que nos períodos de safra o iLPF apresentou os maiores resultados em ambos os índices, e o menor no período de entressafra, ficando evidente a importância da integração entre o sistema agrícola e o florestal para a diversidade de espécies. Cantarelli et al. (2015) encontraram, em seu estudo sobre diversidade de formigas em diferentes usos de solo, maior diversidade de espécies de formigas em eucalipto do que em áreas de agricultura e pastagem.

A espécie dominante nos sistemas Lavoura e Pastagem foi *D. brunneus*, enquanto em Floresta e iLPF foi *P. flavens*, demonstrando a influência do componente florestal no iLPF. É importante ressaltar, no entanto, que a abundância de *P. flavens* no período de entressafra foi muito superior às demais espécies. Desconsiderando este período, as espécies dominantes seriam *D. brunneus* em iLPF e *B. patagonicus* em Floresta.

Diversos estudos demonstram que a maior heterogeneidade do sistema influencia na comunidade de artrópodes. Rocha et al. (2015) afirmaram que formigas tem sua riqueza e diversidade intimamente ligadas à complexidade do sistema onde ocorrem, pois estes podem oferecer uma maior disponibilidade de nichos, e estudos de Lutinski et al. (2014), Cantarelli et al. (2015) e Corassa et al. (2015) também comprovam a influência da heterogeneidade do ambiente na mirmecofauna.

A diversidade de aranhas também foi influenciada por ambientes mais heterogêneos no estudo de Francisco (2011), sendo a riqueza de espécies diretamente afetada pela cobertura vegetal, característica esta que está diretamente relacionada com a obtenção de alimentos para as aranhas.

CONCLUSÃO

Os resultados demonstram que a constituição da comunidade de artrópodes predadores epígeos é influenciada pelos sistemas produtivos e pelas estações do ano.

Observou-se maior riqueza e frequência de espécies de artrópodes predadores em iLPF. No entanto, em todos os sistemas, incluso o iLPF, a riqueza e frequência foram menores durante o período de entressafra, evidenciando a influência dos sistemas na composição da comunidade de artrópodes predadores associados ao solo.

Tais resultados corroboram com a hipótese de que ambientes mais heterogêneos possuem maior complexidade na composição das espécies.

REFERÊNCIAS

Abreu RRL, Lima SS, Oliveira NCR, Leite LFC (2014). Fauna edáfica sob diferentes níveis de palhada em cultivo de cana-de-açúcar. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 44(4), 409-416

Albertino JA, Melo GAR, Carvalho CJB, Casari SA, Constantino R (2012) *Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia*. Ribeirão Preto: Holos, 810p

Aquino AM, Aguiar-Menezes EL, Queiroz JM (2006) Recomendações para coleta de artrópodes terrestres por armadilhas de queda (“pitfall-traps”). *Circular Técnica*, 16. Embrapa. Rio de Janeiro. 8p

Balbino LC, Barcellos AdeO, Stone LF (2011) (Ed.). *Marco referencial: integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF)*. Brasília, DF: Embrapa

Borror DJ, Triplehorn CA, Johnson NF (1989) *An introduction to the study of insects*. 5th ed., Orlando, Holt, Rinehart and Winston, 875p

Cantarelli EB, Fleck MD, Granzotto F, Corassa JdeN, d'Avila M (2015) Diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) da serrapilheira em diferentes sistemas de uso do solo. *Ciência Florestal*, 25(3), 607-616.

Cividanes FJ, Barbosa JC, Martins ICF, Pattaro P, Nunes MA, Santos RS (2009) Diversidade e distribuição espacial de artrópodes associados ao solo em agroecossistemas. *Bragantia*, Campinas; 68(4): 873-884

Corassa JDN, Faixo JG, Andrade Neto VR, Santos IB (2015) Biodiversidade da mirmecofauna em diferentes usos do solo no Norte Mato-Grossense. *Comunicata Scientiae*; 6:2:154-163. <<https://comunicatascientiae.com.br/comunicata/article/viewFile/468/314>>

Crepaldi RA, Portilho R, Silvestre R, Mercante FM (2014) Formigas como bioindicadores da qualidade do solo em sistema integrado lavoura-pecuária. *Ciência Rural*, 44(5), 781-787

FAO (2009) Global agriculture towards 2050. In: High Lev. Expert Forum-How to Feed world 2050.
http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/Issues_papers/HLEF2050_Global_Agriculture.pdf.

Francisco RC (2011) Estudo da comunidade de aranhas (Araneae: Arachnida) de solo como ferramenta de diagnostico ambiental. 2011. 75 f. Dissertação (Mestrado em Zoologia) - Pontíficia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Franzluebbbers AJ, Sulc RM, Russelle MP (2011) Opportunities and challenge for integrating North-American crop and livestock systems. In: Lemaire G, Hodgson J, Chabbi A. (Eds.), Grassland Productivity and Ecosystem Services. CAB Int., Wallingford, Wallingford, UK, pp. 208–218.

