

**UFRRJ**  
**INSTITUTO DE AGRONOMIA**  
**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA**

**TESE**

**PROSPECÇÃO DE PLANTAS ATRATIVAS PARA INIMIGOS  
NATURAIS E O SEU USO NO MANEJO DE INSETOS FITÓFAGOS**

**Adamastor Pereira Barros**

**2020**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE AGRONOMIA  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA**

**PROSPECÇÃO DE PLANTAS ATRATIVAS PARA INIMIGOS  
NATURAIS E O SEU USO NO MANEJO DE INSETOS FITÓFAGOS**

**ADAMASTOR PEREIRA BARROS**

*Sob a Orientação do Professor*  
**Antonio Carlos de Souza Abboud**  
*e Coorientação da Pesquisadora*  
**Alessandra de Carvalho Silva**

Tese submetida como requisito parcial  
para obtenção do grau de **Doutor em**  
**Fitotecnia**, no Curso de Pós-Graduação  
em Fitotecnia, Área de Concentração  
Agroecologia.

Seropédica, RJ  
Setembro de 2020

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

B277p Barros, Adamastor Pereira, 1993-  
    Prospecção de plantas atrativas para inimigos naturais e o seu uso no manejo de insetos fitófagos / Adamastor Pereira Barros. - Seropédica, 2020. 162 f.: il.

    Orientador: Antonio Carlos de Souza Abboud.  
    Coorientadora: Alessandra de Carvalho Silva.  
    Tese(Doutorado). -- Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia/Doutorado, 2020.

    1. controle biológico conservativo. 2. plantas atrativas. 3. inimigos naturais. 4. Brassica oleraceae. 5. Phaseolus vulgaris. I. Abboud, Antonio Carlos de Souza, 1960-, orient. II. Silva, Alessandra de Carvalho, -, coorient. III Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia/Doutorado. IV. Título.

É permitida a cópia parcial ou total desta tese, desde que seja citada a fonte.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO**  
**INSTITUTO DE AGRONOMIA**  
**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA**

**ADAMASTOR PEREIRA BARROS**

Tese submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutor em Fitotecnia**, no Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, Área de Concentração em Agroecologia.

TESE APROVADA EM 08/09/2020.

**Conforme deliberação número 001/2020 da PROPPG, de 30/06/2020**, tendo em vista a implementação de trabalho remoto e durante a vigência do período de suspensão das atividades acadêmicas presenciais, em virtude das medidas adotadas para reduzir a propagação da pandemia de Covid-19, nas versões finais das teses e dissertações as assinaturas originais dos membros da banca examinadora poderão ser substituídas por documento(s) com assinaturas eletrônicas. Estas devem ser feitas na própria folha de assinaturas, através do SIPAC, ou do Sistema Eletrônico de Informações (SEI) e neste caso a folha com a assinatura deve constar como anexo ao final da tese / dissertação.

---

Antonio Carlos de Souza Abboud, Ph.D. UFRRJ  
(Orientador)

---

Elen de Lima Aguiar Menezes, Dr<sup>a</sup>. UFRRJ  
(Titular)

---

Margarida Goréte Ferreira do Carmo, Dr<sup>a</sup>. UFRRJ  
(Titular)

---

Marcelo Perrone Ricalde, Dr. EMBRAPA Agrobiologia  
(Titular)

---

Alexandre José Ferreira Diniz, Dr. Esalq/USP  
(Titular)

## DEDICATÓRIA

*“Se o campo não planta, a cidade não janta” Esse ditado popular cantado pelos agricultores de Guarabira-PB minha cidade natal e da microrregião do brejo paraibano. Marcou muito a minha trajetória acadêmica. É uma mensagem muito forte qual representam lutas de uma classe em prol de reconhecimento e de direitos para o homem do campo. Esses profissionais que se dedicam principalmente à prática da agroecologia no nosso território precisam e merecem ter acesso ao conhecimento qualificado que é cultivado dentro dos ‘muros’ da universidade pública. Esses brasileiros que derramam na terra o suor para produzir alimentos de qualidade e muitas das vezes, sem a devida infraestrutura tecnológica adequada e sem direitos trabalhistas reconhecidos. A minha dedicatória é, portanto, para estes que sabem como ninguém, o peso que tem uma enxada ao final de um dia de trabalho.*

## AGRADECIMENTOS

Com o término desse trabalho deixo aqui os humildes e sinceros agradecimentos:

À Deus, pelo amor incondicional e pela segurança emocional proporcionada na condução e redação dos trabalhos aqui apresentados.

Ao Dr. Antonio Carlos de Souza Abboud e à Dr<sup>a</sup>. Alessandra de Carvalho Silva pela oportunidade de termos trabalhado juntos, pela prontidão nas orientações, amizade e acima de tudo pelo profissionalismo dedicado no acolhimento durante o doutoramento, sobretudo no período de distanciamento social causado pela pandemia do novo coronavírus.

Ao Dr. Marcelo Perrone Ricalde pela hospitalidade, amizade, confiança e principalmente pelo suporte dedicado durante a condução dos ensaios em campo e com a identificação do material biológico coletado. Agradeço também à Dr<sup>a</sup>. Carolina Rodrigues de Araújo pela amizade e os pequenos favores no laboratório.

Aos colegas de laboratório, Almir, Carlos Moura, Carmen, Douglas, João Pedro, Maria Clara, Michele Ricalde, Paula, Raíza, Robson pela amizade, disponibilidade, colaborações nas triagens e identificações dos materiais coletados durante os experimentos da tese.

Às pesquisadoras, Dr<sup>a</sup>. Janaína Rouws pelos direcionamentos nas abordagens estatísticas dos dados e a Dr<sup>a</sup>. Maria Elizabeth Correia pela contribuição na fase inicial do projeto.

Aos pesquisadores Dr. José Guilherme Marinho Guerra e Dr. Ednaldo da Silva Araújo e aos servidores Dione Galvão da Silva, Artur Moreira Risso, Athayde Mendes Fernandes, pela assistência oferecida nas dependências da Fazendinha Agroecológica km 47.

Aos assistentes de campo da Embrapa Agrobiologia, Alderi, Edivaldo, Edilson, Eugênio, Fredson, Luciano, Paulo, Oséias e Ubirajara que contribuíram no preparo da área, instalação do experimento e manutenção da mesma durante os ensaios.

Aos especialistas Eduardo Mitio Shimbori (USP); Guillermo Gonzalez (Chile); Luciano de Azevedo Moura (Fundação Zoobotânica/RS), Luis Cláudio Paterno Silveira (UFLA), Marcus Vinícius Sampaio (UFU), Regina Célia Zonta de Carvalho (ADAPAR), e Valmir Antonio Costa (Instituto Biológico), pelas contribuições taxonômicas e orientações.

Aos amigos e amigas Athila, Hágabo, Jorge, Josimária, Mariane, Murilo, Natali Ribeiro, Osmário, Ricardo Abboud, Rita e Vinício pelas amizades cultivadas.

Aos meus pais Assis Barros e Eurenice Pereira que me deram muito apoio e incentivo para caminhar até aqui, aos meus avós Maria Josefa e Nivaldo Medeiros (*in memoriam*), tios Aristóteles, Arquimedes, Marcos, Moises, Nivaldinho, Ronaldo, tias Vanuza, Gardênia, Irenilda, Mirani, primos Denilson Pereira, Joelson Pereira, primas Camila Yasmini, Sheyla Deise, Jardênia Pereira pelo carinho, incentivo e suporte oferecido nos momentos delicados durante a condução deste documento;

Aos membros da banca Dr<sup>a</sup>. Elen Menezes, Dr<sup>a</sup>. Margarida Goréte, Dr. Marcelo Ricalde e Dr. Alexandre Diniz pela disponibilidade em participar como membros avaliadores deste trabalho de tese;

À Embrapa Agrobiologia, pela disponibilização da estrutura e dos recursos humanos para a realização dos ensaios desta tese;

À UFRRJ, FAPERJ pelo apoio ao Curso de Pós-graduação em Fitotecnia.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

## RESUMO GERAL

BARROS, Adamastor Pereira. **Prospecção de Plantas Atrativas para Inimigos Naturais e o Seu Uso no Manejo de Insetos Fitófagos**. Tese de Doutorado em Fitotecnia. Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2020.

O manejo de pragas na produção de alimentos com ausência de resíduos químicos e impacto ambiental é um desafio para a agricultura. Uma das ferramentas adequadas para manejar de forma ambientalmente segura as pragas é através da oferta e a maximização dos recursos naturais para inimigos naturais. Além de ser um método que demanda pouca energia quando bem implementado, o controle biológico conservativo modifica o *layout* da paisagem agrícola, aumentando a biodiversidade como um todo, incluindo a de inimigos naturais de pragas. A maior oferta de recursos cria condições para que estes alimentem-se e reproduzam-se no refúgio, com maiores possibilidades de controle de pragas agrícolas. Entretanto, há grande carência de conhecimentos sobre quais plantas utilizar, como utilizar e em quais situações ou problemas. O objetivo geral foi avaliar o potencial de plantas para a atratividade de inimigos naturais e o seu uso no controle biológico de insetos fitófagos em cultivos orgânicos. Os experimentos foram conduzidos em condições de campo em Seropédica-RJ, em duas fases. Na primeira fase, no período de maio a novembro de 2017, objetivou-se avaliar o desempenho vegetativo e do florescimento de quatro espécies de plantas (*Cosmos sulphureus* - Asteraceae, *Canavalia ensiformis* – Fabaceae, *Crotalaria spectabilis* – Fabaceae e *Foeniculum vulgare* - Apiaceae), em duas formas de cultivo (solteiro e consorciado em três densidades de plantio 10,8; 14,3 e 21,5 plantas.m<sup>-2</sup>, chamadas de *mix* 1, *mix* 2 e *mix* 3, respectivamente), e avaliar também os efeitos desses *mixes* sobre a comunidade de artrópodes predadores associados a elas. Na segunda fase, no período de junho a dezembro de 2018, objetivou-se avaliar os efeitos da combinação dessas plantas que atraiu maior diversidade de artrópodes entomófagos, plantadas em faixa lateral, em cultivo orgânico de repolho e feijão comum sobre a comunidade desses artrópodes, dos insetos fitófagos e a produtividade nesses cultivos quando plantados em sucessão, tendo como comparação a vegetação espontânea (controle positivo) e o solo desnudo com *mulch* plástico (controle negativo). Os artrópodes entomófagos e insetos fitófagos foram avaliados nas faixas e em três diferentes distâncias destas [1, 3 e 6 metros]. Os experimentos foram instalados em parcelas de 3 x 4 metros e 3 x 8 metros na primeira e segunda fase, respectivamente, espaçadas em 5 metros, usando DBC com quatro blocos. Os resultados são apresentados em quatro capítulos, abordando: a) Desempenho de plantas com potencial para o controle biológico conservativo; b) Efeito de composições florais sobre a comunidade de artrópodes predadores; c) Uso de recursos florais na atração de inimigos naturais no cultivo orgânico de repolho; d) Uso de recursos florais na atração de inimigos naturais e controle de pragas no cultivo de feijão, sob sistema orgânico. Assim, conclui-se que o consórcio das plantas testadas com 21,5 plantas.m<sup>-2</sup> apresentam adaptabilidade do ponto de vista fitotécnico, nas condições edafoclimáticas de Seropédica-RJ, são atrativas para artrópodes predadores, podem ser usadas como ferramenta para o manejo de insetos e a diversificação de em agroecossistemas como o de repolho e feijão sem redução de produtividade.

**Palavras-chave:** controle biológico conservativo, *Brassica oleraceae*, *Phaseolus vulgaris*.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.



## GENERAL ABSTRACT

BARROS, Adamastor Pereira. **Prospecting for Attractive Plants for Natural Enemies and Their Use in the Management of Fitofagous Insects**. Doctoral Thesis in Fitotecnia. Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2020.

Pest management in food production with no chemical residues and environmental impact is a challenge for agriculture. One of the appropriate tools to manage pests in an environmentally safe way is by offering and maximizing natural resources to natural enemies. Besides being a method that demands little energy when well implemented, conservative biological control modifies the layout of the agricultural landscape, increasing biodiversity as a whole, including that of natural enemies of pests. The greater supply of resources creates conditions for them to feed and reproduce in the refuge, with greater possibilities for controlling agricultural pests. However, there is a great lack of knowledge about which plants to use, how to use them, and in which situations or problems. The general objective was to evaluate the potential of plants for the attractiveness of natural enemies and their use in the biological control of phytophagous insects in organic crops. The experiments were conducted under field conditions in Seropédica-RJ, in two phases. In the first phase, from May to November 2017, the objective was to evaluate the vegetative and flowering performance of four plant species (*Cosmos sulphureus* - Asteraceae, *Canavalia ensiformis* - Fabaceae, *Crotalaria spectabilis* - Fabaceae and *Foeniculum vulgare* - Apiaceae), in two forms of cultivation (single and consortium in three planting densities 10.8; 14.3 and 21.5 plants. m<sup>-2</sup>, called mix 1, mix 2 and mix 3, respectively), and also evaluate the effects of these mixes on the community of predatory arthropods associated to them. In the second phase, from June to December 2018, the objective was to evaluate the effects of the combination of these plants that attracted greater diversity of entomophagous arthropods, planted in the lateral band, in organic cultivation of cabbage and common beans on the community of these arthropods, of phytophagous insects and the productivity in these crops when planted in succession, having as a comparison the spontaneous vegetation (positive control) and the bare soil with plastic mulch (negative control). Entomophagous arthropods and phytophagous insects were evaluated in the ranges and in three different distances of these [1, 3 and 6 meters]. The experiments were installed in plots of 3 x 4 meters and 3 x 8 meters in the first and second phases, respectively, spaced in 5 meters, using DBC with four blocks. The results are presented in four chapters, addressing: a) Performance of plants with potential for conservative biological control; b) Effect of floral compositions on the community of predatory arthropods; c) Use of floral resources in attracting natural enemies in organic cabbage cultivation; d) Use of floral resources in attracting natural enemies and pest control in bean cultivation, under organic system. Thus, it is concluded that the consortium tested with 21.5 plants.m<sup>-2</sup> present adaptability from the phytotechnical point of view, in the soil and climate conditions of Seropédica-RJ, are attractive to predatory arthropods, can be used as a tool for insect management and diversification in agroecosystems such as cabbage and beans without reducing productivity.

