

INFLUÊNCIA DO SISTEMA DE PLANTIO NA COMUNIDADE DE ARTRÓPODES
ASSOCIADOS ÀS CULTURAS DO FEIJÃO E MANDIOCA

Por

GICELA RENÊ RODRIGUES DA SILVA MATIAS

(Sob Orientação dos professores César Auguste Badji e Kleber Régis Santoro)

RESUMO

No Brasil o feijão *Phaseolus vulgaris* (Linnaeus) e a mandioca *Manihot esculenta* (Crantz) são cultivados em sistemas de monocultivo ou em consórcio. Apesar das vantagens que o consórcio oferece como: o uso intensivo da área, proteção do solo contra erosão, redução no ataque de pragas, estudos têm demonstrado impacto de manejos inadequados sobre a biodiversidade no agroecossistema. Esta pesquisa teve como objetivo avaliar os efeitos do sistema de plantio adotado no Agreste Meridional de Pernambuco, sobre a comunidade de artrópodes do dossel associados às culturas do feijão e mandioca. A pesquisa foi conduzida em lavouras comerciais da região em três tratamentos: 1) monocultivo do feijão; 2) consorcio feijão-mandioca; 3) monocultivo da mandioca. Foram delimitadas quatro parcelas de 15 x 15m, para a amostragem por observação direta dos insetos do dossel em cinco plantas por parcela, duas vezes por semana nos meses de maio a julho 2009. As espécies que melhor explicaram a variância observada foram submetidas à Análise de Variáveis Canônicas (CVA) e Medida Repetida. As análises mostraram diferenças entre os tratamentos quanto à composição e a frequência das espécies. As espécies que mais contribuíram para a divergência entre os tratamentos foram: *Urbanus proteus* (L.),

Aphididae sp6, *Empoasca kraemeri* (Ross & Moore), Aphididae sp1, *Diabrotica speciosa* (Germar), Aphididae sp2, Staphylinidae sp2, Lampyridae sp1, Pieridae sp1 e Thripidae sp1. As interações entre os tratamentos e tempo foram significativas para oito das 15 espécies analisadas. Os insetos herbívoros foram predominantes em todos os tratamentos. A maior presença de herbívoros no consórcio pode ter sido favorecida pelo manejo e por fatores climáticos. Pode-se concluir que nas condições do Agreste Meridional de Pernambuco, o sistema de cultivo consorciado, envolvendo o feijão e a mandioca, favoreceu o aumento da pressão de herbivoria no agroecossistema.

PALAVRAS-CHAVE: Insetos do dossel, Monocultivo, Consórcio feijão-mandioca

INFLUENCE OF PLANTING IN COMMUNITY OF ARTHROPODS ASSOCIATED WITH
CULTURES OF BEAN AND CASSAVA

by

GICELA RENÊ RODRIGUES DA SILVA MATIAS

(Under the Direction of Professors César Auguste Badji and Kleber Régis Santoro)

ABSTRACT

In Brazil, the beans *Phaseolus vulgaris* (Linnaeus) and cassava *Manihot esculenta* (Crantz) are grown in monoculture or intercrop systems. Despite the advantages that the intercrop offers as: the intensive uses of the area, protection against soil erosion, reduction in pest attack, studies have shown the impact of inadequate management on the biodiversity in agroecosystems. This study aimed to evaluate the effects of planting system adopted in the arid zone meridional of Pernambuco, on the canopy arthropod community associated with common bean and cassava. The research was conducted in commercial fields in the region in three treatments: 1) bean monoculture, 2) consortium bean-cassava, 3) cassava monoculture. Were delimited four plots of 15 x 15m, for sampling by direct observation of insects in the canopy five plants per plot, twice weekly from May to July 2009. The species that best explained the variance observed were subjected to Canonical Variate Analysis (CVA) and Repeated Measurements. The analysis showed differences between treatments on the composition and frequency of species. The species that contributed most to the difference between the treatments were: *Urbanus proteus* (L.), Aphididae sp6, *Empoasca kraemeri* (Ross & Moore), Aphididae sp1, *Diabrotica speciosa*

(Germar), Aphididae sp2, Staphylinidae sp2, Lampyridae sp1, Pieridae sp1 and Thripidae sp1. The interactions between treatments and time were significant for eight of the 15 species analyzed. The herbivores were predominant in all treatments. The greater number of herbivores in the consortium may have been favored by management and by climatic factors. It can be concluded that the terms of the Arid Zone Meridional of Pernambuco, the intercropping system (Bean with cassava) favored the increased pressure of herbivory in the agroecosystem.

KEY WORDS: Insect canopy, monoculture, bean intercropping cassava

INFLUÊNCIA DO SISTEMA DE PLANTIO NA COMUNIDADE DE ARTRÓPODES
ASSOCIADOS ÀS CULTURAS DO FEIJÃO E MANDIOCA

Por

GICELA RENÊ RODRIGUES DA SILVA MATIAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia Agrícola, da
Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do grau de
Mestre em Entomologia Agrícola.

RECIFE - PE

Maio – 2010

INFLUÊNCIA DO SISTEMA DE PLANTIO NA COMUNIDADE DE ARTRÓPODES
ASSOCIADOS ÀS CULTURAS DO FEIJÃO E MANDIOCA

Por

GICELA RENÊ RODRIGUES DA SILVA MATIAS

Comitê de Orientação:

César Auguste Badji – UFRPE – UAG

Kleber Régis Santoro – UFRPE – UAG

INFLUÊNCIA DO SISTEMA DE PLANTIO NA COMUNIDADE DE ARTRÓPODES
ASSOCIADOS ÀS CULTURAS DO FEIJÃO E MANDIOCA

Por

GICELA RENÊ RODRIGUES DA SILVA MATIAS

Orientador:

César Auguste Badji – UFRPE – UAG

Examinadores:

Kleber Régis Santoro – UFRPE – UAG

José Vargas de Oliveira – UFRPE

Daniel de Brito Fragoso – UNITINS – TO

DEDICATÓRIA

*Aos meus pais, **Rubênia Rodrigues Alves de Souza e Paulo Roberto da Silva** que me deram a vida e me ensinaram a vivê-la com dignidade.*

Ofereço

*A **D-US**, Senhor de minha vida, e razão de tudo. Por estar presente em todos os momentos de dificuldade e alegrias, permitindo mais essa vitória em minha vida.*

AGRADECIMENTOS

Ao programa de Pós-Graduação em Entomologia Agrícola, da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), pela oportunidade de obtenção do título de Mestre.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, que me concedeu a bolsa, fato este que contribuiu para viabilização desta dissertação.

Ao orientador e professor, César Auguste Badji, pelo apoio, dedicação, sugestões e ensinamentos.

Ao co-orientador e professor, Kleber Régis Santoro, pelas sugestões para a melhoria deste trabalho.

A todos os professores desta instituição, pessoas responsáveis pelos nossos conhecimentos entomológicos.

Ao coordenador do programa professor Jorge Braz Torres pelo apoio e orientação.

Aos professores examinadores, José Vargas de Oliveira – UFRPE, Daniel de Brito Fragoso – UNITINS – TO e Herbert Álvaro Abreu de Siqueira pela presença, pelas valiosas palavras e sugestões.

Aos técnicos do laboratório de Biologia Animal – UAG, Isabele Cristine Barros de Moraes Alencar, Wilkilane Luiz da Silva, Amara Maria de Souza Barbosa; aos seguranças da UAG, pela amizade, atenção, respeito e colaboração na realização dessa dissertação.

Aos professores Wallace, Raquel e Gilcia da Unidade Acadêmica de Garanhuns.

Ao proprietário do Sítio Tapera onde foram realizados os experimentos, senhor Joatan Cantilino de Araújo e ao seu sobrinho Dimas Diniz da Silva pela colaboração.

Ao Agente de Extensão Rural do IPA do Município de Jupi – André Lima da Silva pela colaboração com os dados de pluviometria da região.

Aos estagiários da UAG principalmente o Leandro, Eraldo, Arthur e Cataline pela colaboração com as coletas e triagem dos insetos.

Aos meus pais pelo apoio em todos os momentos.

Aos secretários do departamento.

Aos meus colegas do mestrado.

Aos meus amigos pelo apoio, incentivo e ajuda nos momentos difíceis Roseane, Alicely, Alexandre, Carla, Adalto, Wagner, Taís, Andresa, Alberto.

A todos que contribuíram para realização deste trabalho.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS ix

CAPÍTULOS

1	INTRODUÇÃO	01
	LITERATURA CITADA.....	07
2	INFLUÊNCIA DO SISTEMA DE PLANTIO NA COMUNIDADE DE ARTRÓPODES DO DOSSEL ASSOCIADOS ÀS CULTURAS DO FEIJÃO E MANDIOCA.....	12
	RESUMO	13
	ABSTRACT	14
	INTRODUÇÃO	15
	MATERIAL E MÉTODOS	17
	RESULTADOS	19
	DISCUSSÃO.....	23
	AGRADECIMENTOS.....	29
	LITERATURA CITADA.....	29

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

A cultura do feijão *Phaseolus vulgaris* (Linnaeus) é de expressiva importância econômica no cenário nacional, se destacando tanto pelo seu grande uso alimentar, quanto pela extensão da área cultivada (Rapassi *et al.* 2003). A produção nacional de feijão em 2009 foi de 3,5 milhões de toneladas, considerando as três safras de acordo com dados do IBGE (2010). O sistema mais empregado para o cultivo do feijão é o consórcio, principalmente com o milho (*Zea mays* Linnaeus), a mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), a mamona (*Ricinus communis* Linnaeus) ou a palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Linnaeus) (Costa 2008).

O consórcio de culturas é um sistema de cultivo tradicional nos países em desenvolvimento nos trópicos e consiste no plantio simultâneo ou não de duas ou mais culturas numa mesma área. É bastante utilizado no Brasil, por pequenos produtores e pelos agricultores de subsistência, que contam com pouca terra, mão-de-obra familiar e pouco capital (Albuquerque *et al.* 2007).

Esse sistema é interessante por vários motivos: permite o uso intensivo da área; aumenta a proteção vegetativa do solo contra a erosão, permite melhor controle das plantas daninhas e a redução do ataque de pragas, pois, nesse sistema, os insetos herbívoros geralmente alcançam menores densidades populacionais, além de ser uma alternativa viável para aumentar a oferta de alimentos (Vandermeer 1989, Rezende 1997, Altieri *et al.* 2003). O sistema de consórcio é bastante empregado nas regiões Sul (Denega *et al.* 2004), Sudeste (Costa & Silva 2008), Norte (Pequeno *et al.* 2006) e Nordeste (Cavalcante *et al.* 2005) do Brasil. Devido a sua importância, o

consórcio do feijoeiro comum com outras espécies tem merecido vários estudos, envolvendo, inclusive, as culturas do café (*Coffea arabica* Linnaeus) e cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.), além do sorgo (*Sorgum bicolor*) (Linnaeus) Moench, mandioca e outras (Vieira 1985).

A mandioca é geralmente cultivada em consórcio, e quando cultivada com o feijão, verifica-se uma diversificação de alimentos energéticos e protéicos na mesma área e no mesmo ano, o que possibilita uma composição alimentar mais rica e variada. Ao mesmo tempo, gera excedentes para o mercado, que contribui para o aumento da renda do agricultor (Mattos 2000).

A mandioca tem papel importante na alimentação humana e animal, como matéria-prima para inúmeros produtos industriais e na geração de emprego e de renda (Souza & Fialho 2003). Segundo dados do IBGE (2010), a produção nacional da mandioca foi de aproximadamente 26 milhões de toneladas em 2009, espera-se uma produção de 26,6 milhões de toneladas em 2010, um aumento de 2,2%.

Dentre os principais estados produtores destacam-se: Pará (17,9%), Bahia (16,7%), Paraná (14,5%), Rio Grande do Sul (5,6%) e Amazonas (4,3%), que respondem por 59% da produção do país. A Região Nordeste sobressai-se com uma participação de 34,7% da produção nacional, porém com rendimento médio de apenas 10,6t/ha, enquanto as demais regiões participam com 25,9% (Norte), 23,0% (Sul), 10,4% (Sudeste) e 6,0% (Centro-Oeste). As Regiões Norte e Nordeste destacam-se como principais consumidoras, sob a forma de farinha. No Sul e Sudeste, com rendimentos médios de 18,8 t/ha e 17,1 t/ha, respectivamente, a maior parte da produção é para a indústria, principalmente no Paraná, São Paulo e Minas Gerais (Souza & Fialho 2003).

A mandioca é importante como cultura consorte, pelo seu ciclo vegetativo longo, crescimento inicial lento, variedades com hábito de crescimento ereto e vigor de folhagem médio,

caracterizando as possibilidades de consórcio, principalmente com culturas anuais (Souza & Fialho 2003).

No Nordeste a mandioca encontra condições favoráveis para se desenvolver e, apresenta boa produtividade, geralmente quando plantada em consórcio com o feijão. Neste caso, a mandioca é plantada 15 a 20 dias depois do plantio do feijão, após a primeira capina, colocando-se uma fileira de mandioca a cada duas de feijão (Costa 2008).

De acordo com Albuquerque *et al.* (2007), é possível cultivar feijão em consórcio com a mandioca, tanto em fileiras simples quanto em fileiras duplas, sem maiores prejuízos para essa cultura. O mesmo não pode ser dito para o feijão, uma vez que este tem maior produtividade quando cultivada em monocultivo. Mas, os maiores índices de equivalência da produtividade em área foram observados nos arranjos consórcio fileiras simples de mandioca mais uma linha de feijão e em fileiras duplas de mandioca mais duas ou três linhas de feijão, sendo, estes arranjos os mais recomendados (Albuquerque *et al.* 2007).