Fujihara RT, Forti LC, Almeida MC, Baldin ELL (2011) Insetos de importância econômica: guia ilustrado para identificação de famílias. Botucatu: editora FEPAF, 391p

Gotelli NJ, Colwell RK (2001) Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters*, 4: 379–391

Haddad GQ, Cividanes FJ, Martins ICF (2011) Species diversity of myrmecofauna and araneofauna associated with agroecosystem and forest fragments and their interaction with Carabidae and Staphylinidae (Coleoptera). *Florida Entomologist*, 94(3), 500-509

Harterreiten-Souza ÉS, Togni PHB, Pires CSS, Sujii ER (2014) The role of integrating agroforestry and vegetable planting in structuring communities of herbivorous insects and their natural enemies in the Neotropical region. *Agroforestry systems*, 88(2), 205-219

Lange D, Fernandes WD, Raizer J, Faccenda O (2008) Predacious activity of ants (Hymenoptera: Formicidae) in conventional and in no-till agriculture systems. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, Curitiba, v. 51, n. 6, p.1199-1207

Lemes JRA, Köhler A (2017) Contribuição de ambientes antrópicos como habitats para formigas de solo de Floresta Estacional Decidua no Sul do Brasil. *EntomoBrasilis*, 10 (2): 69-75.

Lutinski JA, Lutinski CJ, Lopes BC, Morais ABB (2014) Estrutura da comunidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em quatro ambientes com diferentes níveis de perturbação antrópica. *Revista Ecologia Austral*. 24:229-237. < http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1667-782X2014000200012>

Macedo MCM (2009) Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, p.133-146

Martins ICF, Cividanes FJ, Ide S, Haddad GQ (2012) Diversity and habitat preferences of Carabidae and Staphylinidae (Coleoptera) in two agroecosystems. *Bragantia*, 71(4), 471-480

Mentone TO, Diniz EA, Munhae CB, Bueno OC, Morini MSC (2011) Composição da fauna de formigas (Hymenoptera: Formicidae) de serapilheira em florestas semidecídua e de *Eucalyptus* spp., na região sudeste do Brasil. *Biota Neotropica*, 11: 237-246

Panizzi AR, Parra JRP (2009) Bioecologia e nutrição de insetos: base para o manejo integrado de pragas. Brasília, Embrapa/CNPq, 1164p

Peixoto TS, Praxedes CL, Baccaro FB, Barbosa RI, Mourão Júnior M (2010). Composição e riqueza de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em savana e ambientes associados de Roraima. Revista Agro@mbiente On-line, 4: 1-10

Pimentel D (2005) Environmental and economic costs of the application of pesticides primarily in the United States. Integr Pest Manag 7:229–252. doi: 10.1007/978-94-007-7796-5_2

R Development Core Team (2013) R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna

Rocha WO, Dorval A, Peres Filho O, Vaez CA, Ribeiro ES (2015) Formigas (Hymenoptera: Formicidae) bioindicadoras de degradação ambiental em Poxoréu, Mato Grosso, Brasil. Floresta e Ambiente, v. 22, n. 1, p. 88-98. doi:10.1590/2179-8087.0049

Santos MPCJ, Carrano-Moreira AF, Torres JB (2012) Diversidade de formigas epigeicas (Hymenoptera: Formicidae) em floresta ombrófila densa e em cultivo de cana-de-açúcar, no município de Igarassu, PE. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, 7: 648-656.

Silva AB, Batista JL, Brito CH (2010) Aspectos Biológicos de *Euborellia annulipes* (Dermaptera: Anisolabididae) alimentada com o pulgão *Hyadaphis foeniculi* (Hemiptera: Aphididae). Revista Caatinga, v. 23, n. 1, p. 21-27

Silva LVda, Ribeiro ALdeP, Lúcio AD (2014) Diversidade de aranhas de solo em cultivos de milho (*Zea mays*). Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 35, n. 4, suplemento, p. 2395-2404

Soares AS, Antonialli-Junior WF, Lima-Junior SE (2010) Diversidade de formigas epigéicas (Hymenoptera, Formicidae) em dois ambientes no Centro-Oeste do Brasil. Revista Brasileira de Entomologia 54(1): 76–81

Sujii ER, Pires CSS, Schmidt FGV, Armando MS, Borges MM, Carneiro RG, Valle JCV (2002) Controle biológico de insetos-praga na soja orgânica do Distrito Federal. Caderno de Ciência e Tecnologia, Brasília, v. 19, n. 2, p. 299-312

Uehara-Prado M, Fernandes JdeO, Bello AdeM, Machado G, Santos AJ, Vaz-de-Mello FZ, Freitas AVL (2009) Selecting terrestrial arthropods as indicators of small-scale disturbance: A first approach in the Brazilian Atlantic Forest. Biological Conservation, Oxford, v.142, n.6, p.1220–1228