**Keywords:** conservative biological control, *Brassica oleraceae*, *Phaseolus vulgaris*.

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001.

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO I

- Tabela 1.** Densidade inicial de plantas nos tratamentos avaliados. Seropédica, RJ, maio a novembro de 2017. .... 44
- Tabela 2.** Densidade média<sup>1</sup> das plantas em cultivo solteiro e em consórcio durante a condução do experimento. .... 48
- Tabela 3.** Caracterização das espécies encontradas<sup>1</sup> nas parcelas com vegetação espontânea aos 75 DAA<sup>2</sup>, usadas como testemunha do experimento. Seropédica, RJ, período de maio a novembro de 2017. .... 56

### CAPÍTULO II

- Tabela 1.** Densidade de plantas nos tratamentos avaliados. Seropédica, RJ, maio a novembro de 2017. .... 72
- Tabela 2.** Parâmetros faunísticos de artrópodes predadores capturados em plantas sob cultivo solteiro e consorciado sob três níveis de densidade. Seropédica, RJ, julho a novembro de 2017. .... 76
- Tabela 3.** Frequência e constância média das famílias de artrópodes predadores.m<sup>-2</sup> capturados em cosmos, crotalária, erva-doce e feijão-de-porco em cultivo solteiro e consorciado e em vegetação espontânea. Seropédica, RJ, Brasil, período de 04/07 a 03/11/2017. .... 79

### CAPÍTULO III

- Tabela 1.** Abundância média<sup>1</sup> de artrópodes predadores e parasitoides coletados em plantas de repolho em diferentes distâncias das faixas de cobertura<sup>2</sup>. Seropédica, RJ, julho a setembro de 2018. .... 111
- Tabela 2.** Abundância do pulgão (Aphididae) e de seu parasitismo em repolho diversificado com faixas com plantas atrativas. Seropédica, RJ, julho a setembro de 2018. .... 114
- Tabela 3.** Abundância média<sup>1</sup> de inimigos naturais coletados em plantas de repolho em em plantas de repolho em diferentes distâncias das faixas de cobertura<sup>2</sup>. Seropédica, RJ, julho a setembro de 2018. .... 117
- Tabela 4.** Abundância média<sup>1</sup> de *Plutella xylostella* e de seu parasitismo em repolho diversificado com faixas com plantas atrativas. Seropédica, RJ, julho a setembro de 2018. .... 118
- Tabela 5.** Abundância média<sup>1</sup> de predadores e parasitoides em repolho diversificado com faixas com plantas atrativas. Seropédica, RJ, julho a setembro de 2018. .... 119
- Tabela 6.** Abundância de artrópodes predadores nas faixas de cobertura inseridas lateralmente no cultivo de repolho orgânico. Seropédica, RJ, julho a setembro de 2018. .... 120
- Tabela 7.** Abundância média<sup>1</sup> de artrópodes encontrados em faixas de cobertura inseridas lateralmente no cultivo de repolho. Seropédica, RJ, julho a setembro de 2018. .... 120

**Tabela 8.** Valores médios relativos às características agronômicas das cabeças de repolho cultivadas sob a influência de diferentes faixas de cobertura e distâncias. Seropédica, RJ, julho a setembro de 2018..... 122

**Tabela 9.** Autovalores e variância percentual dos componentes principais (CP) do efeito de margens cultivadas com *mix*, vegetação espontânea e *mulch* em diferentes distâncias sobre características agronômicas da produção de repolho cultivado em Seropédica, RJ no período de julho a setembro de 2018..... 123

**Tabela 10.** Descrição da contribuição, comunalidade da contribuição de caracteres e correlação das variáveis agronômicas em diferentes Componentes Principais (CP) do efeito de margens e de distâncias sobre características agronômicas da produção de repolho..... 124

#### CAPÍTULO IV

**Tabela 1.** Abundância da artrópodes predadores em faixas de cobertura disposto em lateralmente ao cultivo de feijoeiro e no próprio feijoeiro nas distâncias de 1, 3 e 6 metros da faixa. .... 142

**Tabela 2.** Abundância da comunidade de artrópodes predadores em *mix* de plantas disposto em faixa lateral ao cultivo de feijoeiro e no próprio feijoeiro nas distâncias de 1, 3 e 6 metros da faixa..... 143

## LISTA DE QUADROS

### CAPÍTULO II

**Quadro 1.** Croqui com delineamento experimental. Seropédica, RJ, maio a novembro de 2017. T1: cosmos; T2: crotalária; T3: erva-doce; T4: Feijão-de-porco; T5: *mix* 1: consórcio de 10,8 plantas.m<sup>-2</sup>; T6: *mix* 2: consórcio de 14,3 plantas.m<sup>-2</sup> T7: *mix* 3: consórcio de 21,5 plantas.m<sup>-2</sup> ; Te: testemunha plantas espontâneas..... 74

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO I

- Figura 1.** Parcelas experimentais 65 dias após o plantio nos oito tratamentos estudados. Seropédica, RJ, maio a novembro de 2017. A = cosmos (*Cosmos sulphureus*); B = crotalária (*Crotalaria spectabilis*); C = erva-doce (*Foeniculum vulgare*); D = feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*); E: = mix 1 (10,8 plantas.m<sup>-2</sup>); F = mix 2 (14,3 plantas.m<sup>-2</sup>); G = mix 3 (21,5 plantas.m<sup>-2</sup>), H = Testemunha (plantas espontâneas)..... 45
- Figura 2.** Densidade média<sup>1</sup> das espécies botânicas cosmos (*Cosmos sulphureus*), crotalária (*Crotalaria spectabilis*), erva-doce (*Foeniculum vulgare*) e feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) em cultivo solteiro e consorciado<sup>2</sup>, tendo como testemunha a vegetação espontânea. Seropédica, RJ, maio a novembro de 2017..... 49
- Figura 3.** Riqueza média<sup>1</sup> de cosmos (*Cosmos sulphureus*), crotalária (*Crotalaria spectabilis*), erva-doce (*Foeniculum vulgare*) e feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) em cultivo solteiro e consorciado<sup>2</sup>, tendo como testemunha a vegetação espontânea. Seropédica, RJ, maio a novembro de 2017. .... 50
- Figura 4.** Total<sup>1</sup> de botões florais.m<sup>-2</sup> de cosmos (*Cosmos sulphureus*), crotalária (*Crotalaria spectabilis*), erva-doce (*Foeniculum vulgare*) e feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) em cultivo solteiro e consorciado (mix 1, 2 e 3)<sup>2</sup>. Seropédica, RJ, maio a novembro de 2017. .... 51
- Figura 5.** Evolução da floração de cosmos (*Cosmos sulphureus*), crotalária (*Crotalaria spectabilis*), erva-doce (*Foeniculum vulgare*) e feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) em cultivo solteiro (A e B) e consorciado<sup>1</sup> (C, D e E). Seropédica, RJ, período de maio a novembro de 2017. .... 52
- Figura 6.** Floração acumuladas de cosmos (*Cosmos sulphureus*), crotalária (*Crotalaria spectabilis*), erva-doce (*Foeniculum vulgare*) e feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) em cultivo solteiro (A) e consorciado<sup>1</sup> (B). Seropédica, RJ, período de maio a novembro de 2017. <sup>1</sup>Densidades de plantas nos consórcios: 10,8 (mix 1); 14,3 (mix 2) e 21,5 plantas.m<sup>-2</sup> (mix 3). .... 53
- Figura 7.** Curvas de sobrevivência<sup>1</sup> de cosmos (*Cosmos sulphureus*), crotalária (*Crotalaria spectabilis*), erva-doce (*Foeniculum vulgare*) e feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) em cultivo solteiro e consorciado em três densidades de plantio<sup>2</sup>. Seropédica, RJ, período de maio a novembro de 2017. <sup>1</sup>Curvas seguidas de mesma letra na figura não diferem estatisticamente pelo teste de Log-rank (p < 0,05), curvas com ‘+’ ao final das linhas indicam censura de acompanhamento da mortalidade.<sup>2</sup>Densidades de plantas: 13 (mix 1), 18 (mix 2) e 27 plantas.m<sup>-2</sup> (mix 3)..... 55
- Figura 8.** Descritores fitossociológicos de espécies encontradas<sup>1</sup> nas parcelas com vegetação espontânea aos 75 DAA<sup>2</sup>, usadas como testemunha do experimento. Seropédica, RJ, período de maio a novembro de 2017. <sup>1</sup>Plantas coletadas através do método o quadrado inventário, com dois lançamentos/parcela. <sup>2</sup>DAA = dias após a aração do solo. .... 57

### CAPÍTULO II

- Figura 1.** Parcelas experimentais 65 dias após o plantio nos oito tratamentos estudados. Seropédica, RJ, maio a novembro de 2017. A = cosmos (*Cosmos sulphureus*); B = crotalária (*Crotalaria spectabilis*); C = erva-doce (*Foeniculum vulgare*); D = feijão-de-

porco (*Canavalia ensiformis*); E = *mix* 1 (10,8 plantas.m<sup>-2</sup>); F = *mix* 2 (14,3 plantas.m<sup>-2</sup>); G = *mix* 3 (21,5 plantas.m<sup>-2</sup>), H = Testemunha (plantas espontâneas)..... 73

**Figura 2.** Coleta de artrópodes predadores em cosmos (*Cosmos sulphureus*) usando aspirador motorizado, modelo STIHL® BG86C. Seropédica, de julho a novembro de 2017. .... 74

**Figura 3.** Flutuação populacional de artrópodes predadores muito frequentes e constantes e do pulgão *Hyadaphis foeniculi*<sup>1</sup> (Hemiptera Aphididae) em função da intensidade de floração das plantas dos consórcios<sup>2</sup>: *mix* 1 (A), *mix* 2 (B) e *mix* 3 (C). Seropédica, RJ, Brasil, julho e novembro de 2017. <sup>1</sup>Dados transformados em ( $\sqrt{x/5}$ ); <sup>2</sup>*Mix* 1, 2 e 3 representam o consórcio de cosmos, crotalária, erva-doce e feijão-de-porco em três densidades de cultivo 10,8 14,3 e 21,5 plantas.m<sup>-2</sup>, respectivamente. .... 83

**Figura 4.** Matriz de correlação de Pearson de famílias de artrópodes predadores mais importantes em cultivos consorciados sob três níveis de densidade: 10,8; 14,3 e 21,5 plantas.m<sup>-2</sup> (*mix* 1, 2 e 3, respectivamente). Seropédica, julho a novembro de 2017..... 85

### CAPÍTULO III

**Figura 1.** Visão geral da área experimental e das parcelas de repolho (*B. oleraceae* var. *capitata*) cultivado com faixas (a), *mix*<sup>1</sup> de plantas cultivadas (b), vegetação espontânea (c) e *mulch* (d). Seropédica, RJ, junho a setembro de 2018. <sup>1</sup>*Mix* é composto por cosmos, crotalária, erva-doce e feijão-de-porco na densidade de 21,5 plantas.m<sup>-2</sup>..... 103

**Figura 2.** Layout da parcela experimental mostrando os pontos de amostragem da artropodofauna nas faixas<sup>1</sup> atrativas e na cultura do repolho (*Brassica oleraceae* var. *capitata*). Seropédica, RJ, junho a setembro de 2018. <sup>1</sup> Faixas compostas por três tratamentos: *mix* de cosmos, crotalária, erva-doce e feijão-de-porco na densidade de 21,5 plantas.m<sup>-2</sup>; vegetação espontâneas; e *mulch* plástico. .... 104

**Figura 3.** Abundância média de insetos fitófagos encontrados em faixas de cobertura e no cultivo de repolho (*B. oleraceae* var. *capitata*), em diferentes distâncias das faixas. Seropédica, RJ, junho a setembro de 2018. Controles negativo: cobertura com faixas de *mulch* plástico; Controle positivo: Cobertura com faixas compostas por vegetação espontânea inseridas lateralmente nas parcelas com plantas de repolho. <sup>1</sup>O *mix* é composto por cosmos, crotalária, erva-doce e feijão-de-porco na densidade de 21,5 plantas.m<sup>-2</sup> 107

**Figura 4.** Abundância média<sup>1</sup> de pulgões (Aphididae) encontrados em faixas de cobertura e no repolho, em diferentes distâncias das faixas (*mix*, controles negativo: cobertura com faixas de *mulch* plástico; Controle positivo: Cobertura com faixas compostas por vegetação espontânea). Seropédica, RJ, junho a setembro de 2018 <sup>1</sup>Médias transformadas em log (x+10). <sup>2</sup>Barras independente do tratamento seguidas de mesma letra minúscula e barras dentro de cada tratamento seguidas de mesmas letras maiúsculas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (p < 0,05). <sup>3</sup>O *mix* é composto por cosmos, crotalária, erva-doce e feijão-de-porco na densidade de 21,5 plantas.m<sup>-2</sup>..... 108

**Figura 5.** Médias<sup>1</sup> de pulgões em repolho cultivado em diferentes distâncias de faixas<sup>2</sup>. Seropédica, RJ, junho a setembro de 2018. <sup>1</sup>Médias transformadas em log (x+10); <sup>2</sup>barras independente das distâncias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si para pelo teste de Tukey (p < 0,05). a) repolho cultivado próximo de faixas com o *mix* composto por cosmos, crotalária, erva-doce e feijão-de-porco na densidade de 21,5 plantas.m<sup>-2</sup>; b) Controle positivo: Cobertura com faixas compostas por vegetação espontânea; c) Controles negativo: cobertura com faixas de *mulch* plástico. .... 110

**Figura 6.** Predadores encontrados sobre plantas de repolho orgânico hospedeiro de pulgões (Aphididae), cultivado com diferentes faixas de cobertura instaladas lateralmente: ovos de Chrysopidae (a); ovos, larvas, pupa e adultos de Syrphidae (b, c, d); larva e pupa de Coccinellidae (e, f). Seropédica, RJ, junho a setembro de 2018. ... 113