O sistema de plantio utilizado no agroecossistema pode afetar as comunidades de artrópodes. Uma comunidade pode ser definida como um grupamento natural, de populações de diversas espécies, com capacidade de sobrevivência e sustentação própria, além de uma relativa independência em relação aos grupos adjacentes (Silveira Neto 1976). Estas espécies podem ser encontradas nos diversos níveis da cadeia trófica, e para a compreensão de sua complexidade, têm sido propostas distintas classificações de grupos funcionais. Uma delas é a que divide a macrofauna de acordo com o comportamento alimentício em herbívoros, detritívoros e predadores (Brown *et al.* 2001).

Os herbívoros se alimentam das partes vivas das plantas, os predadores de animais vivos e os detritívoros ou saprófagos se alimentam da matéria orgânica não viva de origem animal e

vegetal (Moore *et al.* 2004). As interações bióticas entre esses grupos funcionais são de grande complexidade (Prince 1988, Silveira 2007). Em consequência da herbivoria realizada pelos artrópodes, a qualidade e a quantidade dos indivíduos predadores e detritívoros são afetadas (Wardle & Bardgett 2004).

Os herbívoros de maior importância agrícola fazem parte das seguintes ordens: Ixodida, Coleoptera, Lepidoptera, Hemiptera, Hymenoptera, Orthoptera, etc. (Gallo *et al.* 2002). Adultos e larvas são componentes das comunidades. Uma parte dos indivíduos vive na parte aérea das plantas, na superfície do solo e outros vivem em escavações no solo durante todo ou parte de seu ciclo de vida (Curry 1987, Silveira 2007).

Na cultura do feijoeiro ocorrem várias espécies de artrópodes herbívoros que podem ser agrupados em cinco categorias: pragas do solo lagarta rosca - *Agrotis ipsilon* (Hufnagel), lagarta elasmô - *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller) e larvas de vaquinhas - *Diabrotica speciosa* (Germar) e *Cerotoma arcuata* (Olivier); pragas das folhas vaquinhas (*D. speciosa*; *C. arcuata*), minadora - *Liriomyza* sp., lagarta enroladeira - *Omiodes indicatus* (Fabricio), lagarta-cabeça-de-fósforo - *Urbanus proteus* (Linnaeus), cigarrinha verde - *Empoasca kraemeri* (Ross & Moore), ácaro branco - *Polyphagotarsonemus latus* (Banks), ácaro rajado - *Tetranychus urticae* (Koch), mosca branca - *Bemisia tabaci* (Gennadius) e tripes - *Thripes palmi* (Karny); pragas das vagens como a lagartas das vagens - *Etiella zinckenella* (Treitschke) e pragas dos grãos armazenados como carunchos - *Acanthoscelides obtectus* (Say) e *Zabrotes subfasciatus* (Boheman). Estes artrópodes podem causar reduções significativas no rendimento do feijoeiro, que variam de 11 a 100%, dependendo da espécie da praga, da cultivar plantada e da época de plantio do feijoeiro (Quintela 2002).

Das quase de 200 espécies de artrópodes identificadas que ocorrem na cultura da mandioca, apenas algumas são realmente importantes e podem causar redução da produtividade, entre elas o mandarová *Erinnyis ello* (Linnaeus), os ácaros verde: *Mononychellus tanajoa* (Bondar) e rajado - *Tetranychus urticae* (Koch), a mosca-do-broto – *Neosilba* sp., os tripses - *Scirtothrips manihoti* (Bondar), entre outros (Schmitt 2002, Sedyama *et al.* 2007).

Os predadores pertencem a um grupo integrado por indivíduos das classes Arachnida e Insecta das ordens Coleoptera, Hemiptera e Hymenoptera. Os insetos predadores encontrados na parte aérea e no solo de culturas de importância agrícola pertencem em geral, ao grupo dos coleópteros como *Cycloneda sanguinea* (L.), no qual as larvas e os adultos são afidófagos (Santos & Pinto 1981, Veloso *et al.* 1995), grupo dos hemípteros e himenópteros. Como são importantes para o controle de pragas, faz-se necessário conhecer a resposta deles às diferentes práticas de manejo das culturas, para que se possam buscar alternativas para aumentar a densidade desses predadores nos sistema de produção agrícola (Stinner & House 1990, Silveira 2007).

Ao grupo dos saprófagos e detritívoros pertencem os insetos presentes nas ordens Coleoptera, Diptera e Isoptera (Wardle 1995). Como exemplos de saprófagos podem ser citados os insetos da família Staphylinidae (Coleoptera). Geralmente ocorrem em animais ou vegetais em decomposição, principalmente esterco e carniça (Borror & DeLong 1988). Em sua maioria são onívoros não seletivos.

Por apresentarem elevadas densidades populacionais, grande diversidade de espécies em vários habitats com habilidades para dispersão, seleção de hospedeiros e de respostas à qualidade e quantidade de recursos disponíveis os artrópodes são adequados para uso em estudos de avaliação de impacto ambiental, de efeitos de sistemas de plantio e aplicação de pesticidas e como

bioindicadores do estado de degradação ou de qualidade de solo (Rosenberg *et al.* 1986, Souza & Brown 1994, Giesy *et al.* 2000).

Com relação ao consórcio de culturas, além de ganhos na produtividade tem gerado maior sustentabilidade aos sistemas de plantio, sendo que atualmente muitas pesquisas têm focado os efeitos dos componentes agrícolas, como tipo de manejo, técnicas de cultivo, manejo de resíduos vegetais e uso de pesticidas sobre as comunidades de artrópodes associados às culturas. Nestas pesquisas tem-se avaliado os efeitos provocados pelos sistemas de manejo sobre as alterações da estrutura da cadeia alimentar associada às comunidades de artrópodes, bem como a composição e diversidade dessa fauna associada também às culturas (Hendrix *et al.* 1986, Lagerlof & Andren 1991, Robertson *et al.* 1994). Os efeitos provocados pelos sistemas de manejo sobre o agroecossistema pode ser direto pela aplicação de agrotóxico e pelo dano mecânico (Picanço *et al.* 1999), ou indiretamente por modificar a porosidade, densidade e cobertura do solo, interferindo na mobilidade dos organismos, além de modificar a circulação de ar e água, amplitude térmica, disponibilidade de alimentos e com isso interferir na estrutura das comunidades ecológicas (Wootton 1993, Mengue 1995, Kladvico 2001).

Em sistemas de consórcio, a escolha de uma planta companheira alta ou baixa, de maturação precoce ou tardia com flores ou sem flores pode otimizar ou diminuir os efeitos sobre as pragas (Altieri & Letourneau 1982). Enquanto que, em sistema de monocultivo, herbívoros exibem taxas de colonização mais altas, maior potencial reprodutivo, tempos de permanência mais longos, menos barreiras ao encontro de hospedeiro e taxas de mortalidade por inimigos naturais mais baixas (Altieri *et al.* 2003).

Considerando que o sistema de plantio pode interferir nas estruturas das comunidades ecológicas, reduzindo, por exemplo, a presença de inimigos naturais e com isso permitir o

aumento da população dos herbívoros, estudos que busquem avaliar qual o sistema de plantio se adéqua melhor ás culturas exploradas por produtores do Agreste Meridional são importantes para as recomendações agronômicas.

Literatura Citada

- Albuquerque, J.A.A., T. Sedyama, A.A. da Silva, J.E.S. Carneiro, P.R. Cecon & J.M.A. Alves. 2007.** Viabilidade do consórcio de mandioca e feijão em diferentes arranjos de cultivo. Revista RAT, Cerat UNESP, 03, 3p.
- Altieri, M.A. & D.L. Letourneau. 1982.** Vegetation management and biological control in agroecosytems. Crop Prot. 1: 405-430.
- Altieri, M.A., E.N. Silva & C.I. Nicholls. 2003.** O papel da biodiversidade no manejo de pragas. Ribeirão Preto, Ed. Holos, 226p.
- Borror, D.J. & D.M. Delong. 1988.** Introdução ao estudo dos insetos. São Paulo, Ed. Edgard Blücher. 653p.
- Brown, G.G., A. Pasini, N.P. Benito, A.M. Aquino & M.E.F. Correia. 2001.** Diversity and functional role of soil macrofauna communities in Brazilian no tillage agroecosystems: a preliminary analysis. Report presented in the international Symposium on Managing Biodiversity in Agricultural Ecosystems. Montreal, Canadá. 20p.
- Cavalcante, F.S., I.F. Silva & M.C.S.P. Araújo. 2005.** Avaliação da viabilidade do consórcio de mandioca e feijão comum em Latossolo no Brejo Paraíba. Agropec. Téc. 26: 93-97.
- Costa, A. F. 2008.** Tecnologia de produção de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) no Agreste Nordeste. Campinas, Instituto Agrônômico 4p. (Documentos 85).
- Costa, A.S.V. & M.B. Silva. 2008.** Sistema de consórcio milho feijão para a Região do Vale do Rio Doce, Minas Gerais. Ciênc. Agrotec. 32: 663-667.
- Curry, J.P. 1987.** The invertebrate fauna of grassland and its influence on productivity. The composition of the fauna. Grass Forage Sci. 42: 103-120.
- Denega, S., O.S. Jadoski & N. Mallmann. 2004.** Avaliação da produtividade no consórcio de milho e feijão. Rev. Guairacá 20: 17-31.
- Gallo, D., O. Nakano, S. Silveira Neto, R.P.L. Carvalho, G.C. Batista, E. Berti Filho, J.R.P. Parra, R.A. Zucchi, S.B. Alves, J.D. Vendramim, L.C. Marchini, J.R.S. Lopes, & C. Omoto. 2002.** Entomologia Agrícola, Piracicaba, FEALQ, 920p.

- Giesy, J.P., S. Dobson & K.R. Solomon. 2000.** Ecotoxicological risk assessment for roundup herbicide. *Rev. Environ. Contam. Toxicol.* 167: 35-120.
- Hendrix, P.F., E.W. Parmalesse, D.A. Crossley, D.C. Collemam, E.P. Odum & P.M. Groffman. 1986.** Detritus food-web in conventional and no tillage agrosystems. *Bioscience* 36: 374-380.
- IBGE. 2010.** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201005_5.shtm acesso em: 02 jun 2010.
- Kladiviko, E.J. 2001.** Tillage systems and soil ecology. *Soil Til. Res.* 61: 61-76.
- Lagerlof, J. & O. Andren. 1991.** Abundance and activity of Collembolla, Protura and Diplura in four cropping systems. *Pedobiology* 35: 337-350.
- Mattos, P.L.P. 2000.** Consorciação, p. 33-41. In Mattos, P.L.P. & J.C. Gomes (eds.). *O Cultivo da mandioca*. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura. 122p. (Circular técnica 37).
- Mengue, B.A. 1995.** Indirect effects in marine rocky intertidal interaction webs-patterns and importance. *Ecol. Monogr.* 65: 21-74.
- Moore, J.C., E.L. Berlow, D.C. Coleman, P.C. Ruiter, Q. Dong, A. Hastings, N.C. Johnson, K.S. McCann, K. Melville, P.J. Morin, K. Nadelhorffer, A.D. Rosemond, D.M. Post, J.L. Sabo, K.M. Scow, M.J. Vanni & D.H. Wall. 2004.** Detritus, trophic dynamics and biodiversity. *Ecol. Letters.* 7: 584-600.
- Pequeno, D.N.L., E.P. Martins, F.S. Afférri, F.L. Tonani & R.R. Fidelis. 2006.** Efeitos da semeadura da *Brachiaria brizantha* em consórcio com milho sobre caracteres agrônômicos da cultura anual e da forrageira em Gurupi, Estado do Tocantins. *Amazônia* 2: 127-134.
- Picanço, M.C., G.L.D. Leite, M.C. Mendes & V.E. Borges. 1999.** Ataque de *Atarsocoris brachiariae* Becker, uma nova praga das pastagens em Mato Grosso, Brasil. *Pesqu. Agropec. Bras.* 35: 885-890.
- Prince, W.P. 1988.** An overview of organismal interactions in ecosystems in evolutionary and ecological time. *Agric. Ecosys. Environ.* 2: 269-377.
- Quintela, E.D. 2002.** Manual de identificação dos insetos e invertebrados: pragas do feijoeiro. Embrapa Arroz e Feijão, 52p.
- Rapassi, R.M.A., M.E. Sá, M.A.A. Tarsitano, M.A.C. de Carvalho, E.R. Proença, C.M.T. de Neves & E.C.M. Colombo. 2003.** Análise econômica comparativa após um ano de cultivo do feijoeiro irrigado, no inverno, em sistemas de plantio convencional e direto, com diferentes fontes e doses de nitrogênio. *Bragantia* 62: 397-404.