Van Emden HF (1990) Plant diversity and natural enemy efficiency in agroecosystems. In Critical Issues in Biological Control (ed.) Mackauer M, Ehler LE, Roland J. p.63-80. Andover, MA: Intercept. 330 pp

Apêndice

Apêndice A. Abundância de artrópodes predadores epígeos em sistemas produtivos, nos períodos de safras e entressafra, 2014/2016. Sinop-MT. (F=Floresta; L=Lavoura; P=Pastagem e I=integração Lavoura-Pecuária-Floresta; S= safra de soja; M= safra de milho; E=entressafra)

Taxa	Número de Indivíduos												TOTAL
	F			L			P			I			
	S	M	E	S	M	E	S	M	E	S	M	E	
HYMENOPTERA													
Formicidae													
<i>Anochetus targonii</i>	3	1	2		2	1	1	5	3	1	5	1	25
<i>Azteca</i> sp.		1	1		7	4			2			9	24
<i>Brachymyrmex heeri</i>	1	1	33									301	336
<i>Brachymyrmex patagonicus</i>	241	198	453	275	227	155	14	33	43	206	245	1335	3425
<i>Camponotus crassus</i>		14	50			5				2	8	21	100
<i>Camponotus melanoticus</i>		10	88	1		12			2	5	20	149	287
<i>Camponotus renggeri</i>	1					1				2		3	7
<i>Camponotus rufipes</i>	1	1	25	2	1	3		1	1	3	3	19	60
<i>Cardiocondyla emeryi</i>	34	104	95	32	6	2	9	7		32	34	67	422
<i>Cardiocondyla minutios</i>	6	1		1		1	2	4		2			17
<i>Cardiocondyla obscurior</i>	33	20	17	2	5	5	3	1	2	18	16	53	175
<i>Crematogaster evallans</i>	1		2	1	2	2	1		2	1	10	22	44
<i>Crematogaster</i> sp.	1			1			1			4	1		8
<i>Dorymyrmex brunneus</i>	169	880	1586	656	3187	3569	686	1019	596	313	3121	3537	19319
<i>Ectatomma tuberalatum</i>	1				2					2			5
<i>Gnamptogenys menzsi</i>		2	1	1			1	1		1	2		9
<i>Hylomyrma</i> sp.					3			5			4		12
<i>Hypoponera</i> sp.	5							1		4			10
<i>Odontomachus haematodus</i>	3	6	3		2		1						15
<i>Pachycondyla harpax</i>	1		2				4	3	3		1		14
<i>Pheidole (flavens)</i> sp.	240	4526	25600	67	322	195	58	218	575	184	648	10920	43553
<i>Pheidole gr. (fallax)</i> sp.	1	1		1						3			6
<i>Pheidole nallifica</i>				2	10		2			1		3	18
<i>Pheidole obscurithorax</i>	3	5	15	12	9	21	84	848	455	13	81	4	1550
<i>Pheidole oxyofs</i>	74	32	789	45	26	27	48	238	77	132	14	323	1825
<i>Pheidole</i> sp.				1	1	1							3
<i>Pheidole tristis</i>	41	108	12	81	165	4	137	340	18	62	132	14	1114
<i>Pseudomyrmex gracilis</i>										1			1
<i>Pseudomyrmex</i> sp.											2	4	6
<i>Pseudomyrmex tenuis</i>		1					1				1		3
<i>Pseudomyrmex termitarius</i>	3	14	10	5	19	42	2	3	7	4	15	17	141
<i>Razopone arhuaca</i>								1	1	2			4
<i>Solenopsis invicta</i>			4	2			1		3	1	6	7	24
<i>Solenopsis</i> sp. 1	10	129	174	12	57	21	8	80	9	7	37	41	585
<i>Solenopsis</i> sp. 2				1									1
<i>Solenopsis substituta</i>	4	6	85	13	62	504	16	6	5	17	24	38	780
<i>Strumigenys denticulata</i>	1			3	1		1		1	5	1		13