**Figura 7.** Abundância média<sup>1</sup> de traça-das-crucíferas *Plutella xylostella* encontrados em faixas de cobertura e no repolho, em diferentes distâncias das faixas (*mix*, controles negativo: cobertura com faixas de *mulch* plástico; Controle positivo: Cobertura com faixas compostas por vegetação espontânea). Seropédica, RJ, junho a setembro de 2018  
<sup>1</sup>Médias transformadas em log (x+10). <sup>2</sup>Barras independente do tratamento seguidas de mesma letra minúscula e barras dentro de cada tratamento seguidas de mesmas letras maiúsculas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (p < 0,05). <sup>3</sup>O *mix* é composto por cosmos, crotalária, erva-doce e feijão-de-porco na densidade de 21,5 plantas.m<sup>-2</sup>. ..... 115

**Figura 8.** Médias<sup>1</sup> da traça-das-crucíferas *Plutella xylostella* em repolho cultivado em diferentes distâncias de faixas<sup>2</sup>. Seropédica, RJ, junho a setembro de 2018. <sup>1</sup>Médias transformadas em log (x+10); <sup>2</sup>barras independente das distâncias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si para pelo teste de Tukey (p < 0,05). a) repolho cultivado próximo de faixas com o *mix* composto por cosmos, crotalária, erva-doce e feijão-de-porco na densidade de 21,5 plantas.m<sup>-2</sup>; b) Controle positivo: Cobertura com faixas compostas por vegetação espontânea; c) Controles negativo: cobertura com faixas de *mulch* plástico. .... 116

**Figura 9.** Predadores encontrados sobre plantas de repolho orgânico hospedeiro de *Plutella xylostella*, cultivado com diferentes faixas de cobertura instaladas lateralmente: Formigas *Solenopsis* predando pupas de *P. xylostella* (a); Pupas de *P. xylostella* parasitadas (b), Aranha Eutichuridade preparando emboscada(c). Seropédica, RJ, junho a setembro de 2018. .... 118

**Figura 10.** Produção de repolho: Análise de componentes principais das variáveis agrônomicas da produção de repolho. (a) 1m, (b) 3m e (c) 6m representam as distâncias das plantas de repolho para as margens com faixas de *mix*, *mulch* e planta espontânea. As elipses representam o intervalo de confiança (IC=95%) do ponto médio para as variáveis agrônomicas: acr.cm: altura da cabeça (cm); dcr.cm: diâmetro da cabeça (cm); ifc: índice de formato da cabeça; mc.kg: massa da cabeça (kg) e t.ha: produtividade (t ha<sup>-1</sup>). ..... 125

#### CAPÍTULO IV

**Figura 1.** Croqui da área experimental com parcelas de feijão cultivado diferentes faixas laterais: *mix* composto por *Cosmos sulphureus* – Asteraceae, *Crotalaria spectabilis* – Fabaceae, *Foeniculum vulgare* – Apiaceae e *Canavalia ensiformis* – Fabaceae, *mulch* ou vegetação espontânea. Seropédica, RJ, de setembro a dezembro de 2018. .... 137

**Figura 2.** Vista geral da parcela experimental de feijão com faixas de *mix*<sup>1</sup> de plantas atrativas para predadores, mostrando os pontos de amostragem de artrópodes: 0, 1, 3 e 6 m. <sup>1</sup>Mix de plantas cultivadas formado por cosmos (*Cosmos sulphureus*), crotalária (*Crotalaria spectabilis*), coentro (*Foeniculum vulgare*) e feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*). ..... 138

**Figura 3.** Número médio de insetos fitófagos em feijoeiro cultivado sob manejo orgânico e com presença de faixas laterais com diferentes coberturas. Seropédica, RJ, setembro a dezembro de 2018. Faixas: *mix* de plantas cultivadas (composto por *Cosmos sulphureus*, *Crotalaria spectabilis*, *Foeniculum vulgare* e *Canavalia ensiformis*), vegetação

espontânea e *mulch* plástico). Em cada gráfico as médias da mesma espécie seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Dunn ( $p < 0,05$ ). ..... 141

**Figura 4.** Correlograma da média de pragas e predadores.m<sup>-2</sup> capturados semanalmente em feijoeiro cultivado com uma faixa com um *mix* de plantas atrativas em Seropédica entre setembro e dezembro de 2018. Os fitófagos estão destacados na cor verde, predadores na cor preta e as semanas de cultivo do feijoeiro na cor amarela. As espécies com correlações de Spearman significativas positivas ou negativas, fortes ou muito fortes são apresentadas em azul ou vermelho ( $p < 0,05$ ). ..... 144

**Figura 5.** Correlograma da média de pragas e predadores.m<sup>-2</sup> capturados semanalmente em faixa com um *mix* composto por *Cosmos sulphureus* – Asteraceae, *Crotalaria spectabilis* – Fabaceae, *Foeniculum vulgare* – Apiaceae e *Canavalia ensiformis* – Fabaceae, cultivado em Seropédica entre setembro e dezembro de 2018. As espécies com correlações de Spearman significativas positivas ou negativas, fortes ou muito fortes são apresentadas em azul ou vermelho ( $p < 0,05$ ). ..... 146

**Figura 6.** Número médio de *E. kraemeri* e dos predadores *Orius insidiosus* e *Franklinothrips vespiformis* correlacionados em feijoeiros e diferentes faixas marginais (*mix*, controle positivo e controle negativo). Seropédica, RJ setembro a dezembro de 2018. Barras ou linhas do mesmo tratamento seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Fisher ( $p < 0,08$ ). *Mix* = *Cosmos sulphureus* – Asteraceae, *Crotalaria spectabilis* – Fabaceae, *Foeniculum vulgare* – Apiaceae e *Canavalia ensiformis* – Fabaceae; Controle + = vegetação espontânea; Controle - = *mulch* com plástico. .... 147

**Figura 7.** Flutuação populacional de *Empoasca kraemeri* e predadores *Orius insidiosus* e *Franklinothrips vespiformis* em plantas de feijoeiro e em faixa lateral composta de *mix* de plantas. Seropédica, RJ, setembro a dezembro de 2018. *Mix* de plantas: *Cosmos sulphureus* – Asteraceae, *Crotalaria spectabilis* – Fabaceae, *Foeniculum vulgare* – Apiaceae e *Canavalia ensiformis* – Fabaceae. .... 148

**Figura 8.** Número médio de *Caliotrips phaseoli* e predadores *Orius insidiosus* e *Franklinothrips vespiformis* correlacionados em feijoeiros e diferentes faixas marginais (*mix*, controle positivo e controle negativo). Seropédica, RJ setembro a dezembro de 2018. Barras ou linhas do mesmo tratamento seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Fisher ( $p < 0,08$ ). *Mix* = *Cosmos sulphureus* – Asteraceae, *Crotalaria spectabilis* – Fabaceae, *Foeniculum vulgare* – Apiaceae e *Canavalia ensiformis* – Fabaceae; Controle + = vegetação espontânea; Controle - = *mulch* com plástico. .... 149

**Figura 9.** Flutuação populacional de *Caliotrips phaseoli* e predadores *Orius insidiosus* e *Franklinothrips vespiformis* em plantas de feijoeiro e em faixa lateral composta de *mix* de plantas. Seropédica, RJ, setembro a dezembro de 2018. *Mix* de plantas: *Cosmos sulphureus* – Asteraceae, *Crotalaria spectabilis* – Fabaceae, *Foeniculum vulgare* – Apiaceae e *Canavalia ensiformis* – Fabaceae. .... 150

**Figura 10.** Perfis de diversidade e curvas de riqueza de espécies de artrópodes predadores feijoeiros sob influência de faixas com *mix* composto por *Cosmos sulphureus* – Asteraceae, *Crotalaria spectabilis* – Fabaceae, *Foeniculum vulgare* – Apiaceae e *Canavalia ensiformis* – Fabaceae. Curvas de amostragem por interpolação (–) e extrapolação (––), ambas com intervalos de confiança de 95% (áreas sombreadas). Os dados dos artrópodes sobre a cobertura marginal de um *mix* de plantas (*mix*) e em feijoeiro cultivado adjacente a três metros de distância (Feijão) são demonstrados pelos perfis de

diversidade. Os pontos e triângulos sólidos representam os limites das amostras de referência, os números entre parênteses representam o número de indivíduos e o número efetivo de espécies ( $qD = \text{números de Hill por ordem } q$ ). ..... 152

**Figura 11.** Perfis de diversidade e curvas de riqueza de espécies de artrópodes predadores feijoeiros sob influência de faixas com vegetação espontânea. Curvas de amostragem por interpolação (—) e extrapolação (---), ambas com intervalos de confiança de 95% (áreas sombreadas). Os dados dos artrópodes sobre a cobertura marginal do controle + (vegetação espontânea) e em feijoeiro cultivado adjacente a três metros de distância (feijão) são demonstrados pelos perfis de diversidade. Os pontos e triângulos sólidos representam os limites das amostras de referência, os números entre parênteses representam o número de indivíduos e o número efetivo de espécies ( $qD = \text{números de Hill por ordem } q$ ). ..... 153

**Figura 12:** Perfis de diversidade e curvas de riqueza de espécies de artrópodes predadores feijoeiros em a influência de faixas de plantas. Curvas de amostragem por interpolação (—) e extrapolação (---), ambas com intervalos de confiança de 95% (áreas sombreadas). Os dados dos artrópodes sobre a cobertura marginal com o controle –(*mulch* plástico) e em um ponto mediano de feijoeiro cultivado adjacente a três metros de distância (feijão) são demonstrados pelos perfis de diversidade. Os pontos e triângulos sólidos representam os limites das amostras de referência, os números entre parênteses representam o número de indivíduos e o número efetivo de espécies ( $qD = \text{números de Hill por ordem } q$ ). .. 154

**Figura 13.** Produtividade de feijoeiros orgânico em  $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  cultivado com uma faixa com um *mix* de plantas atrativas em Seropédica entre setembro e dezembro de 2018 em Seropédica, RJ. Barras seguidas de mesma letra em cada fator não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ); a) Faixas com *mix* composto por *Cosmos sulphureus* – Asteraceae, *Crotalaria spectabilis* – Fabaceae, *Foeniculum vulgare* – Apiaceae e *Canavalia ensiformis* – Fabaceae, vegetação espontânea e *mulch* plástico b) diferentes distâncias das faixas. .... 155

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>20</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>22</b>
2.1	Controle Biológico de Insetos .....	22
2.2	A Importância das Plantas Para os Inimigos Naturais .....	23
2.3	O Uso de Plantas Atrativas no Controle Biológico Conservativo de Pragas .....	24
2.4	Caracterização de Plantas com Potencial para o Controle Biológico Conservativo	
	25	
	2.4.1 <i>Cosmos</i> .....	25
	2.4.2 <i>Feijão-de-porco</i> .....	26
	2.4.3 <i>Crotalaria spectabilis</i> .....	26
	2.4.4 <i>Erva-doce</i> .....	27
<b>3</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>29</b>
	<b>CAPÍTULO I .....</b>	<b>39</b>
	<b>DESEMPENHO VEGETATIVO E DO FLORESCIMENTO DE PLANTAS COM POTENCIAL PARA O CONTROLE BIOLÓGICO CONSERVATIVO, EM CULTIVO SOLTEIRO E CONSORCIADO .....</b>	<b>39</b>
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>42</b>
<b>2</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>44</b>
<b>3</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>48</b>
<b>4</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>60</b>
<b>5</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>61</b>
	<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>67</b>
	<b>EFEITOS DE COMPOSIÇÕES VEGETAIS SOBRE A COMUNIDADE DE ARTRÓPODES PREDADORES.....</b>	<b>67</b>
	<b>RESUMO.....</b>	<b>68</b>
	<b>ABSTRACT .....</b>	<b>69</b>
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>70</b>
<b>2</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>72</b>
<b>3</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>76</b>
3.1	Análise faunística de artrópodes predadores associada às diferentes composições vegetais .....	76
3.2	Flutuação populacional de artrópodes nos <i>mixes</i> de plantas durante a floração ...	82
<b>4</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>87</b>
<b>5</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>88</b>
	<b>CAPÍTULO III .....</b>	<b>97</b>
	<b>MIX DE PLANTAS PARA ATRAÇÃO DE INIMIGOS NATURAIS E MANEJO DE FITÓFAGOS EM CULTIVO ORGÂNICO DE REPOLHO.....</b>	<b>97</b>
	<b>RESUMO.....</b>	<b>98</b>

<b>ABSTRACT .....</b>	<b>99</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>100</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>102</b>
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>107</b>
3.1 Influência das faixas de cobertura com <i>mix</i> sobre a população de pulgão (Aphididae) no repolho orgânico.....	108
3.2 Influência das faixas de cobertura sobre a população da traça-das-crucíferas <i>P. xylostella</i> (Plutellidae) no repolho. ....	115
3.3 Comunidade de predadores nas faixas de cobertura inseridas lateralmente no cultivo de repolho .....	120
3.4 Efeito de faixas de plantas em diferentes distâncias na biometria e produção de cabeças de repolho.....	122
<b>4 CONCLUSÕES .....</b>	<b>126</b>
<b>5 REFERÊNCIAS .....</b>	<b>127</b>
<b>CAPÍTULO IV.....</b>	<b>132</b>
<b>MIX DE PLANTAS PARA ATRAÇÃO DE INIMIGOS NATURAIS E MANEJO DE FITÓFAGOS EM CULTIVO ORGÂNICO DE FEIJÃO COMUM.....</b>	<b>132</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>135</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>136</b>
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>140</b>
3.1 Inimigos naturais associados ao feijoeiro e às faixas laterais ao cultivo .....	142
3.2 Contribuição da faixa <i>mix</i> para o controle biológico de <i>Empoasca kraemeri</i> em feijoeiro.....	147
3.3 Contribuição da faixa <i>mix</i> para o controle biológico de <i>Caliothrips phaseoli</i> em feijoeiro.....	149
3.4 Perfis de diversidade de artrópodes predadores em feijoeiro com faixas de plantas atrativas e produtividade agrônômica do feijoeiro .....	151
<b>4 CONCLUSÕES .....</b>	<b>156</b>
<b>5 REFERÊNCIAS .....</b>	<b>157</b>
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>160</b>
<b>7 ANEXOS .....</b>	<b>161</b>

# 1 INTRODUÇÃO GERAL

O manejo convencional de pragas que é praticado em larga escala na agricultura brasileira utiliza majoritariamente agrotóxicos orgânicos sintéticos, muitos dos quais são nocivos aos produtores, aos consumidores e ao meio ambiente, comprometendo a segurança alimentar e a sustentabilidade dos sistemas de cultivo. Essa realidade demanda estudos que possam trazer alternativas de manejo de pragas para a agricultura convencional, e que possam também ser utilizadas na agricultura ecológica.