- Rezende, P.M. 1997.** Capacidade competitiva de cultivares de milho e soja consorciados em função da produção de grãos e forragem. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 153p.
- Robertson, L.N., B.A. Kettle & G.B. Simpson. 1994.** The influence of tillage practices on soil macrofauna in a semi-arid agroecosystem in northeastern Australia. *Agric. Ecosys. Environ.* 48: 149-156.
- Rosenberg, D.M., H.V. Danks & D.M. Lehmkuhl. 1986.** Importance of insects in environmental impact assessment. *Environ. Manag.* 10: 773-783.
- Santos, G.P. & A.C.Q. Pinto. 1981.** Biologia de *Cycloneda sanguinea* e sua associação com pulgão em mudas de mangueira. *Pesqu. Agrop. Bras.* 16: 473-476.
- Schmitt, A. T. 2002.** Principais insetos pragas da mandioca e seu controle. Série: Culturas de tuberosas amiláceas latino americanas. Cap. 16, 2. ABAM, 350-369.
- Sediyama, T., A.E.S. Viana & M.A.N. Sediyama. 2007.** Mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), p. 483-490. In Paula Júnior, T.J. & M. Venzon (eds.). 101 culturas: manual de tecnologias agrícolas, EPAMIG, 800p.
- Silveira Neto, S. 1976.** Manual de ecologia dos insetos. São Paulo, Ed. Agronômica Ceres, 419p.
- Silveira, E.R. 2007.** População de artrópodos e produtividade de milho em sistema de integração lavoura-pecuária. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 62p.
- Souza, O.F. & V.K. Brown. 1994.** Effects of habitat fragmentation on Amazonian termite communities. *J. Trop. Ecol.* 10: 197-206.
- Souza, L.S. & J.F. Fialho. 2003.** Cultivo da mandioca para a Região do Cerrado. Embrapa Mandioca e Fruticultura. Sistema de produção nº 8. 61p. Disponível em: http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandica/mandioca_cerrado/index.htm. Acesso em: 30 abr 2009.
- Stinner, B.R. & G.J. House. 1990.** Arthropods and other invertebrates in conservation tillage agriculture. *Ann. Rev. Entomol.* 35: 299-318.
- Vandermeer, J. 1989.** The ecology of intercropping. New York, Cambridge, 247p.
- Veloso, V.R.S, R.V. Naves, J.L. Nascimento, P.M. Fernandes & A.H. Garcia. 1995.** Anais Esc. Agron. Vet. 25: 123-127.
- Vieira, C. 1985.** O feijão em cultivos consorciados. Viçosa, Ed. UFV, 134p.
- Wardle, D.A. 1995.** Impacts of disturbance on detritus food webs in agroecosystems of contrasting tillage and weed management practices. *Adv. Ecol. Res.* 26: 105-185.

Wardle, D.A. & R.D. Bardgett. 2004. Indirect effects of invertebrate herbivory on the decomposer subsystem. *Ecol. Stud.* 173: 53-69.

Wootton, J.T. 1993. Indirect effects and habitat use in an intertidal community: interaction chains and interaction modifications. *Am. Nat.* 141: 71-89.

CAPÍTULO 2

INFLUÊNCIA DO SISTEMA DE PLANTIO NA COMUNIDADE DE ARTRÓPODES DO DOSSEL ASSOCIADOS ÀS CULTURAS DO FEIJÃO E MANDIOCA

GICELA R. R. S.MATIAS¹, CÉSAR A. BADJI² E KLEBER R. SANTORO²

¹Universidade Federal Rural de Pernambuco – Departamento de Agronomia – Entomologia, Av.
Dom Manoel de Medeiros s/n, Dois Irmãos, 52171-900 Recife, PE.

²Universidade Federal Rural de Pernambuco, Av. Bom Pastor s/n – Boa Vista – Caixa postal 152-
CEP 55292-901 – Garanhuns/PE.

¹Matias, G.R.R.S., C.A Badji & K.R Santoro. Influência do sistema de plantio na comunidade de artrópodes do dossel associados às culturas do feijão e mandioca. A ser submetido.

RESUMO – O consórcio é sistema muito usado em agricultura familiar. Apesar das vantagens que ele propicia como: proteção do solo contra erosão, redução no ataque de pragas, entre outros, estudos tem demonstrado impactos de manejos inadequados sobre a biodiversidade no agroecossistema. Este trabalho avaliou os efeitos do sistema de plantio adotado no Agreste Meridional de Pernambuco, sobre a comunidade de artrópodes do dossel associados às culturas do feijão *Phaseolus vulgaris* (Linnaeus) e mandioca *Manihot esculenta* (Crantz). A pesquisa foi realizada em três tratamentos: 1) monocultivo do feijão; 2) consorcio feijão-mandioca; 3) monocultivo da mandioca. Foram delimitadas quatro parcelas (15 x 15m) em cada tratamento para amostragem direta dos insetos em cinco plantas por parcela, duas vezes por semana de maio a julho 2009. As espécies que melhor explicaram a variância observada foram submetidas à Análise de Variáveis Canônicas (CVA) e Medida Repetida. As análises mostraram diferenças entre os tratamentos quanto à composição e a frequência das espécies. As espécies que mais contribuíram para a divergência entre os tratamentos foram: *Urbanus proteus* (L.), Aphididae sp6, *Empoasca kraemeri* (Ross & Moore), Aphididae sp1, *Diabrotica speciosa* (Germar), Aphididae sp2, Staphylinidae sp2, Lampyridae sp1, Pieridae sp1 e Thripidae sp1. As interações entre os tratamentos e tempo foram significativas para oito das 15 espécies analisadas. Os insetos herbívoros foram predominantes nos tratamentos. Conclui-se que nas condições do Agreste Meridional de Pernambuco, o consórcio favoreceu a pressão de herbivoria no agroecossistema, possivelmente devido ao manejo e a fatores climáticos.

PALAVRAS-CHAVE: Consórcio de culturas, herbivoria, monocultivo do feijão, monocultivo da mandioca, agroecossistema

INFLUENCE OF PLANTING IN COMMUNITY OF CANOPY ARTHROPODS
ASSOCIATED WITH CULTURES OF BEAN AND CASSAVA

ABSTRACT – Despite the advantages of the consortium as protection against soil erosion, reduction in pest attack, among others, studies have shown the impact of inadequate management of biodiversity in agroecosystem. This study evaluated the effects of planting system adopted in the Arid Zone Meridional of Pernambuco, on the canopy arthropod community associated with the common bean *Phaseolus vulgaris* (Linnaeus) and cassava *Manihot esculenta* (Crantz). The survey was conducted in three treatments: 1) bean monoculture, 2) consortium bean-cassava, 3) cassava monoculture. Were delimited four plots (15 x 15m) in each treatment for direct sampling of insects in five plants per plot, twice weekly from May to July 2009. The species that best explained the variance observed were subjected to Canonical Variate Analysis (CVA) and Repeated Measurements. The analysis showed differences between treatments on the composition and frequency of species. The species that contributed most to the difference between the treatments were: *Urbanus proteus* (L.), Aphididae sp6, *Empoasca kraemeri* (Ross & Moore), Aphididae sp1, *Diabrotica speciosa* (Germar), Aphididae sp2, Staphylinidae sp2, Lampyridae sp1, Pieridae sp1 e Thripidae sp1. The interactions between treatments and time were significant for eight of the 15 species analyzed. The herbivores were predominant in all treatments. It can be concluded that the terms of the Arid Zone Meridional of Pernambuco, the consortium has favored the pressure of herbivory in agroecosystems, possibly due to management and climatic factors.

KEY WORDS: Consortium of cultures, herbivory, bean monoculture, cassava monoculture, agroecosystem

Introdução

O feijão *Phaseolus vulgaris* (Linnaeus) representa uma importante fonte protéica na dieta humana dos países em desenvolvimento das regiões tropicais e subtropicais (Sartorato *et al.* 2003). Da mesma forma a mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é um alimento fundamental para populações tradicionais, fonte essencial para gerar trabalho e renda em economias locais e regionais e, importante agronegócio na economia nacional (Brochado 1977, Aguiar 2003). Tanto o feijão quanto a mandioca podem ser cultivadas em consórcio sem prejuízos para ambas (Albuquerque *et al.* 2007).

O feijão pode ser cultivado em consórcio, por apresentar ciclo curto e ser pouco competitivo, podendo ser semeado em diferentes épocas, além de ser relativamente tolerante à competição promovida por outra cultura (Paula Júnior *et al.* 2007).

A mandioca por sua vez, pode ser cultivada em consórcio por apresentar ciclo vegetativo longo, crescimento inicial lento, hábito ereto e vigor de folhagem médio. (Souza & Fialho 2003), sendo cultivada em geral, no sistema de semeadura convencional, caracterizada por revolvimento do solo devido à realização da aração e gradagem (Paula Júnior *et al.* 2007).

Estas práticas de manejo podem exercer importantes efeitos sobre a biota do solo, o que afeta tanto a abundância quanto a riqueza das populações de insetos-praga e inimigos naturais nos agroecossistemas (Lavelle 2002, Badji *et al.* 2004).

Alguns efeitos do manejo podem ser diretos devido à aplicação de agrotóxicos ou pelo dano mecânico causado pelas operações de manejo da cultura (Picanço *et al.* 1999). Como efeitos indiretos podem ser citados a modificação na porosidade, densidade e cobertura do solo, que interferem na mobilidade dos organismos (Wootton 1993, Mengue 1995). Outro efeito indireto refere-se à modificação na circulação de ar e água, amplitude térmica, disponibilidade de

alimentos, que interferem na estrutura das comunidades ecológicas (Kladiviko 2001), provocando inclusive competição intra e interespecífica (Assad 1997).

Estas alterações podem resultar em uma cascata trófica (Paine 1980, Carpenter *et al.* 1985). Cascata trófica é um importante mecanismo na regulação das comunidades, podendo emergir a partir de efeitos diretos da pressão exercida pelos predadores do topo (top down), que influenciam níveis tróficos inferiores, provocando assim o aumento ou a diminuição no tamanho das populações (Guariento 2007). Deste modo, estudos com cascatas tróficas têm demonstrado que a utilização de práticas culturais inadequadas é responsável pela redução na incidência de predadores ao longo do tempo, podendo provocar um desequilíbrio na comunidade de artrópodes das culturas e contribuir para que algumas espécies de herbívoros até então sem importância se tornem pragas importantes (Robertson *et al.* 1994).

O desequilíbrio na comunidade de artrópodes pode ocorrer também pela simplificação das paisagens nos agroecossistemas, onde se verifica um grande número de plantas de uma mesma espécie, fazendo com que os herbívoros encontrem os recursos concentrados e haja uma mínima exposição a fatores adversos. O mesmo não ocorre em relação aos inimigos naturais, que colonizam os sistemas de forma lenta e são menos abundantes porque os ambientes simplificados não proporcionam fontes alternativas adequadas de alimentação, refúgio e reprodução (Root 1973, Assad 1997).

Percebe-se então que os artrópodes são sensíveis às mudanças ocorridas no ambiente, como alterações mecânicas na estrutura do solo, teor de matéria orgânica, quantidade de detritos vegetais presentes no solo e diversidade de plantas daninhas infestantes (Stinner & House 1990, Giesy *et al.* 2000, Rodriguez *et al.* 2001). Por isso, muitos artrópodes são considerados bons bioindicadores de distúrbio ambiental devido ao fato de responderem rapidamente às mudanças

ocorridas no ambiente, apresentarem ampla distribuição geográfica e serem capazes de demonstrar um eficiente gradiente de resposta em função do grau da perturbação (Noss 1990, Paoletti & Bressan 1996, Badji *et al.* 2004). De acordo com Van Straalen (1998) dois critérios são usados na escolha de um bom bioindicador: a especificidade de seu comportamento a um determinado fator e a sua sensibilidade ao agente estressante.

Desse modo, o conhecimento da fauna e de seu comportamento ecológico é importante, tanto na avaliação da qualidade do solo, quanto para o conhecimento da dinâmica dos sistemas de plantio (Paolletti & Bressan 1996). Por isso, nos últimos anos diversas pesquisas têm focado, além do aumento na produtividade, práticas de manejo sustentáveis que garantam a conservação de espécies de animais e vegetais prolongando a vida útil das áreas (Pereira 2006).

Dentro desse contexto, esse estudo teve como objetivo avaliar o efeito do sistema de plantio usado na região sobre a comunidade de artrópodes da parte aérea do feijão e mandioca em monocultivo e em consórcio, para as condições do Agreste Meridional do Estado de Pernambuco.

Material e Métodos

Caracterização da área. Esta pesquisa foi realizada no Município de Jupi (lat. 08° 42' e 42''; long. 36° 24' e 54'') que está inserido no Planalto da Borborema apresentando relevo suave e ondulado. Ao Norte é limitado pelo município de São Bento do Una, ao Sul por Angelim e São João, ao Leste por Lajedo e Calçado e ao Oeste pelo município de Jucati. Este Município situa-se à 204 Km da cidade do Recife, possui Clima tropical chuvoso, com verão seco, estando a uma altitude de 782 metros (brejo de altitude AS'). A vegetação nativa é formada por floresta subcaducifólia e caducifólia (CPRM 2005).

A pesquisa foi realizada em campos de produção comercial de feijão e de mandioca. Os tratamentos culturais como aração, gradagem e adubação com esterco de galinha e de boi foram realizados pelos agricultores donos das áreas de plantio. O feijão e a mandioca foram cultivados no sistema de plantio convencional. O plantio do feijão comum foi realizado no início do mês de maio.

Delineamento experimental. Os trabalhos foram conduzidos em lavouras comerciais da região em três tratamentos: 1) monocultivo de feijão; 2) consórcio de feijão – mandioca; 3) monocultivo de mandioca. Em cada tratamento foram delimitadas quatro parcelas de 15 x 15m. Os insetos do dossel foram amostrados e coletados em cinco plantas por parcela, através de observação direta, a partir da emergência das plantas no período da tarde de maio a julho 2009 (Quintela 2001). Os insetos provenientes da coleta no campo foram conservados em frascos contendo álcool 70% para posterior identificação como descrito por Michereff-Filho *et al.* (2002) e realizado por Pereira (2006).