<i>Strumigenys eggersi</i>													1														3														4
COLEOPTERA																																									
Anthicidae																																									
Anthicidae sp.													2	1				8	11		7		2		4		3		1		7		46								
Carabidae																																									
<i>Abaris basistriata</i>													3	1		1										2		2		9											
<i>Amblygnathus suturalis</i>															2												1		3												
<i>Apenes marginalis</i>																					1								1												
<i>Apenes</i> sp.1													1	1												1		1		4											
<i>Athrostictus</i> sp.1													2	2				1						1				5		1		12									
<i>Brasiella argentata</i>																	1												2		3										
<i>Calosoma granulatum</i>															2		26		4				11		7		19				69										
<i>Galerita brasiliensis</i>																	3		1												4										
<i>Galerita collaris</i>																			6				1				10		17												
<i>Galerita</i> sp.															1		4		1								2		8												
<i>Odontocheila nitidicollis</i>													8																		8										
<i>Scarites</i> sp.1																	2		1												3										
<i>Selenophorus alternans</i>													4	1		11		6		1		1				11		5		40											
<i>Selenophorus discopunctatus</i>																	1												1												
<i>Selenophorus seriatoporus</i>																	2								2				4												
<i>Selenophorus</i> sp.1													4	3		4		1		2				1		5		9		1		30									
<i>Selenophorus</i> sp.2																									1				1												
<i>Selenophorus</i> sp.3															1		1														2										
<i>Tetracha</i> sp.1															6		26		62		1		12		21		1		8		20		157								
<i>Tetragonoderus laevigatus</i>																	2						2				1		1		6										
<i>Tetragonoderus</i> sp.1																									1				1												
Staphylinidae																																									
Aleocharinae sp. 1													39	7		5		15		6		5		2		6		17		33		1		136							
Aleocharinae sp. 2													1			3		3		1		1		1		10		6				26									
Aleocharinae sp. 3															1										1						2										
Aleocharinae sp. 4																					1										1										
Aleocharinae sp. 5													1			1		7														9									
<i>Carpelimus</i> sp.													1	1				2		2										1		7									
<i>Lathropinus</i> sp.																			1												1										
<i>Neohypnus</i> sp.															1		1																2								
<i>Osorius</i> sp.																					2		2								4										
<i>Paederus</i> sp.																									1		1				2										
Staphylinidae sp.																					1						2				3										
Xantolinini sp. 1																	3				2				2						7										
Xantolinini sp. 2																	1														1										
DERMAPTERA																																									
Anisolabididae																																									
<i>Euborellia annulipes</i>													5	3		7		18		3		3		7		2		7		20		75									
Forficulidae																																									
<i>Doru luteipes</i>															1		8				1		7								17										
Forficulidae sp 1.															1		1														2										
Forficulidae sp 2.															1		2								2				5												

Anexo 1

Normas da revista *Oecologia*, a qual o artigo está formatado

Qualis Capes CA = A1

***Oecologia* Author Instructions – Manuscript Guidelines**

Instructions for authors at Springer.com do not include all formatting expectations for *Oecologia* submissions. *Oecologia*'s Editors-in-Chief have combined all of Springer's instructions along with their additional detailed expectations into two user-friendly files; "*Manuscript Guidelines*" and "*Artwork Instructions*". Please prepare submissions to *Oecologia* according to the instructions in these two files. Submissions that do not follow these guidelines may be returned to authors or their review may be delayed.

Oecologia publishes innovative ecological research of general interest to a broad international audience. We publish several types of manuscripts in many areas of ecology:

Categories:

Concepts, Reviews and Synthesis

Views and Comments

Methods

Physiological ecology – Original research

Behavioral ecology – Original research

Population ecology – Original research

Plant-animal interactions – Original research

Community ecology – Original research

Ecosystem ecology – Original research

Global change ecology – Original research

Conservation ecology – Original research

Special Topic

In general, studies that are purely descriptive, mathematical, documentary, and/or natural history will not be considered.

In the *Concepts, Reviews and Syntheses* section, we seek papers on emerging issues in ecology, especially those that cross multiple boundaries in ecology, provide synthesis of important bodies of work or delve into new combinations of theory and observations with the potential to create new paradigms or challenge existing paradigms. These papers are usually invited, but we welcome unsolicited contributions. In the *Views and Comments* section we seek short papers with the intent to provide contrary and/or broader perspectives on papers recently published in *Oecologia*. Alternatively, pairs of short papers which present opposing views on a topic of high interest in the ecological research community will be published in this section, with the intent to stimulate open debate. In both cases, the papers must be relatively short (up to 5 printed pages in the case of opposing view pairs of papers, or up to 3 printed pages in the case of comments on previously-published work), and to contain not only an opinion or criticism on methods or statistics, but also relevant data or original analyses that support the opposing view or comment. Manuscripts or letters intended for the Views and Comments section will be reviewed by one of the Editors-in-Chief and a Handling Editor in the field appropriate to the submission. Special Topics are a collection of integrated papers on a critical topic of broad interest. Proposals for Special Topics should be submitted to one of the Editors-in-Chief. Methods are papers that outline new approaches that address standing questions in the discipline. Original Research papers are published by subject; they provide the core of our journal and represent original investigations that offer new insights into ecological systems.

Legal and ethical requirements

Ethical responsibilities of authors

This journal is committed to upholding the integrity of the scientific record. As a member of the Committee on Publication Ethics (COPE) the journal will follow the COPE guidelines on how to deal with potential acts of misconduct.