Diante dessa necessidade, pesquisas em diferentes países, incluindo o Brasil, envolvendo a influência da diversidade vegetal na atração e manutenção de inimigos naturais nos agroecossistemas têm gerado conhecimento que atende a essa demanda. Em um agroecossistema mais equilibrado, com áreas de refúgio e diversidade de espécies, espera-se maior predação e parasitismo, bem como menor ocorrência de pragas. Isso ocorre porque os inimigos naturais locais são suficientes para exercer uma pressão sobre a população de insetos fitófagos, resultando em benefícios para os cultivos agrícolas. Entretanto, é necessário compreender quais estratégias podem ser adotadas para promover um controle biológico de pragas eficaz e de baixo custo de implantação, utilizando os inimigos naturais nativos. Novos conhecimentos científicos a respeito de espécies de plantas e da sua associação com cultivos agrícolas e inimigos naturais precisam ser gerados para serem posteriormente convertidos em tecnologias de manejo sustentável de pragas.

A composição da entomofauna de inimigos naturais e o sucesso do Controle Biológico Conservativo é dependente de fatores como a atividade agrônômica exercida, a composição da flora atrativa aos inimigos naturais, a presença de fitófagos nas plantas que compõem o sistema, bem como das condições edafoclimáticas de cada ambiente, das áreas de refúgio originais no entorno da lavoura, entre outros fatores. As plantas espontâneas têm sido um exemplo de sucesso dessas relações e a sua contribuição para o controle biológico é reconhecida (AMARAL et al., 2013; ARAJ, S. E; WRATTEN, S. D 2015), por isso são usadas como parâmetro para estudos. Muito embora as composições são aleatórias e estas plantas não são seguras em termos fitossanitários, podendo hospedar patógenos e pragas importantes para os cultivos.

O incremento de espécies em cultivos agrícolas é uma prática comum na agricultura de base agroecológica, onde a diversidade de plantas é uma premissa, por outro lado, essa não é uma realidade nos monocultivos orgânicos ou convencionais. Entretanto, essa abordagem também pode ser utilizada como áreas de refúgio para diversos agentes de mortalidade biótica de insetos fitófagos, entre eles os artrópodes entomófagos, fornecendo novos elementos para o manejo de pragas.

Esse trabalho de tese investigou o potencial do cosmos (*Cosmos sulphureus* - Asteraceae), crotalária espectável (*Crotalaria spectabilis* - Fabaceae), erva-doce (*Foeniculum vulgare* - Apiaceae) e feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* - Fabaceae) quanto ao seu potencial como área de refúgio para artropodofauna benéfica. Essas espécies vegetais foram escolhidas porque apresentam muitos visitantes florais, são de fácil propagação, rústicas e bem adaptadas às condições locais de estudo (Seropédica, RJ), mas não há estudo sobre o desempenho das mesmas quando consorciadas, que pode apresentar maior potencial de atração de uma artropodofauna mais rica em espécies entomófagas.

Na primeira fase, estudou-se o desempenho vegetativo e do florescimento em duas formas de cultivo dessas plantas (solteiro e consorciado e três densidades de plantio) e avaliou-se também os efeitos desses *mixes* sobre a comunidade de artrópodes predadores

associados a elas. Na segunda fase, avaliou-se os efeitos da combinação dessas plantas que atraiu maior diversidade de artrópodes entomófagos, quando cultivadas em faixa lateral (faixa de plantas atrativas) para o manejo de pragas em cultivos orgânicos do repolho (*Brassica oleraceae* var. *capitata*) e feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* IPR-Tuiuiu), tendo como comparação a vegetação espontânea (controle positivo) e o solo desnudo (controle negativo: *mulch* plástico preto).

Dessa forma, este estudo teve por objetivo avaliar o potencial de plantas para a atratividade de inimigos naturais e o seu uso no controle biológico de insetos fitófagos em cultivos orgânicos.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Controle Biológico de Insetos

Dentre os fatores que limitam o crescimento populacional de artrópodes em um ecossistema existem a competição inter e intra-específica, o efeito do clima, a disponibilidade de recursos alimentícios, a migração, a dispersão e o controle biológico exercido pelos inimigos naturais. Os fatores que podem ser facilmente manipulados pelo homem e que podem interferir naturalmente no manejo dos artrópodes fitófagos são as plantas e os próprios inimigos naturais. Aplicando-se as premissas propostas no manejo ecológico de pragas, o controle biológico de pragas ocorrerá por consequência (GRAVENA, 1992).

O controle biológico de insetos tem como alguns princípios o uso de organismos provenientes de ocorrência natural ou exóticos sendo liberados de maneira inoculativa ou inundativa para prevenir ou reduzir a infestação de pragas e doenças nas culturas agrícolas, inclusive plantas indesejadas. No caso dos organismos, busca-se atrair ou introduzir na plantação inimigos naturais da praga ou patógenos; podem ser usados insetos, vírus, protozoários, fungos ou bactérias como predadores, parasitoides, agentes patogênicos; ou introduzir machos estéreis da espécie invasora (MORANDI; BETTIOL, 2009; PARRA et al., 2002).

O Controle Biológico de pragas pode ocorrer de três maneiras simultâneas ou independentes: Controle Biológico Clássico, Aplicado e Conservativo. O Controle Biológico Clássico consiste na introdução de espécies de inimigos naturais exóticos, esse método é de resposta lenta quando comparado com outros, porém em alguns casos mostra-se eficiente no controle de pragas (GREATHEAD; GREATHEAD, 1992). O Controle Biológico Aplicado consiste basicamente na liberação massal de organismos biológicos capazes de controlar rapidamente a população da praga desejada, esse método assemelha-se ao controle químico de pragas pela rapidez e eficiência, no entanto é dependente de empresas e laboratórios especializados na criação massal de organismos usados no controle de pragas (PARRA et al. 2002; LANDIS et al., 2000).

Já o Controle Biológico Conservativo ou Natural, consiste na atração e manutenção de inimigos naturais por meio do provimento de recursos naturais necessários para a sobrevivência destes na área desejada. Os recursos naturais que dão suporte aos agentes de controle biológico são sítios naturais de refúgios para reprodução, e principalmente alimentos alternativos como néctar, pólen, presas ou hospedeiros alternativos no caso dos parasitoides (FONTES; VALADARES-INGLIS, 2020). Assim, com o incremento de inimigos naturais atuando no agroecossistema as plantas apresentam-se menos suscetíveis às injúrias provocadas pelos insetos fitófagos, reduzindo e até dispensando o número de intervenções para o manejo de pragas (NOMIKOU, M. et al, 2002; NOMIKOU; SABELIS; JANSSEN, 2010; VAN RIJN; VAN HOUTEN; SABELIS, 2002).

Maior diversidade vegetal em uma paisagem agrícola pode ser obtida através de consórcios. Os consórcios proporcionam uma série de benefícios para os cultivos agrícolas associados, começando pela dificuldade em que os fitófagos encontram para localizar as plantas da cultura principal, provocadas por obstáculos físicos e odores químicos voláteis que repelem, atraem e os confundem.

Além disso, as plantas em consórcio podem proporcionar a melhoria de outras, as leguminosas são capazes de fixar nitrogênio por meio de associação com bactérias do

gênero *Rhizobium* além de outros, plantas altas podem fornecer abrigo e proteção como o sombreamento, outras ainda podem causar supressão bioquímica ou repelência de pragas protegendo as plantas vizinhas com alcaloides, terpenoides, quinonas ou flavonoides sintetizados (FINCH; BILLIALD; COLLIER, 2003; ODE et al., 2006).

## 2.2 A Importância das Plantas Para os Inimigos Naturais

Plantas com características de ciclo rápido e intenso florescimento anual, capacidade de propagação por sementes, resistência em geral a pragas e doenças, tolerância a sol pleno, e importância econômica das flores ou sementes são potencialmente indicadas para oferecer recursos naturais, atraindo para constituir um “banco” de inimigos naturais (AGUIAR-MENEZES; SILVA, 2011).

Algumas plantas que apresentam essas características atrativas para inimigos naturais, como a erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill. — Apiaceae), o coentro (*Coriandrum sativum* L. — Apiaceae), o trigo sarraceno (*Fagopyrum esculentum* M. — Polygonaceae), a calêndula (*Calendula officinalis* L. — Asteraceae), o cosmos amarelo (*Cosmos sulphureus* Cav. — Asteraceae), a zínia (*Zinnia hybrida* — Asteraceae), mostarda-castanha (*Brassica juncea* L. — Asteraceae) e o alisso (*Loburaria marítima* L. — Brassicaceae), além de outras espécies floríferas, são capazes de atrair e manter populações de inimigos naturais (AMBROSINO et al., 2006; KLOEN; ALTIERI, 1990; LIXA et al., 2010; SADEGHI, 2008; RESENDE et al., 2012).

O aumento de inimigos naturais pode ser alcançado com a manipulação do habitat por meio do fornecimento de recursos naturais a partir do aumento da biodiversidade nos agroecossistemas. A inserção estratégica de plantas que ofereçam ambientes de refúgio, fontes de alimentos como pólen e néctar, além de abrigarem eventuais presas fitófagas, é bem-vinda, desde que essas plantas não sejam hospedeiras indesejáveis de patógenos ou fitófagos que possam prejudicar a cultura principal (LANDIS; WRATTEN; GURR, 2000; WINKLER et al., 2010; WCISLO; CANE, 1996).

As unidades de produção agrícola precisam dispor de áreas para a conservação dos inimigos naturais, ou seja, de refúgios, ou áreas de compensação ecológica (HAALAND; NAISBIT; BERSIER, 2011). A flora que faz parte desses refúgios pode ser composta por plantas anuais ou perenes, que aumentam o controle biológico natural de pragas pelo fato de fornecer de forma complementar os recursos indispensáveis para a sobrevivência e reprodução desses agentes de controle.

Esses recursos são alimentos complementares além disso deve-se considerar a oferta de microclima e áreas para acasalamento e oviposição de predadores. As áreas de refúgio podem ser em ilhas, faixas, e até linhas espalhadas em meio a lavoura de modo que estas sejam o mais próximo possível da lavoura (VENZON et al., 2005).

Considera-se, então, como crucial a correta seleção das plantas que apresentem características como qualidade nutricional, disponibilidade, acessibilidade e atratividade do recurso alimentar oferecido por estas como fundamentais para a expressão de todo o potencial reprodutivo de inimigos naturais adultos, considerando que esses recursos oferecidos são capazes de promover aumento da fertilidade e longevidade de parasitoides e predadores (TYLIANAKIS; DIDHAM; WRATTEN, 2004; JOHANOWICZ; MITCHELL, 2000; RESENDE et al., 2015).

Um exemplo do benefício que as plantas floríferas podem proporcionar para os parasitoides está no artigo de Araj e Wratten (2015), que obtiveram longevidade cinco vezes maior, produção de ovos mais elevada e maior fecundidade de um parasitoide cosmopolita de pulgões de brássicas *Diaeretiella rapae* (Hymenoptera: Braconidae) com

a oferta de pólen de trigo mourisco *Fagopyrum esculentum* (Polygonaceae) como alimento complementar da dieta dessas vespas.

O manejo do hábitat com o cultivo de espécies floríferas é uma tática para a associação de medidas de controle biológico em programas de manejo integrado de pragas, especialmente nos cultivos de manejo orgânico (PFIFFNER MERKELBACH; LUKA, 2003).

A maior disponibilidade de recursos alimentares pela oferta de plantas floríferas também pode beneficiar parasitoides e predadores, com a oferta de insetos fitófagos que apresentam afinidade com a planta atrativa, de modo que estes herbívoros são presas que também contribuem para o incremento populacional dos inimigos naturais por servir de alimento para estes na ausência de insetos praga na cultura principal (GURR; WRATTEN; LUNA, 2003; PFIFFNER; WYSS, 2004).

### 2.3 O Uso de Plantas Atrativas no Controle Biológico Conservativo de Pragas

Exemplos de sucesso em países da América do Norte e na América do Sul (COLLEY; LUNA, 2000; GOODELL, 2009; RESENDE et al., 2012) demonstram que os sistemas de consórcios são eficazes para aumento da biodiversidade de inimigos naturais e que contribuem para o controle natural de fitófagos sem que haja perdas para a cultura agrícola principal.

Algumas espécies são usadas há décadas no vale do algodão em San Joaquin, como a alfafa *Medicago sativa* (Fabaceae) em sistema de faixas (GOODELL, 2009). Esses sistemas são usados no manejo do percevejo *Lygus* sp. (Hemiptera: Miridae) que comprometiam a produtividade do algodoeiro, onde as plantas de alfafa funcionaram como armadilhas para *Lygus* sp. que, quando adentram na lavoura atraídos pelas faixas com alfafa em meio às faixas de algodão, estes se deparam com um habitat repleto de inimigos naturais que são mantidos neste local pela oferta de recursos naturais benéficos, além de presas alternativas como pulgões e a própria população infestante de *Lygus* sp. No algodão com faixas de alfafa, a população de *Lygus* sp. é reduzida e a demanda de pulverizações é menor quando comparado ao algodão em cultivo solteiro.