Análise dos dados. A influência do sistema de plantio no monocultivo do feijoeiro e da mandioca e em consórcio sobre comunidade de insetos do dossel foi averiguada usando técnicas de análise multivariada. Um dos objetivos da análise Multivariada é a ordenação indireta, a qual reduz a dimensionalidade do conjunto dos dados originais em um conjunto de variáveis que podem ser usadas para ilustrar graficamente as posições relativas e as orientações das médias das respostas da comunidade em cada tratamento sob comparação (Kedwards *et al.* 1999). Os dados foram inicialmente submetidos a um processo seletivo que determinou quais foram as espécies que mais explicavam a variância observada (PROC STEPDISC com seleção STEPWISE; SAS Institute 2001). As espécies foram selecionadas de acordo com dois critérios: 1) o nível de significância do teste F da análise de covariância, onde as espécies escolhidas agem como covariáveis e os

tratamentos como variáveis dependentes; e 2) o valor da correlação quadrada parcial predizendo os efeitos já selecionados pelo modelo (SAS Institute 2001). Os dados das espécies selecionadas foram submetidos à análise de variáveis canônicas (CVA) e posteriormente à análise de variância por medida repetida.

A significância da diferença entre os grupos devido ao tratamento foi determinada pela comparação dois a dois dos tratamentos pelo teste F aproximado ($p < 0,05$) usando a distância de Mahalanobis entre as respectivas classes de médias canônicas. As análises foram feitas usando o procedimento CANDISC do pacote estatístico SAS (SAS Institute 2001).

Os dados das principais espécies responsáveis pelo aparecimento de diferenças entre os tratamentos selecionadas no procedimento STEPDISC, foram individualmente submetidas à análise de variância por medidas repetidas para verificar diferenças na abundância e na diversidade de artrópodes entre os tratamentos ao longo do tempo. Uma vez que a amostragem dos insetos foi realizada no mesmo campo várias vezes, a análise de variância por medida repetida é recomendada para evitar o problema de pseudo-replicação no tempo (Hurlbert 1984, Stewart-Oater *et al.* 1986, Green 1993, Paine 1996).

Resultados

Foram coletados nos três tratamentos (monocultivo do feijão e da mandioca e consórcio feijão-mandioca) 53 morfoespécies pertencentes a 29 famílias e um total de 887 insetos (Tabela 1). O total das morfoespécies coletadas nos três tratamentos foi utilizado para selecionar o conjunto de espécies, permitindo melhor explicação da variação observada. Das morfoespécies selecionadas, 13 são herbívoros *D. speciosa*, *Bemisia* sp., *Vatiga* sp., *Empoasca* sp., *U. proteus*, Pieridae sp1, Cicadellidae sp2 e Cicadellidae sp4, Aphididae sp1, Aphididae sp2 e Aphididae sp6, Thripidae sp1 e Coccinellidae sp2 dois predadores, um da família Lampyridae sp1 e outro da

família Staphylinidae sp2 (Tabela 2), estes foram responsáveis pela maior parte da variância encontrada (98,22%) e foram submetidos a análises adicionais.

A Análise de Variáveis Canônicas (CVA) indicou diferença significativa entre os tratamentos quanto à composição e a abundância das espécies (Wilks' Lambda = 0,16; F = 11,99; $gl_{(num/den)} = 30/236$; $p < 0,0001$). Foram calculados dois eixos canônicos, sendo ambos significativos ($p < 0,0001$) (Tabela 3). O eixo canônico um foi responsável por 81,36% do total da variância explicada enquanto que o eixo dois foi responsável por 16,86% da variância (Fig. 1). Baseado nos seus valores canônicos (entre estruturas canônicas), as espécies que mais contribuíram para a ocorrência de divergência entre os tratamentos no eixo 1 foram respectivamente *U. proteus*, Aphididae sp6, *Empoasca* sp., Aphididae sp1, *D. speciosa*, Aphididae sp2, Staphylinidae sp2, Lampyridae sp1, Pieridae sp1 e Thripidae sp1, quanto as espécies *Bemisia* sp., Coccinellidae sp2, *Vatiga* sp., Cicadellidae sp2 e Cicadellidae sp4, apresentaram pequena contribuição na divergência entre os tratamentos (Tabela 3).

O diagrama de ordenação derivado da CVA e a significância das distâncias de Mahalanobis entre as médias dos tratamentos (Tabela 4) indicaram diferenças significativas entre os tratamentos quanto à composição e a frequência das espécies (Fig. 1).

A análise da medida repetida permitiu a interpretação do efeito do tempo e de suas interações nos tratamentos. Todas as interações entre os tratamentos e tempo (dias) dos artrópodes selecionados foram significativos ($p < 0,05$), exceto para os seguintes espécies: *D. speciosa*, Cicadellidae sp4 e Cicadellidae sp2 (Fig. 2 A, B e C), Pieridae sp1, Lampyridae sp1, Thripidae sp1, e Staphylinidae sp2 ($p \geq 0,05$) (Fig. 3 A, B, C e D). Os resultados indicam efeito significativo da cobertura vegetal quanto à diversidade de insetos encontrada nos tratamentos monocultivo do

feijão, consórcio feijão-mandioca e no monocultivo da mandioca ao longo do tempo, exceto para os insetos acima citados.

A flutuação ao longo do tempo na frequência dos insetos selecionados está apresentada nas Figuras 2-6. Não foram incluídos os estágios imaturos de alguns insetos não detectáveis nessa amostragem. *D. speciosa* apresentou baixa frequência e pequena variação ao longo do tempo, maiores populações de *D. speciosa* foram encontradas no monocultivo do feijão. Enquanto que no consórcio, esta espécie desapareceu entre os dias 30 a 32 após a realização da capina e aração (Fig. 2A). A Cicadellidae sp4 ocorreu apenas no monocultivo de mandioca, apresentando baixa frequência e pequena variação ao longo do tempo. Embora seja perceptível certo aumento nas médias desta espécie entre os dias 26 a 44, devido à aplicação de herbicida na plantação vizinha, este aumento não foi significativo (Fig. 2B).

A Cicadellidae sp2 ocorreu no plantio em monocultivo do feijão apenas na segunda coleta que ocorreu no 21º dias após a germinação (DAG), desaparecendo depois da realização da capina (Fig. 2C), indicando que esta foi bastante afetada pelo manejo.

A morfoespécie da família Pieridae sp1 (Fig. 3A) foi observada monocultivo do feijão, ocorrendo apenas uma vez logo após o período da floração e formação das vagens, no início da queda das folhas (32 DAG), desaparecendo completamente em seguida. O mesmo ocorreu para a morfoespécie da família Tripidae sp1, sendo que este foi observado no 37º dia (Fig. 3C).

Os predadores das famílias Lampyridae sp1 e Staphylinidae sp2 tiveram comportamento semelhante, e foram observados apenas no monocultivo do feijão ocorrendo uma vez no 32º DAG (Fig. 3B e D), justamente após o período de floração e formação das vagens e início da queda das folhas.

As espécies da família Aphididae sp1, sp2 e sp6 apresentaram baixa frequência e variação significativa ao longo do tempo, e atingiram maiores densidades no monocultivo do feijão. Percebe-se que as variações ao longo do tempo, comparando as três morfoespécies, ocorreram em dias diferentes. A maior média para Aphididae sp1 foi verificada nas datas correspondendo aos 24° e 32° DAG, para Aphididae sp2 nas datas correspondendo aos 21° e 37° DAG, enquanto que para Aphididae sp6 foi verificada na data correspondendo aos 30 DAG no monocultivo do feijão. No consórcio feijão-mandioca foi observado comportamento semelhante, mas, em datas diferentes do observado no monocultivo do feijão (Fig. 4A, B e C).

A espécie *Empoasca* sp. apresentou alta frequência e grande variação no monocultivo do feijão e consórcio feijão-mandioca, entre os 39° a 46° DAG (fig. 5A). As variações foram significativas no 37° DAG, período em que ocorreu queda das folhas, onde foi observado aumento significativo em sua média em ambos os tratamentos e no 46° DAG mostrando que a média desta espécie continuou aumentando no monocultivo do feijão e reduzindo no consórcio.

A espécie *U. proteus* teve comportamento semelhante, apresentando variação significativa também entre no 37° e 46° DAG, mas com baixa frequência nos tratamentos no monocultivo do feijão e no consórcio feijão-mandioca (Fig. 5B).

A espécie *Bemisia* sp se apresentou estável ao longo do tempo no monocultivo do feijão e consórcio feijão-mandioca, tendo sua população reduzida, a partir do 44° DAG. Enquanto que o monocultivo da mandioca apresentou alta frequência e grande variação no tempo, ocorrendo um aumento significativo na média desta espécie no 26° DAG, reduzindo aos poucos ao longo do tempo, aumentando em seguida (44° DAG) e reduzindo novamente (Fig. 6A).

Vatiga sp apresentou baixa frequência e grande variação ao longo do tempo apenas no monocultivo da mandioca, a partir do 26° DAG. Isto ocorreu devido à aplicação de herbicida na

plantação vizinha a do experimento, que pode ter causado a migração destes percevejos e distúrbio no experimento que se estendeu além do além do 46° DAG (Fig. 6B).

A morfoespécie Coccinellidae sp2 apresentou baixa frequência e variação significativa (no 30° DAG) logo após a aplicação do herbicida na plantação vizinha (26° DAG), devido à emigração destes causando distúrbio no monocultivo da mandioca que persistiu além do 46° DAG (Fig. 6C).

Discussão

Embora os indivíduos capturados no dossel das plantas representem apenas uma parte dos insetos no monocultivo do feijão, da mandioca e no consórcio, a análise dos dados demonstrou que resultados desse experimento estão de acordo com os obtidos por Kajak (1997), Marasas *et al.* (2001) e Pereira (2006) que verificaram redução no número de predadores associados a um incremento no número de insetos herbívoros.

O desaparecimento de *D. speciosa* no consórcio feijão/mandioca pode estar relacionado com a morte das larvas devido ao revolvimento do solo, pois as fêmeas realizam a postura no solo de onde as larvas eclodem e passam a se alimentar das raízes do feijoeiro (Sartorato *et al.* 1983). *D. speciosa* também foi encontrada em baixa frequência e pequena variação por Badji *et al.* (2004) quando avaliaram o impacto de deltametrina nos artrópodes da parte aérea do milho em sistema de plantio convencional e de plantio direto. Bastos *et al.* (2003) também verificaram maior incidência de *D. speciosa* no monocultivo, no “feijão das águas” que no cultivo consorciado.

É possível que a espécie da família Cicadellidae sp2 seja um herbívoro de plantas daninhas visto que desapareceu completamente após a realização da capina. Carpinera (2005) relatou que muitos artrópodes se alimentam exclusivamente de plantas daninhas, podendo ter sua sobrevivência comprometida pelo controle dessas plantas invasoras.

Os lepidópteros constituem uma das ordens de maior número de insetos pragas das culturas. Apesar dos adultos não causarem nenhum dano, suas formas larvais são muito prejudiciais atacando todas as partes das plantas, causando enormes prejuízos (Gallo *et al.* 2002).

No feijoeiro, os tripses geralmente ocorrem até o período de floração, devido ao seu hábito alimentar de sugarem a seiva das folhas, brotos foliares e botões florais (Quintela 2002, Paula Júnior *et al.* 2007). De modo geral, de acordo com Gallo *et al.* (2002), quando o ataque ocorre nas folhas, estas ficam descoradas, necrosadas e podem cair, nas flores podem afetar os órgãos reprodutivos, causando esterilidade. O ataque a estruturas jovens faz com que estas não se desenvolvam, além disso, podem transmitir viroses. Espécies da família Triptidae podem ser encontradas atacando, feijoeiro, laranjeira *Citrus sinensis* (L.) Osbeck, ervilhas *Pisum sativum* L., soja *Glycine max* (L.) Merr., abacate *Persea americana* Mill, algodoeiro *Gossypium* sp., amendoeira *Arachis hypogaea* L., cajueiro *Anacardium occidentale* L., goiabeira *Psidium guajava* L., videira *Vitis vinifera* L., mangueira *Mangifera indica* L., bananeira *Musa* sp., tomateiro *Lycopersicon esculentum* Mill entre outras (Gallo *et al.* 2002).

De modo geral, o surgimento tardio dos herbívoros no plantio pode estar relacionado com fatores climáticos e o estágio fenológico das plantas; a não permanência no campo neste caso pode ser devido ao estágio adiantado do desenvolvimento do feijoeiro (senescência), quando a manutenção da alimentação seria impedida em pouco tempo pelo fim do ciclo da cultura (Bastos *et al.* 2003).

De acordo com a Teoria da Discriminação Dualística, a seleção das plantas pelos insetos é baseada na resposta a dois estímulos: o estímulo exótico e o estímulo nutritivo. O estímulo exótico seria regulado por substâncias secundárias como alcalóides, glicosídeos, tanino e

saponina, e o estímulo nutritivo por nutrientes essenciais ou não (Lara 1991). Deste modo com o fim do ciclo da cultura, cessariam também os estímulos para a seleção das plantas pelos insetos.

A presença de predadores de forma tardia no monocultivo do feijão pode ser explicada pela própria assincronia na dinâmica populacional de pragas e inimigos naturais (Coelho *et al.* 2009). Entre os predadores constam morfoespécies da família Lampyridae, cujas larvas são predadoras e alimentam-se de vários insetos pequenos e lesmas (Borrer & Delong 1988). Espécies da família Lampyridae podem ser encontradas, por exemplo, em plantações de eucalipto *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake (Pinto *et al.* 2004), plantações de mangarito *Xanthosoma mafaffa* Schott (Leite *et al.* 2007), plantação de cana-de-açúcar (Castelo Branco 2008), entre outras.

De acordo com Pfiffner & Luka (2000), besouros da família Staphylinidae possuem importantes espécies predadoras associadas ao solo de culturas, com potencial para reduzir populações de pragas importantes. Embora nesta pesquisa não se possa afirmar que estes predadores sejam suficientes para a regulação das pragas presentes nesse tratamento.