Authors should refrain from misrepresenting research results which could damage the trust in the journal and ultimately the entire scientific endeavor. Maintaining integrity of the research and its presentation can be achieved by following the rules of good scientific practice, which includes:

- ☐ The manuscript has not been submitted to more than one journal for simultaneous consideration.
- ☐ The manuscript has not been published previously (partly or in full), unless the new work concerns an expansion of previous work (please provide transparency on the re-use of material to avoid the hint of text-recycling (“self-plagiarism”)).
- ☐ A single study is not split up into several parts to increase the quantity of submissions and submitted to various journals or to one journal over time (e.g. “salami-publishing”).
- ☐ No data have been fabricated or manipulated (including images) to support your conclusions
- ☐ No data, text, or theories by others are presented as if they were the authors own (“plagiarism”). Proper acknowledgements to other works must be given (this includes material that is closely copied (near verbatim), summarized and/or paraphrased), quotation marks are used for verbatim copying of material, and permissions are secured for material that is copyrighted. Important note: the journal may use software to screen for plagiarism.
- ☐ Consent to submit has been received from all co-authors and responsible authorities at the institute/organization where the work has been carried out *before* the work is submitted.
- ☐ Authors whose names appear on the submission have contributed sufficiently to the scientific work and therefore share collective responsibility and accountability for the results.

In addition:

- ☐ Changes of authorship or in the order of authors are not accepted *after* acceptance of a manuscript.
- ☐ Requests to add or delete authors at revision stage or after publication is a serious matter, and may be considered only after receipt of written approval from all authors and detailed explanation about the role/deletion of the new/deleted author. The decision on accepting the change rests with the Editors-in-Chief of the journal.
- ☐ Upon request authors should be prepared to send relevant documentation or data in order to verify the validity of the results. This could be in the form of raw data, samples, records, etc.

If there is a suspicion of misconduct, the journal will carry out an investigation following the COPE guidelines. If, after investigation, the allegation seems to raise valid concerns, the accused author will be contacted and given an opportunity to address the issue. If misconduct has been proven, this may result in the Editors-in-Chief’s implementation of the following measures, including, but not limited to:

- ☐ If the article is still under consideration, it may be rejected and returned to the author.
- ☐ If the article has already been published online, depending on the nature and severity of the infraction, either an erratum will be placed with the article or in severe cases complete retraction of the article will occur. The reason must be given in the published erratum or retraction note.
- ☐ The author’s institution may be informed.

Disclosure of potential conflict of interests

Authors must disclose all relationships or interests that could influence or bias the work. Although an author may not feel there are conflicts, disclosure of relationships and interests affords a more transparent process, leading to an accurate and objective assessment of the work. Awareness of real or perceived conflicts of interests is a perspective to which the readers are entitled and is not meant to imply that a financial relationship with an organization that sponsored the research or compensation for consultancy work is inappropriate. Examples of potential conflicts of interests *that are directly or indirectly related to the research* may include but are not limited to the following:

- ☐ Research grants from funding agencies (please give the research funder and the grant number)
- ☐ Honoraria for speaking at symposia
- ☐ Financial support for attending symposia
- ☐ Financial support for educational programs
- ☐ Employment or consultation
- ☐ Support from a project sponsor
- ☐ Position on advisory board or board of directors or other type of management relationships
- ☐ Multiple affiliations
- ☐ Financial relationships, for example equity ownership or investment interest
- ☐ Intellectual property rights (e.g. patents, copyrights and royalties from such rights)
- ☐ Holdings of spouse and/or children that may have financial interest in the work

In addition, interests that go beyond financial interests and compensation (non-financial interests) that may be important to readers should be disclosed. These may include but are not limited to personal relationships or competing interests

directly or indirectly tied to this research, or professional interests or personal beliefs that may influence your research. The corresponding author collects the conflict of interest disclosure forms from all authors. In author collaborations where formal agreements for representation allow it, it is sufficient for the corresponding author to sign the disclosure form on behalf of all authors. Examples of forms can be found here . The corresponding author will include a summary statement in the text of the manuscript in a separate section before the reference list, that reflects what is recorded in the potential conflict of interest disclosure form(s).

See below examples of disclosures:

Funding: This study was funded by X (grant number X).

Conflict of Interest: Author A has received research grants from Company A. Author B has received a speaker honorarium from Company X and owns stock in Company Y. Author C is a member of committee Z.

If no conflict exists, the authors should state:

Conflict of Interest: The authors declare that they have no conflict of interest.

Statement of Human and Animal Rights

When reporting studies that involve human participants, authors should include a statement that the studies have been approved by the appropriate institutional and/or national research ethics committee and have been performed in accordance with the ethical standards as laid down in the 1964 Declaration of Helsinki and its later amendments or comparable ethical standards.

If doubt exists whether the research was conducted in accordance with the 1964 Helsinki Declaration or comparable standards, the authors must explain the reasons for their approach, and demonstrate that the independent ethics committee or institutional review board explicitly approved the doubtful aspects of the study.