Outro estudo conduzido em Corvallis (EUA) por Colley e Luna (2000) avaliaram, na produção orgânica de milho, algumas espécies de plantas anuais e perenes potencialmente atrativas para a mosca-das-flores (Diptera: Syrphidae). Os autores concluíram que durante a floração, no início da estação, as plantas que mais atraíram as espécies de moscas predadoras foi o coentro *Coriandrum sativum* L. (Apiaceae), e no fim da estação, as plantas da Mil folhas *Achillea millefolium* L. (Asteraceae), do funcho ou erva-doce *Foeniculum vulgare* Mill. (Apiaceae), e da menta-coreana *Agastache rugosa* Ficher e Meyer (Lamiaceae).

No Brasil, algumas plantas são apontadas por pesquisadores como atrativas para inimigos naturais, sendo estas espécies cultivadas em solteiro ou em consórcio com a cultura agrícola principal. Por exemplo, Silveira et al. (2003) apontam que em algumas plantas de vegetação espontânea de ocorrência nas lavouras de milho, girassol, crisântemo, alface, feijão, alfafa e sorgo nos municípios de Pindorama-SP, Campinas-SP, Holambra-SP, e em Lavras-MG são atrativas para algumas espécies de inimigos naturais. Nos seus escritos são destacados que o picão-preto *Bidens pilosa* L. (Asteraceae), caruru *Amaranthus* sp. (Amaranthaceae) e apaga-fogo *Alternanthera ficoidea* L. (Amaranthaceae) são capazes de atrair *Orius thyeses* Herring (Hemiptera: Anthocoridae) e *Orius per punctatus* Reuter (Hemiptera: Anthocoridae), dois importantes percevejos predadores de fitófagos. O consorcio do coentro com a couve aumentou tanto a

abundância quanto a riqueza de espécies de coccinelídeos nas condições edafoclimáticas da Baixada Fluminense em Seropédica-RJ (RESENDE et al., 2010).

Togni et al. (2010) estudaram nas condições edafoclimáticas do município de Gama-DF, a influência do consórcio entre o tomateiro e o coentro *Coriandrum sativum* L. (Apiaceae) na abundância, riqueza e diversidade de inimigos naturais. Nas parcelas onde houve consórcio entre tomateiros e o coentro foram encontradas mais espécies de inimigos naturais. Outros estudos encontraram uma estreita relação de inimigos naturais com recursos vegetais, podendo ser de caráter alimentício ou habitacional em plantas de cravo-de-defunto *Tagetes erecta* L. (Asteraceae) em consórcio com plantas de cebola, e também cravo-de-defunto consorciado com alface (SILVEIRA et al., 2009, ZACHÉ, 2009).

## **2.4 Caracterização de Plantas com Potencial para o Controle Biológico Conservativo**

A composição da entomofauna de inimigos naturais, bem como a eficiência de um programa de controle biológico conservativo, em sua maioria, dependente dos recursos que a flora atrativa oferece como recompensa aos inimigos naturais e como estes recursos são alocados na paisagem. O ataque de insetos fitófagos a essas plantas, e as condições edafoclimáticas de cada ambiente, merecem considerada atenção em estudos locais considerando-se as condições edafoclimáticas, etnobotânica e o potencial atrativo das plantas para a entomofauna no que diz respeito a compreensão do comportamento ecológico entre as espécies estudadas e o habitat em análise.

### **2.4.1 Cosmos**

O cosmos, *Cosmos sulphureus* (Asteraceae), também conhecido como flor-do-cosmos ou cosmos amarelo é uma planta herbácea, anual, é cultivada a sol pleno, e possui como habitat áreas abertas. Bastante rústica, esta espécie é semeada diretamente no campo onde germina dentro de 5 a 10 dias, a recomendação para plantio é de 30 cm entre plantas (MYERS, 2013). O centro de origem do gênero cosmos é o México, além de ocorrer no sul dos Estados Unidos, toda a América Central e na América do Sul até o Paraguai incluindo-se o Brasil, onde ocorrem a maioria das espécies do gênero. Um levantamento feito pelo *National Plant Germoplasm System* indica que a espécie *Cosmos sulphureus* além dos países dos continentes acima mencionados ocorre e encontra-se naturalizada no Kenya, Malawi e África do Sul, Índia, Filipinas e Polônia (NPGS, 2012).

A unidade de atração da planta são as inflorescências, com flores tubulares e simetria zigomorfa, a coloração é amarelo ou alaranjada onde o recurso floral é o néctar e o pólen, e é uma planta polinizada por abelhas (DUTRA et al., 2014). Observações *in loco* no município de Seropédica-RJ, revelam que essa espécie é capaz de florescer o ano inteiro, inclusive em condições adversas com solos compactados, limitação hídrica e elevadas temperaturas locais.

As funcionalidades do cosmos estão no potencial para floricultura de corte, na indústria química pela elevada concentração de ácidos fenólicos com atividade herbicida além da atração de predadores como os insetos Coccinellidae, Syrphidae e as aranhas Lycosidae e Linyphiidae (ALDINI; MARTONO; TRISYONO, 2019; RESPATIE et al., 2019). Segundo Myers (2013), o *C. sulphureus* não apresenta associação com doenças, em ensaios de campo realizado no Condado de Soloma, Califórnia-EUA Hogg, Bugg e Daane (2011) indicam que no cosmos são encontrados os inimigos naturais das famílias Carabidae, Coccinellidae, Staphylinidae, Anthocoridae, Nabidae, Pentatomidae,

Neuroptera e parasitoides (Hymenoptera), no entanto, pode hospedar fitófagos das famílias Chrysomelidae, Cicadellidae e Delphacidae como ocorreu no estudo da Califórnia. Esses herbívoros que são atraídos servem de alimento para os predadores e de hospedeiros para os parasitoides que ali habitam em função de recursos fornecidos pela planta.

#### 2.4.2 Feijão-de-porco

O feijão-de-porco *Canavalia ensiformis*, é uma planta da família Fabaceae usada como adubo verde e tida por muitos agricultores como controladora de tiririca (*Cyperus rotundus*). Apresenta efeito supressor liberando substâncias tóxicas a diversas espécies invasoras. O Feijão-de-porco é uma planta resistente a seca e a elevadas temperaturas, desenvolve-se bem em clima tropical e subtropical, no entanto esta não é resistente a geadas e adapta-se a qualquer tipo de solo. Geralmente é consorciada com milho, mandioca, e plantas frutíferas. Devido ao hábito de crescimento ereto, o feijão-de-porco é semeado nas entrelinhas dos pomares. Essa planta apresenta um ciclo para floração de 90 a 100 dias, o hábito de crescimento é herbáceo, ereto e bem determinado, atinge de 0,8 a 1,0 m, pode produzir de 20 a 40 t ha<sup>-1</sup> de massa verde, fato esse que elenca o feijão-de-porco como um excelente adubo verde (ALVARENGA et al., 1995; DONIZETI CARLOS; COSTA; COSTA, 2006; FRONCHETI; ZAMBERLAM, 2001).

Essa planta é muito útil para uso diversificar sistemas pois apresenta eficiência comprovada na fixação biológica de nitrogênio, fitorremediação de metais pesados no solo, controle de nematoides e na supressão de plantas espontâneas (MORAES et al., 2006; PEREIRA, 2005; SILVA et al. 2015; CORREA et al., 2014). Quando usado como cobertura morta representou menor incidência de patógenos causadores das podridões de raízes e colos, como os fungos *Fusarium solani*, *Macrophomina phaseolina* e *Rhizoctonia solani* (PORTO et al. 2016). Ainda, essa planta atrai agentes decompositores de matéria orgânica e predadores, além de aumentar a produtividade em cultivos consorciados (MELO; SOUZA; SANTOS, 2020).

#### 2.4.3 Crotalária spectabilis

A *Crotalaria spectabilis* pertence à família Fabaceae, é uma planta herbácea de dia curto, o ciclo de florescimento é de 90-100 dias se semeada no início do verão. Apresenta crescimento arbustivo ereto, com altura de 1,2 a 1,5 m, e produz de 20-30 t ha<sup>-1</sup> de matéria verde. De fácil manejo essa planta é tolerante ao sombreamento, déficit hídrico além de ser uma planta que proporciona excelentes incrementos de N por meio de fixação biológica (PATTERSON, 1982). Um dos principais usos da *C. spectabilis* é no manejo de nematoide das galhas *Meloidogyne* spp. o efeito letal sobre esses parasitos ocorre tanto com a planta em cultivo no solo quanto com a planta incorporada ao solo na forma de cobertura morta (SILVEIRA; RAVA, 2004).

Em um experimento com consórcio entre couve *Brassica oleraceae* var. *acephala* D.C. (Brassicaceae) e *C. spectabilis*, Resende et al. (2004) encontraram que os predadores da família Coccinellidae e Syrphidae, são abundantes durante todo o período de cultivo, além disso o número de pulgões foi baixo durante 90% do tempo em que a couve foi cultivada.

Essa planta possui como praga a lagarta das vagens *Utetheisa ornatrix* Linnaeus (Lepidoptera: Arctiidae) que se alimenta das vagens, flores e inflorescências da *C. spectabilis*, prejudicando a produção de grãos da planta. Além disso a lagarta das vagens também é praga do amendoim *Arachis hypogaeae* L. (Fabaceae) e do tremoço *Lupinus*

*bracteolaris* Desr. (Fabaceae) (TELLA, 1955; DIAS et al., 2009; OLIVEIRA; SANTANA; PADOVAN, 2012).

#### 2.4.4 Erva-doce

O funcho ou erva-doce, *Foeniculum vulgare* (Asteraceae), é uma planta medicinal mundialmente conhecida na medicina popular, ela é originária do Sul da Europa na região do Mediterrâneo. É uma planta perene com porte baixo de 40 a 90 cm de altura, apresenta ciclo perece e cerca de 90 dias para florescer (GAMA et al. 2013; LORENZI, MATOS, 2008).

Essa planta é rica em óleo essencial, ácidos graxos, e compostos fenólicos. O óleo da erva doce possui atividades biológicas como antibacteriana, inseticida e antifúngica, além de ser um poderoso antioxidante para os humanos. A erva-doce é usada na medicina popular chinesa para tratamento de reumatismo, e distúrbios estomacais (HE; HUANG, 2011; LUCCA et al., 2015; ZOUBIRI; BAALIOUAMER, 2011). Por essas características essa planta apresenta um alto valor agregado de comercialização das suas sementes, possibilitando o agricultor de diversificar a renda na mesma área cultivada com cultura hortícola principal.

Maingay et al. (1991) estudaram o potencial atrativo de erva-doce *F. vulgare* em Barnstable, Massachusetts (EUA) e encontraram grande quantidade de parasitoides da família Ichneumonidae, Eumenidae e predadores das famílias Sphecidae, Vespidae, Coccinellidae, Eumeninae e Sphecidae, esses inimigos naturais são capazes de manter a população dos fitófagos abaixo do nível de dano econômico.

No município de Lavras, MG e em Seropédica, RJ algumas apiáceas (Apiaceae) como o coentro *Coriandrum sativum* L. o endro *Anethum graveolens* L. e a erva-doce *Foeniculum vulgare* Mill. durante a floração, apresentam associação com alguns espécimes de fitófagos como os pulgões *Aulacorthum solani* Kaltenbac e *Macrosiphum euphorbiae* Thomas (Hemiptera: Aphididae), e os tripses (Thysanoptera) *Thrips tabaci* Lindeman (Thysanoptera: Thripidae), *Frankliniella* sp. (Thysanoptera: Thripidae), *Haplothrips gowdeyi* Franklin (Phlaeothripidae) e *Neohydatothrips* sp. (Thysanoptera: Thripidae) (RESENDE et al., 2012; LIXA et al., 2010).

Além disso, essas apiáceas atraem importantes grupos de inimigos naturais que são predadores generalistas como o *Orius insidiosus* Say (Hemiptera: Anthocoridae), larvas e adultos de coccinélídeos (Coleoptera: Coccinellidae), *Geocoris punctipes* Say (Hemiptera: Lygaeidae) e *Franklinothrips vespiformis* Crawford (Thysanoptera: Aeolothripidae), e importantes artrópodes como aranhas do gênero *Misumenops* (Araneae: Thomisidae) que são agentes que se destacam no controle de pragas nos agroecossistemas (PATT; HAMILTON; LASHOMB, 1997; RESENDE et al., 2012; LIXA et al., 2010).

No Nordeste do Brasil a erva-doce apresentou excelente desempenho no consórcio com algodão, onde ambas as culturas se beneficiam nesse sistema de cultivo pela redução dos danos na cultura do algodão colorido *Gossypium hirsutum* L. (Malvaceae) em função do menor número de pulgões encontrados nas culturas, estes por sua vez são predados por joaninhas *Cycloneda sanguinea* L. (Coleoptera: Coccinellidae) (FERNANDES et al., 2013; FERNANDES et al., 2015; RAMALHO et al., 2012a).

Um dos principais problemas no cultivo da erva-doce é a podridão das raízes que causa o tombamento e morte das plântulas nas primeiras semanas de desenvolvimento, o qual é provocado pelo desenvolvimento do fungo *Pythium aphanidermatum* (Pythiales: Pythiaceae), essa doença é muito comum em viveiros onde são produzidas as mudas que vão para o campo. Além da podridão provocada por *P. aphanidermatum* a erva doce,

também é suscetível ao fungos fitopatogênicos, *Ramularia foeniculi*, *Cercospora foeniculi*, *Alternaria alternata*, *Ascochyta foeniculum*, *Pasalora kirchneri*, *Phytophthora syringae*, *Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia solani*, *sclerotinia sclerotioru*, *Plasmophara nivea*, *Protomyces macrosporus*, *Aecidium foeniculi* e também ao nematoide *Meloidogyne javanica*, às bactérias *Erwinia caratovora*, e *Psuedomonas syringae* (KHARE; TIWARI; SHARMA, 2014).