Segundo Borrer & Delong (1988), a maioria das espécies da família Staphylinidae são predadoras de outros insetos que normalmente vivem em animais e vegetais em decomposição (esterco e carniça). Podem ser encontradas, por exemplo, em plantações de eucalipto *E. urophylla* (Pinto *et al.* 2004), em áreas de fragmento florestal, povoamento de pinus e em áreas adjacentes com rotação de soja-milho (Cividanes & Cividanes 2008). Os estafilínídeos foram citados também em estudos de levantamento populacional nas culturas do cacau, soja e goiaba (Zanuncio *et al.* 1993, Cividanes *et al.* 1996, Barbosa 2002).

A ocorrência dos pulgões Aphididae sp1, Aphididae sp2 e Aphididae sp6 em dias diferentes sugere que houve competição entre eles e o desaparecimento dos mesmos pode estar relacionado

com a redução na disponibilidade de alimento e abrigo visto que, a queda das folhas ocorreu a partir do 32º DAG.

Verificou-se que em todos os tratamentos o ataque da maioria dos herbívoros tendeu a se concentrar nas fases finais do ciclo das culturas. De acordo com Taiz & Zeiger (1991) ao iniciar o aparecimento das estruturas reprodutivas, reservas acumuladas nos tecidos vegetais começam a ser quebradas e enviadas aos órgãos reprodutivos. Esta remobilização geralmente é feita por meio de compostos simples como açúcares de baixo peso molecular e aminoácidos, os quais formam a base alimentar de grande parte dos insetos herbívoros, pois substâncias de estruturas complexas como celulose, hemicelulose e lignina geralmente reduzem a digestibilidade de tecidos das plantas por insetos que se alimentam das folhas (Phelan *et al.* 1996). Assim a maior disponibilidade de compostos prontamente utilizáveis na seiva das plantas nesta fase, pode ter contribuído para que o ataque dos insetos fosse concentrado nesta mesma época como pode ser verificado neste experimento.

O aumento na média das moscas brancas pode estar relacionado com a migração destas do plantio de mandioca vizinho para o plantio onde foi realizado este experimento (monocultivo da mandioca), devido à aplicação de herbicida, com objetivo de causar desfolha para obtenção das manivas - sementes. Observa-se que a flutuação da mosca branca tendeu a estabilização entre o 32º e 37º DAG. Após esse período foi observado certo aumento na média das moscas brancas e logo em seguida ocorreu uma redução (no 46º DAG). O aumento na média neste caso pode estar relacionado com uma maior exposição das moscas brancas devido à queda das folhas, que também servem de abrigo, facilitando a localização destas nas plantas. E a redução na média logo em seguida, causada pela escassez de alimento, levando a redução na população das moscas brancas.

Considerando os pesticidas, Belden & Lydy (2000) afirmaram que o uso de herbicidas pode exercer efeitos nocivos sobre a entomofauna, embora a magnitude de respostas possa estar diretamente ligada a efeitos indiretos decorrentes de mudanças no habitat. Alguns desses efeitos podem ser devido à perda na cobertura vegetal e pela eliminação da fonte de alimentos de alguns artrópodes, podendo esses efeitos serem mais significativos que os efeitos resultantes da sua composição química (Pereira *et al.* 2007). Como efeito da mudança no habitat provocada pelo uso de herbicida, pode ser citado também a migração dos insetos para outras plantações em busca de alimento e abrigo. O que pôde ser verificado para as espécies das famílias Cicadellidae sp4, *Vatiga* sp, *Bemisia* sp, Coccinellidae sp2 que tiveram sua frequência e variação afetadas no plantio de mandioca em monocultivo ao longo do tempo.

Analisando o comportamento adotado pelos herbívoros frente ao cultivo consorciado e monocultivo do feijão e da mandioca, percebe-se que não houve uma tendência única comportamental em função dos sistemas de cultivo, sendo os herbívoros o grupo mais abundante nos três tratamentos. Deste modo, o consórcio (feijão-mandioca) nesse trabalho não se mostrou um sistema estável, o que favoreceu a presença dos herbívoros. A Teoria da Estabilidade-Diversidade sugere que quanto maior for a diversidade biológica de organismos de uma comunidade, maior é sua estabilidade (Andow 1991). Sendo assim, quanto menor a diversidade, menor a estabilidade. A estabilidade das comunidades de insetos em agroecossistemas pode ser obtida através da construção de arquiteturas vegetais que suportam populações de inimigos naturais ou que tenham efeito deterrente direto sobre as pragas (Altieri *et al* 2003).

De acordo com Altieri *et al* (2003), a biodiversidade em sistemas agrícolas proporciona serviços ecológicos que vão além da produção de alimentos, fibras, energia e renda. Inclui a

reciclagem de nutrientes, controle de microclima, regulação dos processos hídricos, regulação de organismos indesejáveis e detoxificação de químicos nocivos.

A maior presença de herbívoros no consórcio feijão-mandioca pode ter sido favorecida pela deficiência nutricional devido ao manejo realizado nesse tratamento. Segundo Darolt (2004), a suscetibilidade da planta ao ataque de pragas e doenças é uma questão de nutrição ou de intoxicação, ou seja, uma planta bem alimentada e saudável apresenta uma composição equilibrada, formando uma estrutura compacta, que dificilmente será atacada por pragas. Assim, a planta fica suscetível ao ataque de pragas quando tiver na sua seiva, exatamente o alimento que os herbívoros precisam. Este alimento é constituído principalmente por aminoácidos e açúcares solúveis.

A baixa ocorrência na diversidade e frequência dos inimigos naturais pode também estar relacionada com a falta de fragmentos florestais no local. Segundo Thomas *et al.* (2002), a diversidade e a abundância de insetos predadores nas culturas estão relacionadas com a natureza da vegetação nas adjacências e constituem refúgio primordial dos insetos predadores associados ao solo e dos parasitóides, o que pode aumentar a ocorrência desses nas culturas (Kromp 1999, French *et al.* 2001). Estes fragmentos também podem fornecer um aumento de recursos, como o pólen e néctar de fanerógamas, para parasitóides e predadores (Landis, 1994).

Pode-se concluir então que nas condições do Agreste Meridional, o sistema de cultivo consorciado favoreceu o aumento da pressão de herbivoria no agroecossistema. Este sistema contribuiu para a diminuição da diversidade e frequência de artrópodes da parte aérea no consórcio e favoreceu a presença insetos pragas assim como a redução da presença de inimigos naturais.

Agradecimentos

A Universidade Federal Rural de Pernambuco que possibilitou a realização dessa pesquisa. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, que me concedeu a bolsa, o que contribuiu para viabilização dessa pesquisa e ao senhor Joatan Cantilino de Araújo proprietário do Sítio Tapera onde foram realizados os experimentos.

Literatura Citada

- Aguiar, E.B. 2003.** Produção e qualidade de mandioca de mesa (*Manihot esculenta* Crantz) em diferentes densidades populacionais e épocas de colheita. Dissertação de Mestrado, Instituto Agrônomo de Campinas, Campinas, 90p.
- Albuquerque, J.A.A., T. Sedyama, A.A. da Silva, J.E.S. Carneiro, P.R. Cecon & J.M.A. Alves. 2007.** Viabilidade do consórcio de mandioca e feijão em diferentes arranjos de cultivo. Revista RAT, Cerat UNESP, 03, 3p.
- Altieri, M.A., E.N. Silva, C.I. Nicholls. 2003.** O papel da biodiversidade no manejo de pragas. Ribeirão Preto. Ed. Holos, 226p.
- Andow, D.A. 1991.** Vegetational diversity and arthropod population response. Annu. Rev. Entomol. 36: 561-586.
- Assad, M.L.L. 1997.** Fauna do solo, p. 363-443. In M.A.T. Vargas, & M. Hungria (eds). Biologia dos solos dos Cerrados. Planaltina, EMBRAPA-CPAC, 524p.
- Badji, C.A. R.N.C. Guedes, A.A. Silva & R.A. Araujo. 2004.** Impact of deltamethrin on arthropods in maize under conventional and no-tillage cultivation. Crop Protection 3: 1031-1039.
- Barbosa, M.G.V. & C.R.V. Fonseca. 2002.** Coleopteroфаuna visitante de *Theobroma grandiflorum* Schum. (Sterculiaceae) de uma plantação nos arredores de Manaus, Amazonas, Brasil. Acta Amazonica 32: 83-100.
- Bastos, C.S., J.C.C. Galvão, M.C. Picanço, P.B. Cecon & P.R.G. Pereira. 2003.** Incidência de insetos fitófagos e de predadores no milho e no feijão cultivados em sistema exclusivo e consorciado. Ciência Rural, 33: 391-397.
- Belden, J.B. & M.J. Lydy. 2000.** Impact of atrazine on organophosphate insecticide toxicity. Environ. Toxicol. Chem. 19: 2266-2274.

- Borror, D.J. & D.M. Delong. 1988.** Introdução ao estudo dos insetos. São Paulo, Ed. Edgard Blücher, 653p.
- Brochado, J.P. 1977.** Alimentação na floresta tropical. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul (caderno n. 2), 103p.
- Carpenter, S.R., J.F. Kitchell & J.R. Hodgson. 1985.** Cascading trophic interactions and lake productivity. *Bioscience* 35: 634-639.
- Carpinera, J.L. 2005.** Relationships between insect pests and weeds: an evolutionary perspective. *Weed Sci.* 53: 892-901.
- Castelo Branco, R.T.P. 2008.** Entomofauna associada à cultura da cana-de-açúcar, no Município de União, PI-Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Piauí, Teresina, PI, 92p.
- Cividanes, F.J., M.L.F Athayde & E.T. Sabugosa. 1996.** Levantamento populacional de artrópodes associados a cultivares de soja semeadas em diferentes densidades. *Rev. Agricult.* 71: 243-250.
- Cividanes, F.J. & T.M.S. Cividanes. 2008.** Distribuição de Carabidae e Staphylinidae em agroecossistemas. *Pesq. Agropec. Bras.* 43: 157-162.
- Coelho, R.R., A.F.S.L. Veiga & J.B. Torres. 2009.** Preferência alimentar de *Brontocoris tabidus* Signoret (Hemiptera, Pentatomidae) em plantas hospedeiras. *Rev. Bras. Entomol.* 53: 475-481.
- CPRM - Serviço Geológico do Brasil 2005.** Disponível: <http://www.cprm.gov.br/rehi/atlas/peernambuco/relatorios/JUPI090.pdf>. Acesso em dez 2009.
- Darolt, M.R. 2004.** Modificações na qualidade nutricional da planta provocada pelo uso de adubos químicos e agrotóxicos. Disponível em: www.planetaorganico.com.br. Acesso em fev 2010.
- French, B.W., N.C. Elliott, R.C. Berberet & J.D. Burd. 2001.** Effects of riparian and grassland habitats on ground beetle (Coleoptera: Carabidae) assemblages in adjacent wheat fields. *Environ. Entomol.* 30: 225-234.
- Gallo, D., O. Nakano, S. Silveira Neto, R.P.L. Carvalho, G.C. Batista, E. Berti Filho, J.R.P. Parra, R.A. Zucchi, S.B. Alves, J.D. Vendramim, L.C. Marchini, J.R.S. Lopes, & C. Omoto. 2002.** Entomologia Agrícola, Piracicaba, FEALQ, 920p.
- Guariento, R.D. 2007.** O papel do comportamento na ocorrência de cascatas tróficas. *Oecol. Bras.* 11: 590-600.

- Giesy, J.P., S. Dobson & K.R. Solomon. 2000.** Ecotoxicological risk assessment for roundup herbicide. *Rev. Environ. Contam. Toxicol.* 167: 35-120.
- Green, R.H. 1993.** Application of repeated measures designs in environmental impact and monitoring studies. *Austral. J. Ecol.* 18: 81-98.
- Hulbert, S.H. 1984.** Pseudoreplication and the design of ecological field experiments. *Ecol. Monogr.* 54: 187-211.
- Kajak, A. 1997.** Effects of epigeic macroarthropods on grass litter decomposition in mown meadow. *Agricult. Ecosys. Environ.* 64: 53-63.
- Kedwards, T.J., S.J. Maund, P.F. Chapman. 1999.** Community level analysis of ecotoxicological field studies: I. Biological monitoring. *Environ. Toxicol. Chem.* 18: 149-157.
- Kladivko, E.J. 2001.** Tillage systems and soil ecology. *Soil Til. Res.* 61: 61-76.
- Kromp, B. 1999.** Carabidae Beetles in sustainable agriculture: a review on pest control efficacy, cultivation impacts and enhancement. *Agricult. Ecosys. Environ.* 47: 187-228.
- Landis, D.A. 1994.** Arthropod sampling in agricultural landscapes: ecological considerations, p. 15:31. In Pedigo, L.P. & G.D. Buntin (eds). *Handbook of sampling methods for Arthropods in agriculture.* Academic Press. London. 741p.
- Lara, F.M. 1944.** Princípios de resistência de plantas a insetos. 2ª ed. Editora Icone, São Paulo, 336p.
- Lavelle, P. 2002.** Functional domains in soils. *Ecol. Res.* 17: 441-450.
- Leite, G.L.D., F.W.S. Silva, F.M. Jesus, C.A. Costa, R.E.M. Guanabens & C.A.G. Gusmão. 2007.** Efeito da adubação orgânica, espaçamento e tamanho de rizomas sobre artrópodes em mangarito *Xanthosoma mafaffa* Schott. *Arq. Inst. Biol.* 74: 343-348.
- Marasas, M.E, S.J. Sarandón & C. Cicchino. 2001.** Changes in soil arthropod functional group in a wheat crop under conventional and no tillage systems in Argentina. *Appl. Soil Ecol.* 18: 61-68.
- Mengue, B.A. 1995.** Indirect effects in marine rocky intertidal interaction webs-patterns and importance. *Ecol. Monogr.* 65: 21-74.
- Michereff Filho, M., T.M.C. Della Lucia, I. Cruz & R.N.C. Guedes. 2002.** Response to the insecticide chlorpyrifos by arthropods on maize canopy. *Int. J. Pest. Manage.* 48: 203-210.
- Noss, R.F. 1990.** Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. *Conserv. Biol.* 4: 355-364.