The following statements should be included in the text before the References section:

Ethical approval: “All procedures performed in studies involving human participants were in accordance with the ethical standards of the institutional and/or national research committee and with the 1964 Helsinki declaration and its later amendments or comparable ethical standards.”

The welfare of animals used for research must be respected. When reporting experiments on animals, authors should indicate whether the institutional and/or national guidelines for the care and use of animals were followed.

For studies with animals, the following statement should be included:

“All applicable institutional and/or national guidelines for the care and use of animals were followed.”

If articles do not contain studies with human participants or animals by any of the authors, Springer recommends including the following sentence:

“This article does not contain any studies with human participants or animals performed by any of the authors.”

For retrospective studies, please add the following sentence:

“For this type of study formal consent is not required.”

Declaration of authorship

Authorship means holding responsibility for a written piece of text or artwork. In science, it implies personal involvement in the design, conduct and reporting of new research. An author must have participated in the research, understand the data and the text, and be able to present the contents to others. Principles of authorship are sometimes neglected, leading to questionable assignment of authorship and diminution of the credit for those who deserve authorship.

Providing funds, supervising or hosting researchers, belonging to a research consortium, attending a meeting or a workshop, offering access to samples, organisms or sites, providing technical assistance or preparation of diagrams and tables deserve appropriate acknowledgement, but do not commonly entitle one to authorship. Exceptions are contributions that involve highly technical skills (methodology) or intellectual input (e.g. statistical expertise) that was key to the final product.

All *Oecologia* submissions are required to include a declaration of authorship, including submissions with a single author. The declaration must include an explanation of the contribution or activity of each author to the final product. Submit the declaration of authorship as a footnote on the manuscript title page, using capital initials of authors. When two or more authors share the same initials spell out the last (or middle) name of each to distinguish them.

Please follow the format of the following examples:

Author Contributions: AJT and SSW conceived and designed the experiments. AJT and CR performed the experiments. AJT, CR, FKB analyzed the data. AJT, CR, SSW wrote the manuscript; other authors provided editorial advice.

Author Contributions: JM originally formulated the idea, BLZ developed methodology, PDT conducted fieldwork, BLZ generated sequencing data and molecular analyses, TT and BLZ collaborated in imaging analysis, ISS developed the mathematical models, BLZ and ISS performed statistical analyses, and BLZ and ISS wrote the manuscript.

For manuscripts with a single author, please use the following statement:

Author Contributions: SGJ conceived, designed, and executed this study and wrote the manuscript. No other person is entitled to authorship.”

The Editors-in-Chief reserve the right to reject manuscripts that do not comply with the abovementioned requirements. The author(s) will be held responsible for false statements or for failure to fulfill the above-mentioned requirements.

Manuscript submission

Authors must submit their articles to *Oecologia* online. Electronic submission substantially reduces the editorial processing, review and publication time. After passing a pre-review assessment for journal eligibility by an Editor-in-Chief and a Handling Editor, submitted manuscripts are subject to peer review and copy editing. Please log directly onto the link below and upload your manuscript following the on-screen instructions. For the review process, the manuscript may be submitted as one single file (PDF, Microsoft Word or Rich Text Format with embedded illustrations, tables, etc.). If the manuscript is accepted, original files (not pdf or html) of the final version of the manuscript must be uploaded for production. Online appendices (Electronic Supplementary Material, ESM) must be submitted in a separate file. There is a total file size limit of 60 MB for a manuscript submission, including ESM. If ESM (e.g., video) exceeds this size, please contact the appropriate Editor-in-Chief directly.

Submit Online

Manuscript preparation

□ The length of articles should not exceed 10 printed pages (equivalent to approximately 35 submitted pages) including all references, tables, figures, and figure legends. Views and Comments submissions must be limited to 3 to 5 printed pages. One printed page corresponds to approximately 3 submitted pages, 850 words text, or 3 illustrations with their legends, or 55 references. There will be a charge of 100 €, plus 19% VAT, for each page exceeding this limit. Editors typically return manuscripts prior to review that are likely to exceed the page limit.

□ Manuscripts must be written in English and double-spaced throughout (including references) with at least 2.5 cm (1 inch) margins. Please write in the active voice using the past tense only for methods and results sections.

□ Page numbers are optional but should not be included on tables and figures. Pages in Electronic Supplementary Material (ESM) should be numbered separately.

□ Line numbers are required and should run consecutively throughout the text, from the abstract through the figure legends. Do not number lines in tables, figures or ESM.

□ Use a normal, plain font (e.g. Times New Roman) for text. Genus and species names should be in italics. The common names of organisms should not be capitalized

□ Abbreviations should only be used for terms repeated at least 3 times. Abbreviations should be defined at first mention in the abstract and again in the main body of the text and used consistently thereafter.

□ Format dates as day-month-year with months abbreviated: e.g., 01-Jan-2008

□ Use the equation editor of a word processing program or MathType for equations.