De acordo com Abramson et al. (2007) e Celini e Vaillant (2004) os insetos que proporcionam mais danos na cultura da erva-doce são os pulgões *Hyadaphis foeniculi* Passerini (Hemiptera: Aphididae) e *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae), no entanto, a presença destes afídeos na planta servem de alimentos para os principais predadores que são associados à erva-doce como a tesourinha *Marava arachidis* Yersin (Dermaptera: Forficulidae), a joaninha *Scymnus sp.* (Coleoptera: Coccinellidae), *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) e *Cycloneda sanguinea* L. (Coleoptera: Coccinellidae) (FERNANDES et al., 2015; RAMALHO et al., 2012b).

### 3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAMSON, C. I.; WANDERLEY, P. A.; MINÁ, A. J. S.; WANDERLEY, M. J. A. Capacity of earwig *Marava arachidis* (Yersin) to access fennel plants *Foeniculum vulgare* Mill in laboratory and field. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 6, p. 1524-1528, 2007. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-84782007000600003](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782007000600003). Acesso em: 18 jan. 2018.
- AGUIAR-MENEZES, E. L.; SILVA, A. C. Plantas atrativas para inimigos naturais e sua contribuição no controle biológico de pragas agrícolas. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2011. 60 p. **Embrapa Agrobiologia: Documentos, 283**. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/108806/1/DOC283-11.pdf>. Acesso em: 18 jan. 2018.
- ALDINI, G. M.; MARTONO, E.; TRISYONO, Y. A.. Diversity of natural enemies associated with refuge flowering plants of *Zinnia elegans*, *Cosmos sulphureus*, and *Tagetes erecta* in rice ecosystem. **Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia**, Yogyakarta, v. 23, n. 2, 2019. DOI 10.22146/jpti.33947. Disponível em: <https://jurnal.ugm.ac.id/jpti/article/view/33947>. Acesso em: 18 jan. 2020.
- ALVARENGA, R. C.; DA COSTA, L. M.; MOURA FILHO, W.; REGAZZI, A. J. Características de alguns adubos verdes de interesse para a conservação e recuperação de solos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 2, 1995. Disponível em: <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/4290>. Acesso em: 19 jan. 2018.
- AMARAL, D. S.S.L; VENZON, M.; DUARTE, M. V.; SOUSA, F. F.; PALLINI, A.; HARWOOD, J. D. Non-crop vegetation associated with chili pepper agroecosystems promote the abundance and survival of aphid predators. **Biological Control**, Atlanta, v. 64, n. 3, p. 338-346, 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1049964412002794>. Acesso em 18 jan. 2018.
- AMBROSINO, M. D.; LUNA, J. M.; JEPSON, P. C.; WRATTEN, S. D. Relative frequencies of visits to selected insectary plants by predatory hoverflies (Diptera: Syrphidae), other beneficial insects, and herbivores. **Environmental Entomology**, Oxford, v. 35, n. 2, p. 394-400, 2006. Disponível em: <https://academic.oup.com/ee/article/35/2/394/377280> Acesso em: 18 jan. 2018.
- ARAJ, S. E; WRATTEN, S. D. Comparing existing weeds and commonly used insectary plants as floral resources for a parasitoid. **Biological Control**, Atlanta, v. 81, n. 2, p. 15-20, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1049964414002205>. Acesso em: 18 jan. 2018.
- CELINI, L.; VAILLANT, J. A model of temporal distribution of *Aphis gossypii* (Glover)(Hem., Aphididae) on cotton. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 128, n. 2, p. 133-139, 2004. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1439-0418.2004.00823.x>. Acesso em: 15 jan. 2018.

COLLEY, M. R.; LUNA, J. M. Relative attractiveness of potencial insectary plants to aphidophagous hoverflies (Diptera: Syrphidae). **Environmental Entomology**, Oxford, v. 29, n. 5, p. 1054-1059, 2000. Disponível em: <https://academic.oup.com/ee/article-abstract/29/5/1054/345876?redirectedFrom=fulltext>. Acesso em: 16 Mai. 2019.

CORREA, M. L. P.; GALVÃO, J. C. C.; FONTANETTI, A.; LEMOS, J. P.; CONCEIÇÃO, P. M. D. Interferência do feijão-de-porco na dinâmica de plantas espontâneas no cultivo do milho orgânico em sistemas de plantio direto e convencional. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Dois Vizinhos, v. 9, n. 2, 2014. Disponível em: <http://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/rbagroecologia/article/view/13337>. Acesso em: 19 mai. 2018.

DIAS, N. S.; MICHELETTI, S. M. F. B.; TOURINHO, L. L. REZENDE, L. P.; ARAÚJO, E. Ocorrência de *Utetheisa ornatrix* (L., 1758) (Lepidoptera: Arctiidae) atacando *Crotalaria spp.* (Fabaceae) no Estado de Alagoas, Brasil. **Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 3, p. 01-02, 2009. Disponível em: <https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/view/1224>. Acesso em: 19 mai. 2017.

DONIZETI CARLOS, J. A.; COSTA, J.A.; COSTA, M.B. **Adubação verde: do conceito à prática**. Piracicaba: Esalq, ISBN: 9771414453003, 2006.

DUTRA, F. V.; SANTOS, H. D.; RIBEIRO, P. C.; GASPARINO, E. C. Morfologia polínica em espécies ornamentais de Asteraceae, Ericaceae, Fabaceae, Malpighiaceae, Malvaceae e Rubiaceae. **Nucleus**, Ituverava, v. 11, n. 1, 2014. Disponível em: <http://www.nucleus.feituverava.com.br/index.php/nucleus/article/view/969>. Acesso em: 10 mar. 2017.

FERNANDES, F. S.; RAMALHO, F. D. S.; GODOY, W. A. C.; PACHU, J. K. S.; NASCIMENTO, R. B.; MALAQUIAS, J. B.; ZANUNCIO, J. C. Within plant distribution and dynamics of *Hyadaphis foeniculi* (Hemiptera: Aphididae) in field fennel intercropped with naturally colored cotton. **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 96, n. 1, p. 92-103, 2013. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/23608877?seq=1>. Acesso em: Acesso em 19 mai. 2017.

FERNANDES, F. S.; RAMALHO, F. S.; MALAQUIAS, J. B.; GODOY, W. A.; SANTOS, B. D. B. Interspecific Associations between *Cycloneda sanguinea* and Two Aphid Species (*Aphis gossypii* and *Hyadaphis foeniculi*) in Sole-Crop and Fennel-Cotton Intercropping Systems. **PloS One**, San Francisco, v. 10, n. 8, p. e0131449, 2015. DOI 10.1371/journal.pone.0131449 Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0131449>. Acesso em: 22 fev. 2020.

FERNANDES, F. L.; PICANÇO, M. C.; FERNANDES, M. D. S.; XAVIER, V. M.; MARTINS, J. C.; SILVA, V. F. Natural biological control of pests and ecological interactions with predators and parasitoids in bean crop. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 1, p. 6-14, 2010. Disponível em: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20103069174>. Acesso em: 22 fev. 2020.

FINCH, S.; BILLIARD, H.; COLLIER, R. H. Companion planting—do aromatic plants disrupt host-plant finding by the cabbage root fly and the onion fly more effectively than non-aromatic plants? **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Amsterdam, v. 109, n. 3, p. 183-195, 2003. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1046/j.0013-8703.2003.00102.x>. Acesso em: 22 fev. 2018.

FONTES, E. M. G.; VALADARES-INGLIS, M.C. (Editores), **Controle biológico de pragas da agricultura**, 1ª ed. Embrapa: Brasília, DF, 2020. 510 p. ISBN 978-65-86056-01-3. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/212490/1/CBdocument.pdf>. Acesso em 10 jul. 2020.

FRONCHETI, A.; ZAMBERLAM, J. Agricultura Ecológica: Preservação do pequeno agricultor e do meio ambiente. Petrópolis, RJ: **Vozes**, 2001.

GAMA, J. S. N.; BRUNO, R. D. L. A.; QUIRINO, Z. G. M.; RAMALHO, F. D. S.; JÚNIOR, L. R. P. Comportamento de polinizadores e sistema reprodutivo de erva-doce cultivada em campo consorciado com algodão. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 26, n. 4, p. 39-47, 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/view/2679>. Acesso em: 11 mai. 2020.

GOODELL, P. B. Fifty years of the integrated control concept: the role of landscape ecology in IPM in San Joaquin valley cotton. **Pest Management Science**, West Sussex, v. 65, n. 12, p. 1293-1297, 2009. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ps.1859>. Acesso em: 15 mai. 2019.

GRAVENA, S. Controle biológico no manejo integrado de pragas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 13, p. 281-299, 1992. Disponível em: <http://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=pc&id=105594&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22GRAVENA,%20S.%22&qFacets=autoria:%22GRAVENA,%20S.%22&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1>. Acesso em: 05 fev. 2018.

GREATHEAD, D. J.; GREATHEAD, A. H. Biological control of insect pests by insect parasitoids and predators: the BIOCAT. **Biocontrol**, Dordrech, v. 13, n. 4, p. 61N-68N, 1992. Disponível em: <https://www.cabi.org/uploads/projectsdb/documents/5273/Greathead%20and%20Greath ead%20BIOCAT.pdf>. Acesso em: 05 fev. 2018.

GURR, G. M.; WRATTEN, S. D.; LUNA, J. M. Multi-function agricultural biodiversity: pest management and other benefits. **Basic and Applied Ecology**, Jena, v. 4, n. 2, p. 107-116, 2003. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1439179104701061>. Acesso em: 05 fev. 2018.

HAALAND, C.; NAISBIT, R. E.; BERSIER, L. F. Sown wildflower strips for insect conservation: a review. **Insect Conservation and Diversity**, v. 4, n. 1, p. 60-80, 2011. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1752-4598.2010.00098.x>. Acesso em: 12.mar. 2018.

HE, W.; HUANG, B. A review of chemistry and bioactivities of a medicinal spice: *Foeniculum vulgare*. **Journal of Medicinal Plants Research**, Lagos, v. 5, n. 16, p. 3595-3600, 2011. Disponível em: <https://academicjournals.org/journal/JMPR/article-full-text-pdf/CC54AE220695>. Acesso em: 12 mai. 2017.

HOGG, B. N.; BUGG, R. L.; DAANE, K. M. Attractiveness of common insectary and harvestable floral resources to beneficial insects. **Biological Control**, Atlanta, v. 56, n. 1, p. 76-84, 2011. DOI 10.1016/j.biocontrol.2010.09.007. Disponível em: [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1049964410001994?casa\\_token=ifd1ih95NwEAAAAA:x8Tjsi91y2xQyfs2p\\_JBUfqyY1b8a3zEEfxslv4q90Q3YiYQsX92FAdi-ipB8NI8fDXiCNZ6AcET](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1049964410001994?casa_token=ifd1ih95NwEAAAAA:x8Tjsi91y2xQyfs2p_JBUfqyY1b8a3zEEfxslv4q90Q3YiYQsX92FAdi-ipB8NI8fDXiCNZ6AcET). Acesso em: 26 jan. 2020.

JOHANOWICZ, D. L.; MITCHELL, E. R. Effects of sweet alyssum flowers on the longevity of the parasitoid wasps *Cotesia marginiventris* (Hymenoptera: Braconidae) and *Diadegma insulare* (Hymenoptera: Ichneumonidae). **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 83, n. 1, p. 41-47, 2000. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/3496226?seq=1>. Acesso em: 19 mar. 2018.

KHARE, M. N.; TIWARI, S. P.; SHARMA, Y. K. Disease problems in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill) and fenugreek (*Trigonella foenum graceum* L.) cultivation and their management for production of quality pathogen free seeds. **International Journal of Seed Spices**, v. 4, n. 2, p. 11-17, 2014. Disponível em: [https://www.semanticscholar.org/paper/Disease-problems-in-fennel-\(-Foeniculum-vulgare-\)-\(-Khare-Tiwari/dbd60f4bb51e150720de11c20039b79d44762468](https://www.semanticscholar.org/paper/Disease-problems-in-fennel-(-Foeniculum-vulgare-)-(-Khare-Tiwari/dbd60f4bb51e150720de11c20039b79d44762468). Acesso em: 18 jan. 2018.

KLOEN, H. A.; ALTIERI, M.A. Effect of mustard (*Brassica hirta*) as a non-crop plant on competition and insect pests in broccoli (*Brassica oleracea*). **Crop Protection**, Guildford, v. 9, n. 2, p. 90-96, 1990. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/026121949090084K> . Acesso em: 18 jan. 2018.

LANDIS, D. A.; WRATTEN, S. D.; GURR, G. M. Habitat Management to Conserve Natural Enemies of Arthropod Pests in Agriculture. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 45, p. 175–201, 2000. DOI: 10.1146/annurev.ento.45.1.175. Disponível em: <https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.ento.45.1.175>. Acesso em: 12 fev. 2020.

LIXA, A. T.; CAMPOS, J. M.; RESENDE, A. L.; SILVA, J. C.; ALMEIDA, M. M.; AGUIAR-MENEZES, E. L. Diversidade de Coccinellidae (Coleoptera) em plantas aromáticas (Apiaceae) como sítios de sobrevivência e reprodução em sistema agroecológico. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 39, n. 03, p. 354-359, 2010. DOI 10.1590/S1519-566X2010000300007. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1519-566X2010000300007&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-566X2010000300007&lng=en&nrm=iso). Acesso em: 20 jan. 2018.

LORENZI, H.; MATOS, F.J.A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. 2.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. 544p.

LUCCA, P. S. R.; NÓBREGA, L. H. P.; ALVES, L. F. A.; CRUZ-SILVA; C. T. A.; PACHECO, F. P. The insecticidal potential of *Foeniculum vulgare* Mill., *Pimpinella anisum* L. and *Caryophyllus aromaticus* L. to control aphid on kale plants. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 17, n. 4, p. 585-591, 2015. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-05722015000400585&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-05722015000400585&script=sci_arttext). Acesso em: 20 jan. 2018.

LUNDGREN, J. G. Nutritional aspects of non-prey foods in the life histories of predaceous Coccinellidae. **Biological Control**, Atlanta, v. 51, n. 2, p. 294–305, 2009. ISSN: 10499644, DOI: 10.1016/j.biocontrol.2009.05.016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S104996440900139X>. Acesso em: 20 jan. 2018.