- Paine, M.D. 1996.** Repeated measures designs. *Environ. Toxicol. Chem.* 15: 1439-1441.
- Paoletti, M.G. & M. Bressan. 1996.** Soil invertebrates as bioindicators of human disturbance. *Crit. Rev. Plant Sci.* 15: 21-62.
- Paula Júnior, T.J., R.F. Viera, J.M. Chagas, J.E.S. Carneiro, G.A.A. Araújo, M. Venzon, M.A.P. Ramalho, A.F.B. Abreu & M.J.B. Andrade. 2007.** Feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), p. 331-342. In Paula Júnior, T.J. & M. Venzon (eds.). 101 culturas: manual de tecnologias agrícolas, EPAMIG, 800p.
- Pereira, J.L. 2006.** Impacto de sistemas e sucessão de cultivos em artrópodes associados a cultura do feijão. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 119p.
- Pereira, J.L., M.C. Picanço, A.A. Silva, E.C. Barros, V.M. Xavier & P.C. Gontijo. 2007.** Efeito de herbicidas sobre a comunidade de artrópodes do solo do feijoeiro cultivado em sistema de plantio direto e convencional. *Planta daninha, Viçosa-MG*, 25: 61-69.
- Pfiffner, L. & H. Luka. 2000.** Overwintering of arthropods in soils of arable fields and adjacent semi-natural habitats. *Agricult. Ecosys. Environ.* 78: 215-222.
- Phelan, P.L., K.H. Norris & J.F. Mason. 1996.** Soil-management history and host preference by *Ostrinia nubilalis*: evidence for plant mineral balance mediating insect-plant interactions. *Environ. Entomol.* 25: 1329-1336.
- Picanço, M.C., G.L.D. Leite, M.C. Mendes & V.E. Borges. 1999.** Ataque de *Atarsocoris brachiariae* Becker, uma nova praga das pastagens em Mato Grosso, Brasil. *Pesqu. Agropec. Bras.* 35: 885-890.
- Pinto, R., J.S. Z. Junior, T.V. Zanuncio, J.C. Zanuncio & M.C. Lacerdas. 2004.** Coleópteros coletados com armadilhas luminosas em plantio de *Eucalyptus urophylla* na região amazônica brasileira. *Ciênc. Flor.* 14: 111-119.
- Quintela, E.D. 2001.** Manejo Integrado de Pragas do Feijoeiro. Goiânia. Embrapa Arroz e Feijão, 28p. (Circular Técnica 46).
- Quintela, E.D. 2002.** Manual de identificação dos insetos e invertebrados: pragas do feijoeiro. Goiânia. Embrapa Arroz e Feijão, 52p. (Documentos 142).
- Robertson, L.N., B.A. Kettle & G.B. Simpson. 1994.** The influence of tillage practices on soil macrofauna in a semi-arid agroecosystem in northeastern Australia. *Agric. Ecosys. Environ.* 48: 149-156.
- Rodriguez, E., F.J. Fernandez-Anero, P. Ruiz & M. Campos. 2001.** Soil arthropod abundance under conventional and no tillage in a Mediterranean climate. *Soil Tillage Res.* 85: 229-233.

- Root, R.B. 1973.** Organization of a plant arthropod association in simple and diverse habitats: the fauna of collards (*Brassica oleracea*). Ecol. Monogr. 43: 95-124.
- Sartorato, A., C.A.R. Seijas & M. Yokoyama. 1983.** Principais doenças e pragas do feijoeiro comum no Brasil. Goiânia. Embrapa Arroz e Feijão, 55p. (Documentos 5).
- Sartorato, A., C.A. Rava, C.M. Ferreira, C.C. da Silva, E.H.N. Vieira, E.D. Quintela, E. Ferreira, F.M. Mercante, I.P. Oliveira, J.R. Fonseca, J.G. Silva, J.C. Faria, L.F. Stone, M.G. Teixeira, M. J. Del Peloso, M.P.B. Filho, N. K. Fagéria, O.F. Silva, P.M. Silveira, R. Stralio, S.C. Silva, S. Steinmetz & T. Cobucci. 2003.** Cultivo do feijão comum. Embrapa Arroz e Feijão. Sistemas de Produção nº 2. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/CultivodoFeijoeiro/pdaninhas.htm>, acesso em 11 jun 2009.
- SAS Institute. 2001.** SAS user's guide: statistics, version 8.2, 6th ed. SAS Institute, Cary, NC.
- Souza, L.S. & J.F. Fialho. 2003.** Cultivo da mandioca para a Região do Cerrado. Embrapa Mandioca e Fruticultura. Sistema de produção nº 8. 61p. Disponível em: http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandica/mandioca_cerrado/index.htm. Acesso em: 30 abr 2009.
- Stewart-Oater, A., W.W. Murdoch & K.R. Parker. 1986.** Environmental impact assessment: "pseudoreplication" in time. Ecology 67: 929-940.
- Stinner, B.R. & G.J. House. 1990.** Arthropods and other invertebrates in conservation tillage agriculture. Annu. Rev. Entomol. 35: 299-318.
- Taiz, L. & E. Zeiger. 1991.** Plant physiology. Redwood City, Benjamin/Cummings, 593p.
- Thomas, C.F.G., J.M. Holland & N.J. Brown. 2002.** The spatial distribution of carabid beetles in agricultural landscapes, p. 305-344. In Holland, J.M. (ed.). The agroecology of carabid beetles. Andover, Intercept, 370p.
- Van Straalen, N.M. 1998.** Evaluation of bioindicator systems derived from soil arthropod communities. App. Soil Ecol. 9: 429-437.
- Wootton, J.T. 1993.** Indirect effects and habitat use in an intertidal community: interaction chains and interaction modifications. Am. Nat. 141: 71-89.
- Zanuncio, J.C., M.A.L. Bragança, A.J. Laranjeiro & M. Fagundes. 1993.** Coleópteros associados à eucaliptocultura nas regiões de São Mateus e Aracruz, Espírito Santo. Rev. Ceres 40: 584-590.

Tabela 1. Morfoespécies de artrópodes associados à parte aérea em monocultivo do feijão, consórcio feijão-mandioca e no monocultivo da mandioca avaliados no experimento (média de três tratamentos). (Frequência (%)) = número de amostras com as espécies/número total de amostras (x100)).

Família /Espécie	Guilda	Abundância (média ± EPM) (nº indivíduos/5 plantas)			Frequência
		Monocultivo do feijão	Consórcio feijão-mandioca	Monocultivo da mandioca	
Hemiptera					
Cicadellidae sp1	Herbívoro	0,00 ± 0,00	0,20 ± 0,26	0,00 ± 0,00	0,74
Cicadellidae sp2	Herbívoro	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,20 ± 0,26	0,74
<i>Empoasca</i> sp	Herbívoro	143,00 ± 26,52	99,00 ± 13,00	2,00 ± 1,28	54,07
Cicadellidae sp3	Herbívoro	0,20 ± 0,26	0,00 ± 0,00	0,20 ± 0,26	1,48
Cicadellidae sp4	Herbívoro	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	5,40 ± 3,60	16,30
Coleoptera					
Coccinellidae sp1	Herbívoro /Predador	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00
Staphylinidae sp1	Predador	0,00 ± 0,00	0,60 ± 0,77	0,00 ± 0,00	2,22
<i>Diabrotica speciosa</i> (Germar)	Herbívoro	14,80 ± 6,14	1,80 ± 1,87	0,00 ± 0,00	31,85
Coccinellidae sp2	Herbívoro /Predador	1,20 ± 1,15	0,80±0,77	6,40 ± 4,19	18,52
Elateridae sp1	Herbívoro	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,20 ± 0,26	0,74
Staphylinidae sp2	Predador	0,20 ± 0,26	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,74
<i>Lagria vilosa</i> (Fabricios)	Herbívoro	1,40 ± 1,35	1,20 ± 0,84	0,20 ± 0,26	8,89
<i>Cicloneda sanguinea</i> (L.)	Predador	1,60 ± 1,21	0,40 ± 0,52	0,00 ± 0,00	7,47
Curculionidae sp1	Herbívoro	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00
Lycidae sp1	Predador	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00
Coccinellidae sp3	Herbívoro /Predador	0,20 ± 0,26	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,74
Coccinellidae sp4	Herbívoro /Predador	0,00 ± 0,00	0,60 ± 0,77	1,00 ± 0,83	5,19
Lampyridae sp1	Predador	0,20 ± 0,26	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,74
Curculionidae sp2	Herbívoro	0,20 ± 0,26	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,74
Staphylinidae sp3	Predador	0,20 ± 0,26	0,00 ± 0,00	0,20 ± 0,26	1,48

Carabidae sp1	Predador	0,20 ± 0,26	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,74
Nitidulidae sp1	Decompositores	0,00 ± 0,00	0,20 ± 0,26	0,00 ± 0,00	0,74
Cantharidae sp1	Predador	0,00 ± 0,00	0,20 ± 0,26	0,00 ± 0,00	0,74
Tenebrionidae sp1	Praga de grãos armazenados	0,20 ± 0,26	0,20 ± 0,26	0,00 ± 0,00	1,48
Staphylinidae sp4	Saprofago/Predador	0,00 ± 0,00	0,20 ± 0,26	0,00 ± 0,00	0,74
Coccinellidae sp5	Herbívoro /Predador	0,00 ± 0,00	0,20 ± 0,26	0,20 ± 0,26	1,48
Diptera					
Stratiomyidae	Decompositores	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00
<i>Liomyza</i> sp	Herbívoro	7,20 ± 4,00	2,00 ± 1,48	0,00 ± 0,00	18,52
Lepidoptera					
<i>Urbanos proteus</i> (L.)	Herbívoro	1,00 ± 1,09	0,40 ± 0,52	0,00 ± 0,00	5,19
<i>Erinnyis ello</i> (L.)	Herbívoro	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,80 ± 1,03	2,96
Noctuidae sp1	Herbívoro /Predador	0,40 ± 0,52	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	1,48
Noctuidae sp2	Herbívoro /Predador	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00
Pieridae sp1	Herbívoro	0,20 ± 0,26	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,74
Hemiptera					
<i>Bemisia</i> sp	Herbívoro	26,80 ± 9,74	20,80 ± 7,31	63,20 ± 17,50	82,96
<i>Vatiga</i> sp	Herbívoro	1,00 ± 1,29	0,00 ± 0,00	18,40 ± 9,37	19,26
Tingidae sp1	Herbívoro	1,40 ± 1,61	0,00 ± 0,00	0,20 ± 0,26	3,70
Miridae sp1	Herbívoro /Predador	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,20 ± 0,26	0,74
Coreidae sp1	Herbívoro /Predador	0,20 ± 0,26	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,74
Cydnidae sp1	Herbívoro	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00
Aphididae sp1	Herbívoro	2,60 ± 2,21	0,40 ± 0,32	0,00 ± 0,00	6,67
Aphididae sp2	Herbívoro	9,80 ± 7,00	0,80 ± 1,03	0,20 ± 0,26	8,89
Aphididae sp3	Herbívoro	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00
Aphididae sp4	Herbívoro	0,20 ± 0,26	0,20 ± 0,26	0,00 ± 0,00	1,48
Aphididae sp5	Herbívoro	0,40 ± 0,52	0,20 ± 0,26	0,00 ± 0,00	2,22
Aphididae sp6	Herbívoro	6,20 ± 4,61	2,20 ± 1,84	1,60 ± 2,07	8,89
Aphididae sp7	Herbívoro	0,00 ± 0,00	0,20 ± 0,26	0,20 ± 0,26	1,48

Thysanoptera					
Phlaeothripidae sp1	Herbívoro /Predador/Cecidógeno	0,80 ± 0,83	0,20 ± 0,26	0,00 ± 0,00	3,70
Aeolotripidae sp1	Predador	0,20 ± 0,26	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,74
Thripidae sp1	Herbívoro	0,60 ± 0,52	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	1,48
Aeolotripidae sp2	Predador	0,80 ± 0,83	0,40 ± 0,52	0,00 ± 0,00	4,44
Hymenoptera					
Apidae sp1	Herbívoro	0,20 ± 0,26	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00
Apidae sp2	Herbívoro	0,20 ± 0,26	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,74

Tabela 2. Resumo da seleção Stepwise do procedimento usado para selecionar as morfoespécies de artrópodes que serão incluídas na análise de variáveis canônicas permitindo a máxima discriminação entre os tratamentos.