(Note: If you use Word 2007, do not create equations with the default equation editor but use the Microsoft equation editor or MathType instead.) Symbols for parameters should be *italicized*.

□ Report values in equations, tables, figures and statistics with the number of digits that matches the precision of the data.

□ Please always use Unicode (<http://www.unicode.org>) font for non-Roman characters. Use internationally accepted signs and symbols following the Standard International System of Units (SI, <http://physics.nist.gov/cuu/Units/units.html>) throughout the manuscript (in the text, tables and figures). Avoid complex

units wherever possible (e.g. use “no. m-2” instead of “no. per 16 m²”). Units should use exponent notation and avoid multiplication and division symbols (e.g., “*”, “/”, “x”): i.e., “no. m-2” and not “no./m²”).

- ☐ Footnotes should not be used, except on the title page or in Tables.
- ☐ For indents, use tab stops or other commands, not the space bar.

Manuscript contents (in order)

☐ **Title page** The title should be concise and informative and less than 200 characters. Short titles (< 15 words) are best and are more often cited. The concept, problem or hypothesis to be tested should be clear from the title. The use of full taxonomic names in the title is discouraged; no taxonomic authorities should appear in titles. On the title page, include name(s) of author(s), the affiliation(s) of the author(s), and the e-mail address, telephone and fax numbers of the corresponding author. A declaration of authorship is required to be included as a footnote on the title page.

☐ **Abstract** The abstract should not exceed 250 words in length. Include key quantitative data in the results. Do not repeat the title in the first sentence and avoid phrases such as “is discussed” and “needs further research”. Write for a general audience; avoid jargon, undefined abbreviations and literature references.

☐ **Key words** Five key words should be supplied, indicating the scope of the paper and not repeating terms already used in the title. Each keyword should not contain more than two compound words, preferably only one.

☐ **Introduction**

☐ **Materials and methods** Some submissions, such as reviews, may depart from the typical format of Methods-Results-Discussion.

☐ **Results** Avoid “Results are shown in Figure 3”. Instead, say for example, “Biodiversity declined with the addition of nitrogen (Fig. 3).” Be specific: e.g., “positively correlated” instead of “correlated”. Refer to magnitudes of effects (e.g. give effect sizes and confidence intervals) rather than just *P*-values.

☐ **Discussion**

☐ **Acknowledgements** Please keep this section as short as possible. Acknowledgements of people, grants, funds, etc. should be placed in a separate section before the reference list. The names of funding organizations should be written in full. Compliance with ethical standards may be stated in the cover letter rather than the acknowledgements section.

☐ **References** Literature citations in the text should be ordered chronologically and indicate the author's surname with the year of publication in parentheses, e.g. Carlin (1992); Brooks and Carlin (1992). If there are more than two authors, only the first author should be named, followed by “et al.” For example, “Carlin (1992), Brooks and Carlin (2004, 2005), Jones et al. (2007) demonstrated...” OR “... well studied (Carlin 1992; Brooks and Carlin 2004, 2005; Jones et al. 2007)”. References at the end of the paper should be listed in alphabetical order by the first author's name. If there is more than one work by the same author or team of authors in the same year, a, b, etc. is added to the year both in the text and in the list of references. References should only include works that are cited in the text and that have been published or accepted for publication. Personal communications and unpublished works should only be mentioned in the text. Alphabetize the list of references by the last names of the first author of each work. If available, the Digital Object Identifier (DOI) of the cited literature should be added at the end of each reference. Always use the standard abbreviation of a journal's name according to the ISSN List of Title Word Abbreviations (www.issn.org/2-22661-LTWA-online.php). Reference examples:

Journal papers: name(s) and initial(s) of all authors; year; full title; journal title abbreviated in accordance with international practice; volume number; first and last page numbers

Savidge WB, Blair NE (2004) Patterns of intramolecular carbon isotopic heterogeneity within amino acids of autotrophs and heterotrophs. *Oecologia* 139:178-189 doi: 10.1007/s00442-004-1500-z

Chapter in a book: name(s) and initial(s) of all authors; year; title of article; editor(s); title of book; edition; volume number; publisher; place of publication; page numbers

Hobson KA (2003) Making migratory connections with stable isotopes. In: Berthold P, Gwinner E, Sonnenschein E (eds) *Avian migration*. Springer, Berlin, pp 379-391

Book: name and initial(s) of all authors; year; title; edition; publisher; place of publication

Körner C (2003) *Alpine plant life*, 2nd edn. Springer, Berlin

Theses: name and initial(s) of author; year; type (e.g., “Master thesis” or “PhD dissertation”); department; institution; place of publication. Wilson JA (2004) *Habitat quality, competition and recruitment processes in two marine gobies*. PhD dissertation, Department of Zoology, University of Florida, Gainesville, Florida, USA.