LUNDGREN, J. G. The effects of diet on herbivory by a predaceous lady beetle. **Biocontrol Science and Technology**, London, v. 21, no 1, p. 71–74, 2011. ISSN: 0958-3157, DOI: 10.1080/09583157.2010.524917. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09583157.2010.524917>. Acesso em: 20 jan. 2018.

MAINGAY, H. M.; BUGG, R. L.; CARLSON, R. W.; DAVIDSON, N. A. Predatory and parasitic wasps (Hymenoptera) feeding at flowers of sweet fennel (*Foeniculum vulgare* Miller var. dulce Battandier & Trabut, Apiaceae) and spearmint (*Mentha spicata* L., Lamiaceae) in Massachusetts. **Biological Agriculture & Horticulture**, London, v. 7, n. 4, p. 363-383, 1991. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/action/showCitFormats?doi=10.1080%2F01448765.1991.9754566>. Acesso em: 20 jan. 2018.

MELO, L. N.; DE SOUZA, T. A. F.; SANTOS, D. Cover crop farming system affects macroarthropods community diversity in Regosol of Caatinga, Brazil. **Biologia**, Bratislava 74, 1653–1660, 2019. DOI 10.2478/s11756-019-00272-5. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.2478/s11756-019-00272-5#citeas>. Acesso em: 15 jun. 2020.

MORAES, S. R., CAMPOS, V. P., POZZA, E. A., FONTANETTI, A., CARVALHO, G. J., MAXIMINIANO, C. Influência de leguminosas no controle de fitonematóides no cultivo orgânico de alface americana e de repolho. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 2, p. 188-191, 2006. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-41582006000200011](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-41582006000200011). Acesso em: 2 abr. 2017.

MORANDI, M. A. B.; BETTIOL, W. Controle biológico de doenças de plantas no Brasil in: BETTIOL, W.; MORANDI, M.A.B. **Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, cap. 1, p. 7-14, 2009. ISBN: 978-85-85771-47-8 Disponível em: [http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/17182/1/livro\\_biocontrole.pdf](http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/17182/1/livro_biocontrole.pdf). Acesso em: 12 fev. 2018.

- MYERS, M. **Minnesota & Wisconsin Getting Started Garden Guide: Grow the Best Flowers, Shrubs, Trees, Vines & Groundcovers**. Cool Springs Press. Mineapolis, Minesota, 240p. 2013. Disponível em: [https://books.google.com.br/books?id=bFf0AwAAQBAJ&dq=cosmos+Minnesota+%26+Wisconsin+Getting+Started+Garden+Guide:+Grow+the+Best+Flowers,+Shrubs,+Trees,+Vines+%26+Groundcovers.&hl=pt-BR&source=gbs\\_navlinks\\_s](https://books.google.com.br/books?id=bFf0AwAAQBAJ&dq=cosmos+Minnesota+%26+Wisconsin+Getting+Started+Garden+Guide:+Grow+the+Best+Flowers,+Shrubs,+Trees,+Vines+%26+Groundcovers.&hl=pt-BR&source=gbs_navlinks_s). Acesso em: 05 mar. 2017.
- NATIONAL PLANTS GERMPLASM SYSTEM (NPGS). **Taxon: *Cosmos sulphureus*** **Cav.** United States Department of Agriculture, 2012. Disponível em: <https://npgsweb.ars-grin.gov/gringlobal/taxonomydetail.aspx?id=11684>. Acesso em: 12 fev. 2017.
- NOMIKOU, M.; JANSSEN, A.; SCHRAAG, R.; SABELIS, M. W. Phytoseiid predators suppress populations of Bemisia tabaci on cucumber plants with alternative food. **Experimental & Applied Acarology**, Amsterdam, v. 27, n. 1-2, p. 57, 2002. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1021559421344>. Acesso em: 05 mai. 2018.
- NOMIKOU, M.; SABELIS, M. W.; JANSSEN, A. Pollen subsidies promote whitefly control through the numerical response of predatory mites. **Biocontrol**, Dordrecht, v. 55, n. 2, p. 253-260, 2010. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10526-009-9233-x>. Acesso em: 05 mai. 2018.
- ODE, P. J. Plant chemistry and natural enemy fitness: effects on herbivore and natural enemy interactions. **Annual Review Entomology**, v. 51, p. 163-185, 2006. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16332208/>. Acesso em: 12 fev. 2017.
- OLIVEIRA, H. N.; SANTANA, G. S.; PADOVAN, M. P. Occurrence of *Utetheisa ornatrix* (Linnaeus) (Lepidoptera: Arctiidae) in *Crotalaria spectabilis* Roth (Fabaceae) in Mato Grosso do Sul State. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 24, n. 3, p. 247-249, 2012. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Harley\\_Oliveira2/publication/235652947\\_Ocorren%C3%A7a\\_de\\_Utetheisa\\_ornatrix\\_Linnaeus\\_Lepidoptera\\_Arctiidae\\_em\\_Crotalaria\\_spectabilis\\_Roth\\_Fabaceae\\_no\\_Estado\\_do\\_Mato\\_Grosso\\_do\\_Sul/links/5612c93b08aea34aa9299de1.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Harley_Oliveira2/publication/235652947_Ocorren%C3%A7a_de_Utetheisa_ornatrix_Linnaeus_Lepidoptera_Arctiidae_em_Crotalaria_spectabilis_Roth_Fabaceae_no_Estado_do_Mato_Grosso_do_Sul/links/5612c93b08aea34aa9299de1.pdf). Acesso em : 10 mai. 2017.
- PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; BENTO, J. M. S. (Ed.). **Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. São Paulo: Editora Manole Ltda, p. 609, 2002.
- PATT, J. M.; HAMILTON, G. C.; LASHOMB, J. H. Impact of strip-insectary intercropping with flowers on conservation biological control of the Colorado potato beetle. **Advances in Horticultural Science**, Firenze, v. 11, n. 4, p. 175-181, 1997. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/42883179?seq=1>. Acesso em: 18 mai. 2017.
- PATTERSON, D. T. Effects of shading and temperature on showy crotalaria (*Crotalaria spectabilis*). **Weed Science**, Champaing, p. 692-697, 1982. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/4043668>. Acesso em : 10 mai. 2017.

PEREIRA, B. F. F. Potencial fitorremediador das culturas de feijão-de-porco, girassol e milho cultivadas em latossolo vermelho contaminado com chumbo. 68f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical/Gestão de Recursos Agroambientais) – Campinas-SP: Instituto Agronômico, 2005. Disponível em: <http://livros01.livrosgratis.com.br/cp028099.pdf>. Acesso em: 5 abr. 2018.

PIFFNER, L.; MERKELBACH, L.; LUKA, H. Do sown wildflower strips enhance the parasitism of lepidopteran pests in cabbage crops? **IOBC/WPRS Bulletin [s.l.]**, v.26, n.4, p.111- 116, 2003. Disponível em: <https://orgprints.org/947/> Acesso em: em: 12.mar. 2018.

PIFFNER, L.; WYSS, E. Use of wildflower strips to enhance natural enemies of agricultural pests. In: GURR, G.M.; WRATTEN, S.D; ALTIERI, M. (eds.). **Ecological Engineering for Pest Management: Advances in Habitat Manipulation for Arthropods**. CSIRO Publishing: Oxford, 2004. Cap. 11, p. 165-186. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/262001897\\_Use\\_of\\_Sown\\_Wildflower\\_Strips\\_to\\_Enhance\\_Natural\\_Enemies\\_of\\_Agricultural\\_Pests](https://www.researchgate.net/publication/262001897_Use_of_Sown_Wildflower_Strips_to_Enhance_Natural_Enemies_of_Agricultural_Pests). Acesso em: 18.mar. 2018.

PORTO, M. A. F.; AMBRÓSIO, M. M. D. Q.; FREITAS, F. C. L. D.; NASCIMENTO, S. R. D. C.; CRUZ, B. L. S. D.; GUIMARÃES, L. M. S. Jack beans (*Canavalia ensiformis*) in the control of muskmelon root rot caused by pathogen association. **Summa Phytopathologica**, Juaguariúna, v. 42, n. 4, p. 327-332, 2016. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0100-54052016000400327&lng=en&nrm=iso&tlng=en](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0100-54052016000400327&lng=en&nrm=iso&tlng=en). Acesso em: 12.mar. 2018.

RAMALHO, F. S. et al. Feeding damage from cotton aphids, *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Heteroptera: Aphididae), in cotton with colored fiber intercropped with fennel. **Annals of the Entomological Society of America**, Oxford, v. 105, n. 1, p. 20-27, 2012b. Disponível em: <https://academic.oup.com/jee/article-abstract/105/1/113/845722>. Acesso em: 14 mar. 2017.

RAMALHO, F. S.; FERNANDES, F. S.; NASCIMENTO, A. R. B.; NASCIMENTO, J. L.; MALAQUIAS, J. B.; SILVA, C. A. D. Assessment of fennel aphids (Hemiptera: Aphididae) and their predators in fennel intercropped with cotton with colored fibers. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 105, n. 1, p. 113-119, 2012. DOI 10.1603/EC11219 . Disponível em: <https://academic.oup.com/jee/article-abstract/105/1/113/845722?redirectedFrom=fulltext>. Acesso em: 18 abr. 2020.

RESENDE, A. L. S.; FERREIRA, R. B.; SILVEIRA, L. C. P.; PEREIRA, L. P. S.; LANDIM, D. V.; CARVALHO, C. F. Desenvolvimento e reprodução de *Eriopis connexa* (Germar, 1824)(Coleoptera: Coccinellidae) alimentada com recursos florais de coentro (*Coriandrum sativum* L.). **Entomotropica**, Maracay, v. 30, n. 1, p. 12-19, 2015. Disponível em: [http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev\\_ento/article/view/9482](http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_ento/article/view/9482). Acesso em: 14 mar. 2018.

RESENDE, A. L. S.; PAIXÃO, F. H. M.; MENEZES, E. B.; GUERRA, J. G. M.; AGUIAR-MENEZES, E. D. L. Flutuação populacional de pulgões alados (Hemiptera: Aphididae) em cultivo de couve e sua relação com fatores climáticos e densidade de insetos predadores. **Agronomia**, Seropédica, v. 38,n. 2, p. 6-10, 2004. Disponível em: <http://www.ia.ufrj.br/revista/volume382.htm>. Acesso em: 16 mai. 2020.

RESENDE, A. L. S.; VIANA, A. J. D. S.; OLIVEIRA, R. J.; MENEZES, E. D. L. A.; RIBEIRO, R. D. L.; RICCI, M. D. S.; GUERRA, J. G. M. Consórcio couve-coentro em cultivo orgânico e sua influência nas populações de joaninhas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 1, p. 41-46, 2010. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-05362010000100008&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-05362010000100008&lng=en&nrm=iso). Acesso em 12 mai 2019.

RESENDE, A. L. S.; HARO, M.M.; SILVA, V.F.; SOUZA, B.; SILVEIRA, L.C.P. Diversidade de predadores em coentro, endro e funcho sob manejo orgânico. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 79, n. 2, p. 193-199, 2012. DOI 10.1590/S1808-16572012000200007. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1808-16572012000200007&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1808-16572012000200007&lng=en&nrm=iso). Acesso em: 13 jan. 2018.

RESPATIE, D. W.; YUDONO, P.; PURWANTORO, A.; TRISYONO, Y. A. The potential of *Cosmos sulphureus* Cav. extracts as a natural herbicides. In: **AIP Conference Proceedings**, New York, AIP Publishing LLC, 2019. p. 020077. DOI 10.1063/1.5141690. Disponível em: <https://aip.scitation.org/doi/abs/10.1063/1.5141690>. Acesso em: 18 abr. 2020.

SADEGHI, H. Abundance of adult hoverflies (Diptera: Syrphidae) on different flowering plants. **Caspian Journal of Environmental Sciences**, Teerã, v. 6, n. 1, p. 47-51, 2008. Disponível em: <https://www.sid.ir/en/Journal/ViewPaper.aspx?ID=140778>. Acesso em: 18 jan. 2018.

SILVA, T. S. P.; COELHO, R. B.; CHRISTO, B. F.; SILVA, D. M. N.; QUARESMA, M. A. L.; OLIVEIRA, F. L. Eficiência agronômica dos rizóbios semia 6156, F 3 (4), F 2 (1), F2-2B, CPAC-B10 em feijão-de-porco. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, Viçosa, v. 5, n. 1, 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/rbas/article/view/2837>. Acesso em: 6 abr. 2018.

SILVEIRA, L. C. P.; BERTI FILHO, E.; PIERRE, L. S. R.; PERES, F. S. C.; LOUZADA, J. N. C. Marigold (*Tagetes erecta* L.) as an attractive crop to natural enemies in onion fields. **Scientia agricola**, Piracicaba, v. 66, n. 6, p. 780-787, 2009. Disponível em [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-90162009000600009&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90162009000600009&lng=pt&nrm=iso). Acesso em: 12 jun. 2019.

SILVEIRA, L. C. P.; BUENO, V. H. P.; PIERRE, L. S. R.; MENDES, S. M. Plantas cultivadas e invasoras como habitat para predadores do gênero *Orius* (Wolff) (Heteroptera: Anthocoridae). **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 2, p. 261-265, 2003. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0006-87052003000200011](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87052003000200011). Acesso em: 20 mai. 2018.

SILVEIRA, L. C. P.; BUENO, V. H. P.; LOUZADA, J. N. C.; CARVALHO, L. M.. Percevejos predadores (*Orius* spp.)(Hemiptera: Anthocoridae) e tripes (Thysanoptera): interação no mesmo habitat. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 5, p. 767-773, 2005. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-67622005000500012](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622005000500012). Acesso em: 15 mai 2017.

SILVEIRA, P. M.; RAVA, C. A. **Utilização de crotalária no controle de nematóides da raiz do feijoeiro**. Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, Comunicado Técnico 74, 2004. Disponível em:

<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/212992>. Acesso em: 10 mai. 2017.