Passo	Variáveis		R ² Parcial	Test F - da análise de Covariância		Correlação quadrada parcial	
	Incluídas	Retiradas		F	P	Média da correlação canônica quadrada	p
1	<i>Diabrotica speciosa</i>		0,4219	48,17	<0,0001	0,2110	<0,0001
2	Cicadellidae sp4		0,2867	26,33	<0,0001	0,3396	<0,0001
3	<i>Vatiga</i> sp		0,1282	9,56	0,0001	0,3820	<0,0001
4	<i>Bemisia</i> sp		0,1147	8,36	0,0004	0,4189	<0,0001
5	Aphididae sp2		0,0844	5,90	0,0035	0,4434	<0,0001
6	Staphylinidae sp2		0,0966	6,79	0,0016	0,4671	<0,0001
7	<i>Empoasca</i> sp		0,0799	5,47	0,0053	0,4832	<0,0001
8	Aphididae sp6		0,0782	5,30	0,0062	0,4985	<0,0001
9	Pieridae sp1		0,0622	4,11	0,0186	0,5119	<0,0001
10	Aphididae sp1		0,0665	4,38	0,0145	0,5230	<0,0001
11	<i>Urbanus proteus</i>		0,0544	3,51	0,0330	0,5346	<0,0001
12	Lampyridae sp1		0,0437	2,76	0,0670	0,5422	<0,0001
13	Thripidae sp1		0,0456	2,86	0,0610	0,5505	<0,0001
14	Coccinellidae sp2		0,0326	2,01	0,1392	0,5588	<0,0001
15	Cicadellidae sp2		0,0318	1,94	0,1485	0,5668	<0,0001

Tabela 3. Eixos canônicos e seus valores (entre as estruturas canônicas) referentes ao efeito do sistema de plantio convencional sobre a comunidade de artrópodes associados à parte aérea do monocultivo do feijão, consórcio feijão-mandioca e monocultivo da mandioca. O asterisco indica significância a 5% ($p \leq 0,05$), pelo teste F aproximado.

Morfoespécies	Eixos canônicos	
	1	2
<i>Diabrotica speciosa</i>	0,94	0,33
Cicadellidae sp4	-0,82	0,57
<i>Vatiga</i> sp	-0,80	0,61
<i>Bemisia</i> sp	-0,74	0,67
Aphididae sp2	0,92	0,38
Staphylinidae sp2	0,90	0,43
<i>Empoasca</i> sp	0,96	-0,29
Aphididae sp6	0,97	0,25
Pieridae sp1	0,90	0,43
Aphididae sp1	0,95	0,30
<i>Urbanus proteus</i>	1,00	0,04
Lampyridae sp1	0,90	0,43
Tripidae sp1	0,90	0,43
Coccinellidae sp2	-0,79	0,62
Cicadellidae sp2	-0,82	0,57
F	11,99	5,55
gl (numerador; denominador)	30; 236	14;119
P	< 0,0001*	< 0,0001*
Correlação canônica quadrada	0,740601	0,395182

Tabela 4. Quadrado Médio e valores do F calculado da distância entre os tratamentos referentes à influência do sistema de plantio convencional sobre a comunidade de artrópodes associados à parte aérea do monocultivo do feijão, consórcio feijão-mandioca e monocultivo da mandioca. O asterisco indica significância a 5% ($p \leq 0,05$), pelo teste F aproximado. $Gl_{mun} = 15$; $Gl_{den} = 118$.

Tratamento	Distância entre os tratamentos					
	1-Monocultivo do feijão		2- Consórcio feijão-mandioca		3-Monocultivo da mandioca	
	Quadrado	Valores de F	Quadrado	Valores de F	Quadrado	Valores de F
	médio		médio		médio	
1-Monocultivo do feijão	0	0	7,97	10,68*	16,67	22,35*
2- Consórcio feijão-mandioca	7,97	10,68*	0	0	6,23	8,36*
3- Monocultivo da mandioca	16,67	22,35*	6,23	8,36*	0	0

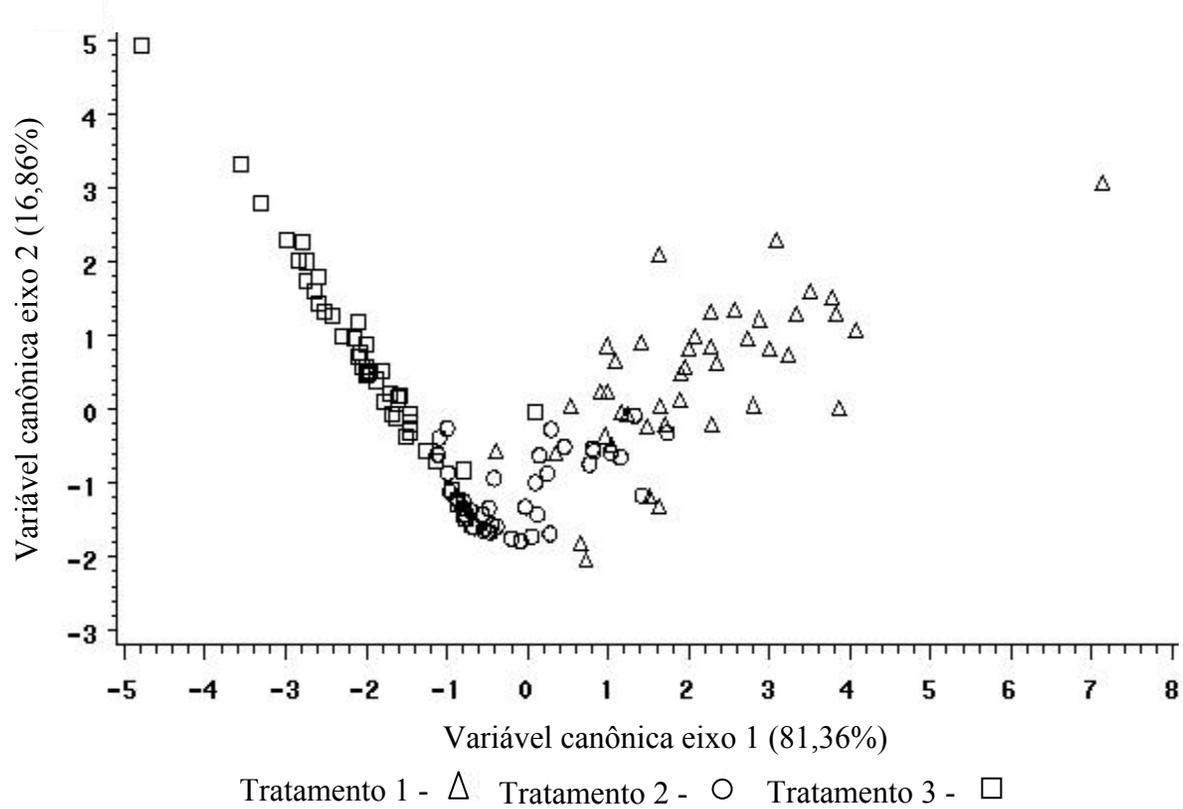


Figura 1. Diagrama de ordenação (CVA) mostrando a discriminação entre os tratamentos 1- Monocultivo do feijão (triângulos), 2- Consórcio feijão-mandioca (círculos) e 3- Monocultivo da mandioca (quadrados) no sistema de plantio convencional.

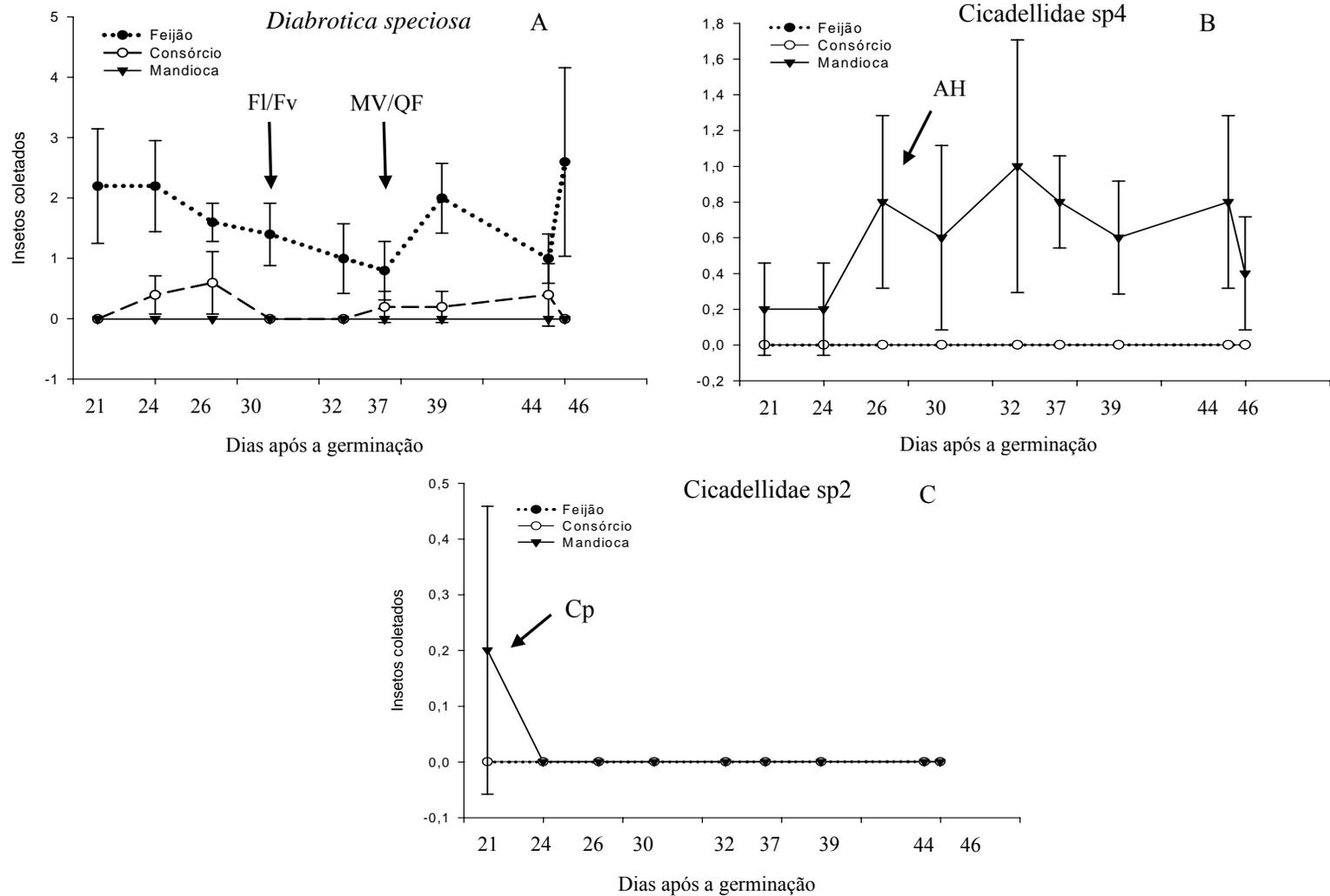


Figura 2. Flutuação populacional de herbívoros que não sofreram variação significativa ao longo do tempo nos tratamentos (monocultivo do feijão, consórcio feijão-mandioca e monocultivo da mandioca). Os símbolos representam a média para as morfoespécies nos três tratamentos e as barras verticais indicam o erro padrão da média. FI/Fv = floração e formação das vagens; MV/QF = maturação das vagens e queda das folhas; AH = Aplicação de herbicida; Cp = capina.

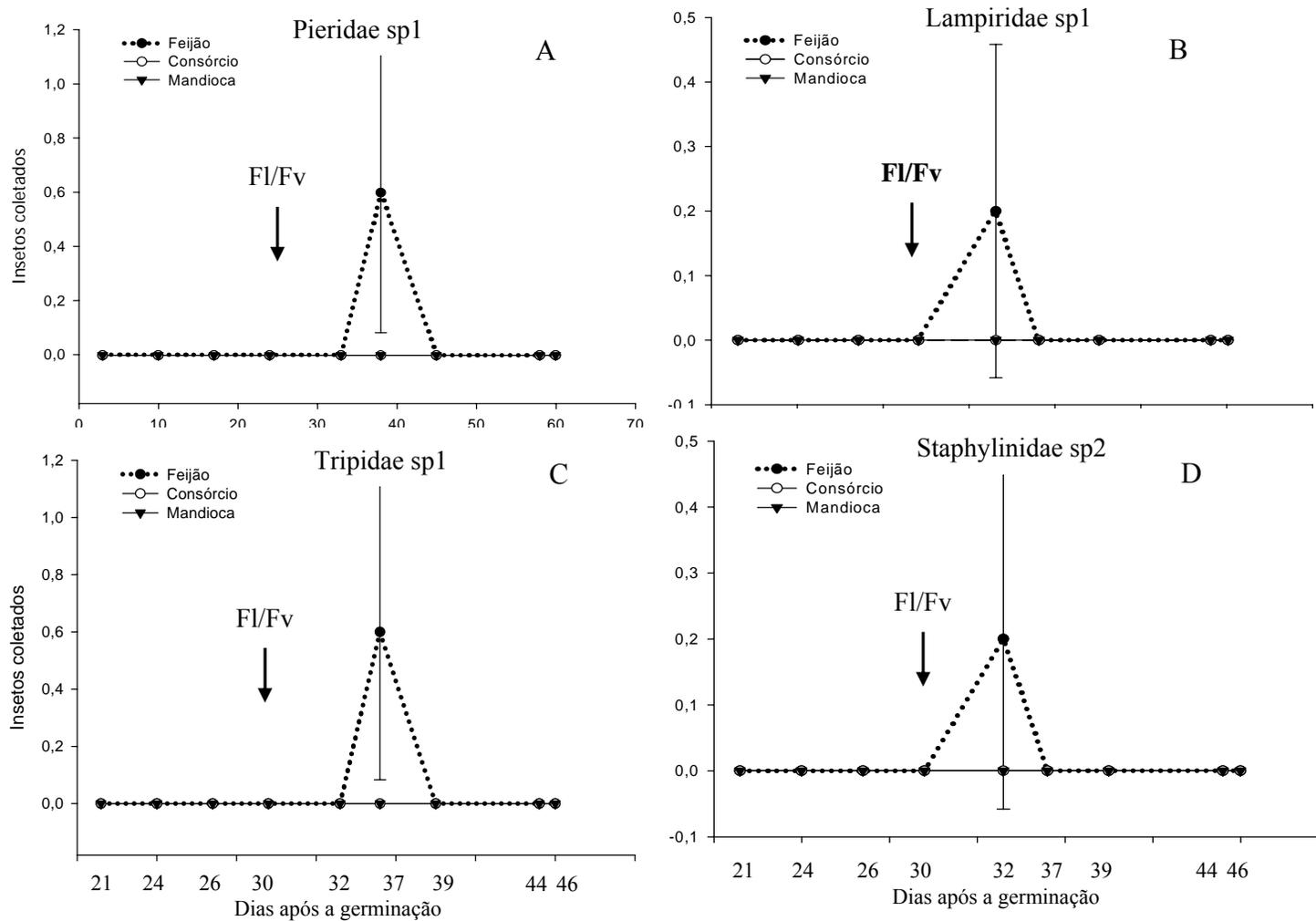


Figura 3. Flutuação populacional das morfoespécies que não sofreram variação significativa ao longo do tempo nos tratamentos (monocultivo do feijão, consórcio feijão-mandioca e monocultivo da mandioca). Herbívoros (A e C), Predadores (B e D). Os símbolos representam a média das morfoespécies nos três tratamentos e as barras verticais indicam o erro padrão da média. FI/Fv = Floração e formação das vagens