□ **Tables** Each table should be submitted on a separate page, with the title (heading) above the table. Tables should be understandable without reference to the manuscript text. Restrict your use of tables to essential material. All tables must be cited in the manuscript text and numbered consecutively with Arabic numerals. Provide dimensions or units for all numbers. Identify any previously published material by giving the original source in the form of a reference at the end of the table heading. Tables will be printed with horizontal separation lines only (one below the table's header, one below the column headers, and one at the end of the table); no vertical lines will be printed. Use tab stops to align columns and center numbers around decimals when appropriate. Footnotes to tables should be indicated by superscript lower-case letters (or asterisks for significance values and other statistical data). The number of decimals presented should be sensible and match the precision of the data. Acceptable file formats for tables include Microsoft Word (.doc), Rich Text Format (.rtf) and Excel (.xls).

□ **Figure legends** All figure legends (captions) should be assembled onto a separate page(s) preceding the figures. Each caption should be brief but sufficient to explain the figure without reference to the text. All figures must be cited in the manuscript text and numbered consecutively with Arabic numerals. Please click here for journal-specific instructions and examples.

□ **Figures** Each figure should appear on a separate page, with its figure number but without the figure legend. Figure preparation is critical. Please click here for journalspecific instructions and examples.

□ **Electronic Supplemental Material (ESM)** ESM are on-line appendices and may consist of information that is more convenient in electronic form (e.g. sequences, spectral data); large quantities of original data that relate to the manuscript (e.g. maps, additional tables and illustrations); and any information that cannot be printed (animations, video clips, sound recordings). Submit your material in PDF format; .doc or .ppt files are not suitable for long-term viability. Figures embedded within the ESM text are fine. If spreadsheets are to be interactive, they should be submitted as .xls files (Microsoft Excel), otherwise submit as PDF. Always use MPEG-1 (.mpg) format for audio, video and animation. It is possible to submit multiple files in a .zip or .gz file. Name the ESM files consecutively, e.g. "ESM3.mpg". ESM must be numbered and referred to as "Online Resource". The manuscript text must make specific mention of the ESM material as a citation, similar to that of figures and tables, e.g., ". . . as shown in the animation (Online Resource 3)". ESM is not subject to copyediting and will be published as received from the author. Authors should format the ESM material exactly as they want it to appear; manuscript title, authors, and contact information for the corresponding authors should be included. Do not include line numbers. ESM will be available in color at no additional charge. Reference to ESM will be included in the printed version.

After acceptance

□ **Proofs of accepted manuscripts** The purpose of the proof is to check for typesetting or conversion errors and the completeness and accuracy of the text, tables and figures. Authors of manuscripts accepted for publication are informed by e-mail that a temporary URL has been created from which they can obtain their proofs. Proofreading is the responsibility of the author. Authors should make their proof corrections (formal corrections only) on a printout of the pdf file supplied, checking that the text is complete and that all figures and tables are included. Substantial changes in content (e.g. new results, corrected values, title and authorship) are not allowed without the approval of the responsible editor. In such a case please contact the Editorial Office that handled the review before returning the proofs to the publisher. After online publication, corrections can only be made in exceptional cases and in the form of an Erratum which will be hyperlinked to the paper. ESM will not be included in proofs (because ESM is not copy edited and will be made available exactly as it was provided by the authors).

□ **Copyright Transfer Statement** If a manuscript is accepted after review the "Copyright Transfer Statement" must be signed and returned to the publisher prior to publication. Authors will be asked to transfer copyright of the article to the Publisher (or grant the Publisher exclusive publication and dissemination rights). This will ensure the widest possible protection and dissemination of information under copyright laws. See Springer's "Instructions for Authors" for more information.

□ **Online First** Accepted papers will be published online about one week after receipt of the corrected proofs. Papers published online can be cited by their DOI. After release of the printed version, the paper can also be cited by issue and page numbers.

□ **Reprints** Twenty-five reprints (offprints) of each contribution are supplied free of charge. If you wish to order additional offprints you must return the order form which is provided with the proofs and return it together with the corrected proofs.

□ **Springer Open Choice** In addition to our traditional publication process, Springer also provides an alternative open-access publishing option: *Springer Open Choice*. A Springer Open Choice article receives all the benefits of a regular article, and in addition is made freely available through Springer's online platform SpringerLink. To publish via Springer Open Choice, complete the relevant order form and provide the required payment information. Payment must be received in full before free access publication. Open Choice articles do not require transfer of copyright as the copyright remains with the author Springer Open Choice

Once a paper has been accepted for publication in Oecologia, authors are invited to send photographs that highlight their work and might be appropriate to be featured on the cover of Oecologia. High resolution digital images of the photographs should be sent electronically to Carlos Ballare (ballare@ifeva.edu.ar), the Editor-in-Chief in charge of choosing Oecologia cover photos. Please include a full listing of the photographer who produced the image, including their institution or company and their e-mail address.