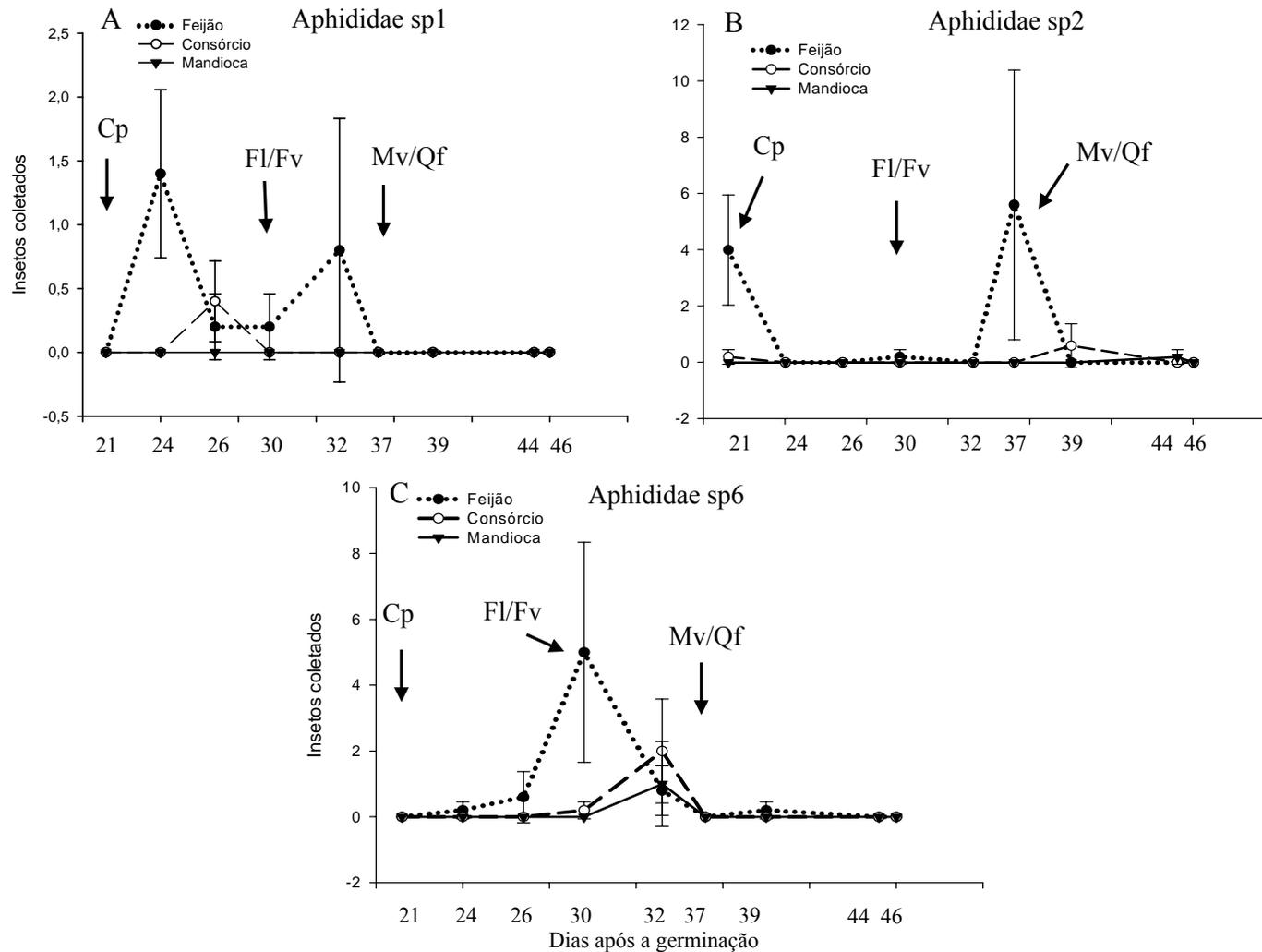


Figura 4. Flutuação populacional de herbívoros que sofreram variação significativa ao longo do tempo, amostrados em parcelas do monocultivo do feijão, consórcio feijão-mandioca e monocultivo da mandioca. Os símbolos representam a média do inseto nos três tratamentos e as barras verticais indicam o erro padrão da média. Cp = capina; Fl/Fv = floração e formação das vagens; Mv/Qf = Maturação das vagens e queda das folhas.

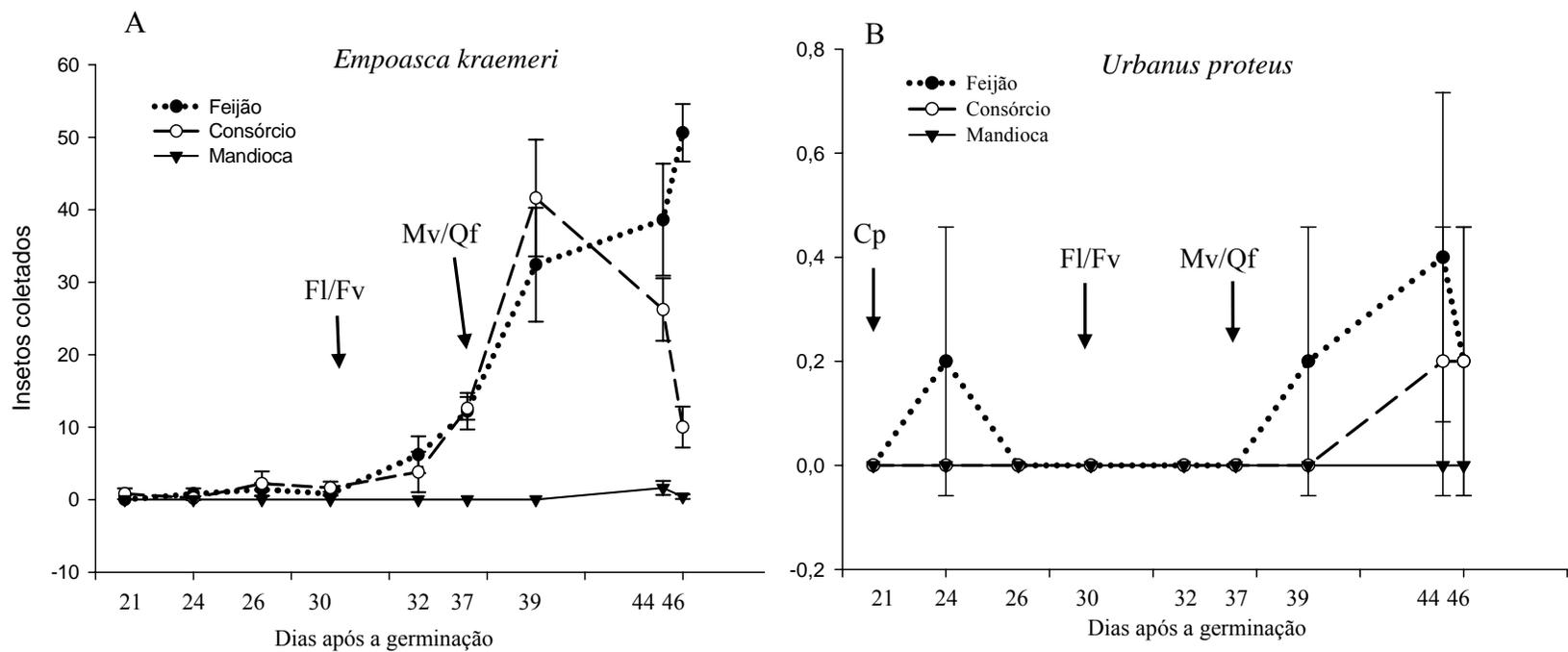


Figura 5. Flutuação populacional de herbívoros do dossel que sofreram variação significativa ao longo do tempo, amostrados em parcelas do monocultivo do feijão, consórcio feijão-mandioca e no monocultivo da mandioca. Os símbolos representam a média do inseto nos três tratamentos e as barras verticais indicam o erro padrão da média. Cp = capina; FI/Fv = floração e formação das vagens; Mv/Qf = Maturação das vagens e queda das folhas.

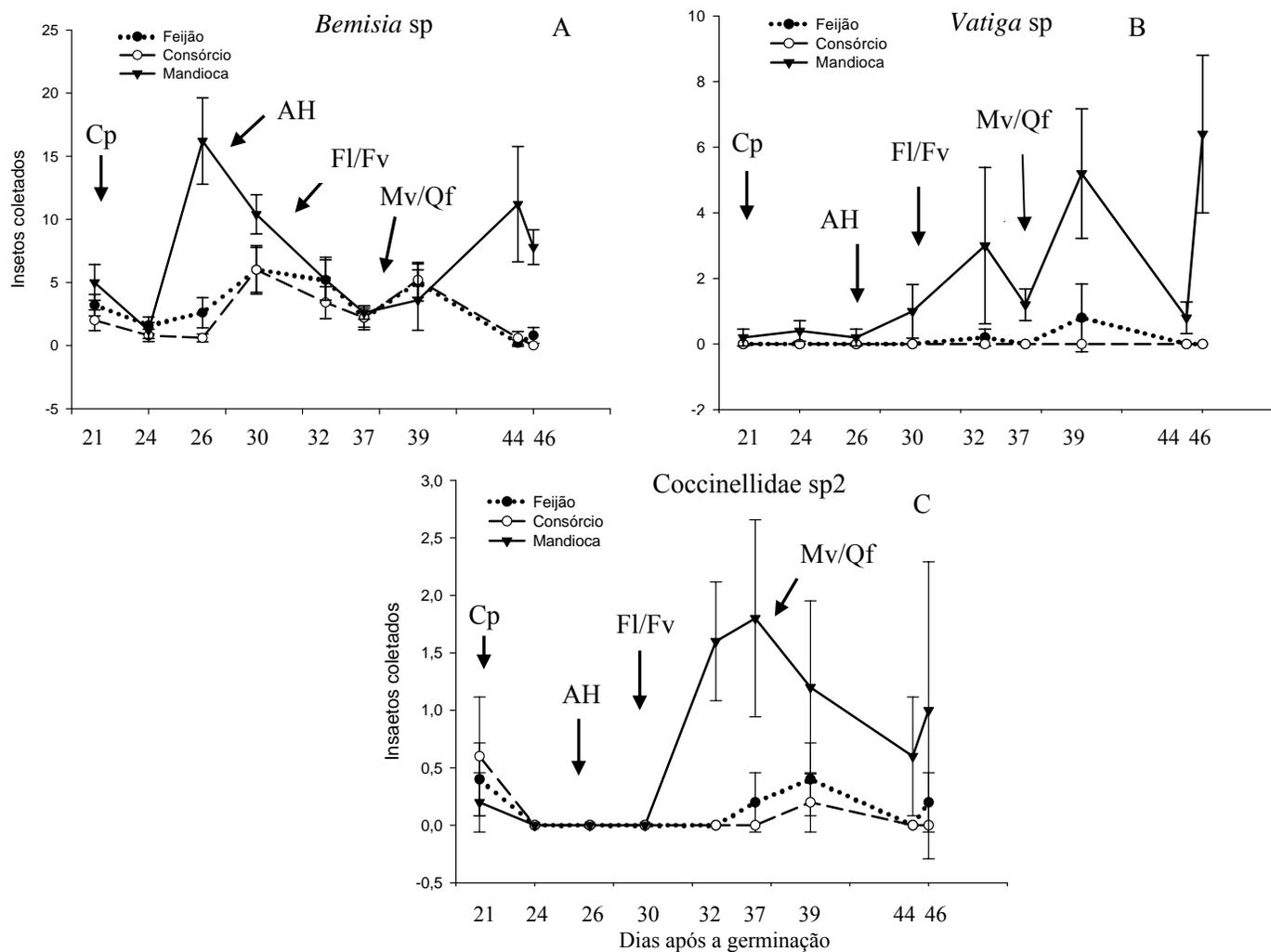


Figura 6. Flutuação populacional de herbívoros que sofreram variação significativa ao longo do tempo amostrado no monocultivo do feijão, consórcio feijão-mandioca e monocultivo da mandioca. Os símbolos representam a média do inseto nos três tratamentos e as barras verticais indicam o erro padrão da média. Cp = capina; FI/Fv = floração e formação das vagens; Mv/Qf = Maturação das vagens e queda das folhas; AH = aplicação de herbicida.