TELLA, R. Dados bionômicos de *Utetheisa ornatrix* (L., 1758) (Lepidoptera, Arctiidae). **Bragantia**, Campinas, v. 14, n. unico, p. 109-115, 1955. Disponível em:

[https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0006-87051955000100011&lng=pt&nrm=iso](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0006-87051955000100011&lng=pt&nrm=iso). Acesso em: 12 mai 2017.

TOGNI, P. H. B.; CAVALCANTE, K. R.; LANGER, L. F.; GRAVINA, C. S.; MEDEIROS, M. A.; PIRES, C. S. S.; FONTES, E. M. G.; SUJII, E. R. Conservação de inimigos naturais (Insecta) em tomateiro orgânico. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 77, n. 4, p. 669-676, 2010. Disponível em:

[http://www.biologico.agricultura.sp.gov.br/uploads/docs/arq/v77\\_4/togni.pdf](http://www.biologico.agricultura.sp.gov.br/uploads/docs/arq/v77_4/togni.pdf). Acesso em: 15 mai. 2019.

TYLIANAKIS, J. M.; DIDHAM, R. K.; WRATTEN, S. D. Improved fitness of aphid parasitoids receiving resource subsidies. **Ecology**, Brooklin, v. 85, n. 3, p. 658-666, 2004. Disponível em: <https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1890/03-0222>. Acesso em: 19 mar. 2018.

VAN RIJN, P. CJ; VAN HOUTEN, Y. M.; SABELIS, Maurice W. How plants benefit from providing food to predators even when it is also edible to herbivores. **Ecology**, Brooklin, v. 83, n. 10, p. 2664-2679, 2002. Disponível em:

<https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1890/0012-9658%282002%29083%5B2664%3AHPBFPF%5D2.0.CO%3B2>. Acesso em: 10 mar. 2018.

VENZON, M.; ROSADO, M. C.; EUZÉBIO, D. E.; PALLINI, A. Controle biológico conservativo. In: VENZON, M.; PAULA JÚNIOR, T. J.; PALLINI, A. (eds.). **Controle alternativo de doenças e pragas**. Viçosa: EPAMIG, 2005. p.1-22.

WCISLO, W. T.; CANE, J. H. Floral resource utilization by solitary bees (Hymenoptera: Apoidea) and exploitation of their stored foods by natural enemies.

**Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 41, p. 257-286, 1996. Disponível em: <https://www.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev.en.41.010196.001353>. Acesso em: 18 fev. 2018.

WINKLER, K.; WÄCKERS, F. L.; TERMORSHUIZEN, A. J.; VAN LENTEREN, J. C. Assessing risks and benefits of floral supplements in conservation biological control. **BioControl**, Dordrecht, v. 55, n. 6, p. 719-727, 2010. Disponível em:

<https://link.springer.com/article/10.1007/s10526-010-9296-8>. Acesso em: 18 fev. 2018.

ZACHÉ, B. Manejo de biodiversidade em cultivo orgânico de alface (*Lactuca sativa*) através do uso de cravo-de-defunto (*Tagetes erecta*) como planta atrativa. 2009. 60 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/1938>. Acesso em: 25 mai. 2018.

ZOUBIRI, S.; BAALIOUAMER, A. Chemical composition and insecticidal properties of some aromatic herbs essential oils from Algeria. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 129, n. 1, p. 179-182, 2011. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814611005826>. Acesso em: 25 mai. 2018.

## **CAPÍTULO I**

### **DESEMPENHO VEGETATIVO E DO FLORESCIMENTO DE PLANTAS COM POTENCIAL PARA O CONTROLE BIOLÓGICO CONSERVATIVO, EM CULTIVO SOLTEIRO E CONSORCIADO**

## RESUMO

Plantas usadas como cobertura e que florescem em abundância fornecem serviços ecossistêmicos para o agricultor, como o fornecimento de alimento e abrigo para inimigos naturais de pragas e proteção contra adversidades de natureza biótica e abiótica. Quando se trata de controle biológico, é necessário conhecer não só o potencial individual de cada espécie, mas também em consórcios, na oferta de recursos aos inimigos naturais. Assim, objetivou-se avaliar o desenvolvimento vegetativo e acompanhar o florescimento de quatro espécies vegetais com potencial atrativo a inimigos naturais de pragas: cosmos (*Cosmos sulphureus* – Asteraceae), crotalária (*Crotalaria spectabilis* – Fabaceae), erva-doce (*Foeniculum vulgare* – Apiaceae) e feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* – Fabaceae) em cultivo solteiro (8, 25, 4 e 6 plantas.m<sup>2</sup>, respectivamente) e consorciado sob três densidades (10,8; 14,3 e 21,5 plantas.m<sup>2</sup>) chamadas mix 1, mix 2 e mix 3. A vegetação espontânea foi usada como referência (controle). O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com quatro repetições. Avaliou-se a densidade dos indivíduos e a riqueza de espécies ao final do cultivo, número de botões florais e sobrevivência de plantas.m<sup>2</sup>, aos 76, 81, 88, 95, 109, 123, 151 e 158 dias após a semeadura. A vegetação espontânea foi avaliada por meio de descritores fitossociológicos. O adensamento nos consórcios (*mixes*) não alterou o número total de botões florais.m<sup>2</sup> e a mortalidade das plantas quando comparados aos cultivos solteiros. Na vegetação espontânea a densidade média foi 87,6 plantas.m<sup>2</sup>, em torno de quatro vezes maior do que a do mix 3, o mais denso; a riqueza média foi de 12 espécies.m<sup>2</sup> distribuídas em 11 famílias. O cultivo consorciado dessas espécies se mostrou viável, uma vez não ter sido observado nos mixes mortalidade significativa de plantas, redução na densidade de indivíduos ou na riqueza. O período de florescimento foi mais duradouro nos cultivos consorciados. Nas condições edafoclimáticas de Seropédica-RJ, esses consórcios são potencialmente promissores para o controle biológico conservativo, devendo a entomofauna associada a essas composições vegetais serem foco de estudos mais aprofundados.

**Palavras-chave:** refúgios, fitossociologia, recursos florais.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

## ABSTRACT

Plants used as cover crops and that bloom in abundance provide ecosystem services for the farmer, such as providing food and shelter for natural enemies of pests and protection against adversities of abiotic and abiotic nature. When it comes to biological control, it is necessary to know the individual potential of each species and consortia in offering resources to natural enemies. Thus, the objective was to evaluate the vegetative development and monitor the flowering of four plant species with the attractive potential to natural enemies of pests: cosmos (*Cosmos sulphureus* - Asteraceae), crotalaria (*Crotalaria spectabilis* - Fabaceae), fennel (*Foeniculum vulgare* - Apiaceae ) and jack beans (*Canavalia ensiformis* - Fabaceae) in single cropping (8, 25, 4 and 6 plants.m<sup>-2</sup>, respectively) and intercropped under three densities (10.8; 14.3 and 21.5 plants .m<sup>-2</sup>) called mix1, mix2 and mix 3. Spontaneous vegetation was used as a reference (control). The experimental design was a randomized block with four replications. Individual density and species richness at the end of cultivation, number of flower buds, and plant survival were evaluated.m<sup>-2</sup> at 76, 81, 88, 95, 109, 123, 151, and 158 days after sowing. Spontaneous vegetation was considered using phytosociological descriptors. The density in mixes did not change the total number of flower buds.m<sup>-2</sup> and plants' mortality compared to single crops. In spontaneous vegetation, the average density was 87.6 plants.m<sup>-2</sup>, around four times higher than mix3, the densest; the average richness was 12 species.m<sup>-2</sup> distributed in 11 families. Intercropping proved viable since significant mortality of plants, reduction in individuals' density, or wealth was not observed in the mixes. The flowering period was more lasting in intercropped crops. In the edaphoclimatic conditions of Seropédica-RJ, these consortia are potentially promising for conservative biological control, and the entomofauna associated with these plant compositions should be the focus of further studies

**Keywords:** refuge, cover crop, floral resources.

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001.

# 1 INTRODUÇÃO

A diversidade é um princípio-chave na organização e estabilidade dos ecossistemas naturais (TILMAN; REICH; KNOPS, 2007). Assim, a promoção da diversificação dos agroecossistemas, obtida pelos consórcios vegetais, pode aumentar a estabilidade na produção (WENDLING et al., 2019), o que representa um avanço em direção a um sistema alimentar menos carente de insumos externos e sintéticos. Dentre os inúmeros serviços ecossistêmicos que o consórcio pode oferecer aos sistemas agrícolas, destaca-se a atração de inimigos naturais para a regulação dos níveis populacionais de pragas de importância econômica (QURESHI et al., 2010).

Há diversas técnicas de manejo integrado de pragas onde a manipulação da paisagem agrícola pode ser feita de forma planejada, inserindo-se, espécies vegetais que funcionam como refúgios, mantendo ou potencializando a diversidade dos inimigos naturais de pragas agrícolas. Através dos refúgios consegue-se também disponibilizar aos inimigos naturais fontes de alimentos alternativos, presas não-alvo, microclima adequado e proteção (GONTIJO, 2019). Por sua vez, o número e a diversidade de inimigos naturais aumentam nos refúgios e possibilitam a dispersão para os cultivos adjacentes. As faixas com flores em refúgios apresentam efeitos positivos para o manejo de pragas, por causa da oferta de pólen e néctar, e os inimigos naturais podem ser mais eficientes no manejo e supressão de pragas agrícolas (MCNEILL; LIBURD; CHASE, 2012; TSCHUMI et al., 2015). A ingestão de recursos como néctar e pólen permitem não apenas o aumento da abundância e diversidade de inimigos naturais como Coccinellidae, mas também melhoria nos aspectos biológicos como longevidade e fecundidade (LUNDGREN et al., 2011).

Por estabelecerem relações básicas na biologia dos inimigos naturais muitas plantas podem ser usadas na diversificação dos cultivos agrícolas isoladamente ou mesmo em cultivo consorciado para potencializar a oferta de recursos. Entretanto, é fundamental que a escolha das plantas para a composição dos consórcios possa conferir condições de permanência de inimigos naturais por maiores períodos. Além dos serviços ecossistêmicos já descritos, preferencialmente a diversificação funcional deve ser capaz de fornecer outros serviços ao agroecossistema, entre eles fixação biológica de nitrogênio, controle de nematoides e aumento da eficiência do uso do solo, além de produzir folhas, flores, frutos ou sementes para a comercialização. Essa multifuncionalidade pode agregar ainda mais valor à prática do controle biológico conservativo. As plantas usadas para atrair e conservar inimigos naturais também devem ser rústicas, tolerar estresse hídrico, nutricional e apresentar poucos problemas fitossanitários.

Nesse sentido, plantas leguminosas como o feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) e a crotalária (*Crotalaria spectabilis*) são adubos verdes controladoras de fitopatógenos, oferecem refúgio para macro artrópodes de importância agrônômica como decompositores e predadores, além de aumentar a produtividade de cultivos consorciados (HÖDTKE; ALMEIDA; KÖPKE, 2016; MELO; SOUZA; SANTOS, 2019). Asteraceae e Apiaceae são também reconhecidas como atrativas para polinizadores e inimigos naturais de pragas agrícolas e são comumente usadas na floricultura. O cosmos (*Cosmos sulphureus*), por exemplo, é uma flor comestível e usada em jardins; além disso, atrai diversos predadores como Carabidae, Coccinellidae, Staphylinidae, Anthoridae, Nabidae, Pentatomidae, Neuroptera e parasitoides (Hymenoptera) (HOGG; BUGG; DAANE; 2011). Já a apiácea erva-doce (*Foeniculum vulgare*) é capaz de atrair joaninhas predadoras, servindo como local de refúgio e sítios de acasalamento e reprodução (LIXA et al., 2010; RESENDE et al., 2010) e destaca-se, ainda, pela oferta de pólen e néctar para

predadores como as moscas *Eristalis* sp., *Ornidia obesa*, *Bithia* sp. e *Syrphus* sp. (Syrphidae) (GAMA et al., 2013), importantes controladores de pulgões.

Há na literatura vasta informação sobre atração individual de plantas a artrópodes, sobretudo inimigos naturais de pragas agrícolas. No entanto, estudos sobre a atratividade de misturas de plantas (denominados de consórcios ou *mix*), são menos prevalentes, muito embora já se encontre sistemas de produção orgânica utilizando faixas de plantas atrativas contendo várias espécies, em países como os Estados Unidos.

Consociar plantas não é tarefa simples, já que envolve interações fitossociológicas complexas entre as espécies como a liberação na rizosfera de compostos alelopáticos fitoinibidores como os compostos fenólicos. Essas substâncias podem comprometer a fenologia e a período de floração e até a sobrevivência das demais espécies. (LIEBMAN et al., 1993; SOUZA et al., 2019). Portanto, em sistemas consorciados bem-sucedidos encontra-se maior disponibilidade de recursos florais por mais tempo para os inimigos naturais, redução de pragas e de outros problemas fitossanitários (SIMON et al., 2010; TSCHUMI et al., 2015). Sendo assim, as interações entre as plantas do consórcio, bem como as respostas dos inimigos naturais a estas devem ser avaliadas em profundidade antes da recomendação de uso com fins no controle biológico conservativo.

Tendo em vista o que foi relatado, objetivou-se neste trabalho estudar desempenho vegetativo e do florescimento em quatro espécies de plantas, em cultivos solteiros e consorciados, sob três diferentes densidades (10,8; 14,3 e 21,5 plantas.m<sup>-2</sup>).

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### Instalação do experimento

O experimento foi conduzido em condições de campo na área experimental da Embrapa Agrobiologia, município de Seropédica-RJ, a 22°44'48.2"S 43°40'16.8"W e altitude de 26m. A classificação climática de Köppen é do tipo Aw com verões chuvosos e invernos secos. O ensaio foi conduzido no período de maio a novembro de 2017 utilizando-se delineamento experimental com quatro blocos casualizados, quatro espécies em cultivo solteiro e em consórcio com três densidades de plantio, totalizando oito tratamentos e uma testemunha.

As seguintes espécies vegetais foram testadas: cosmos, crotalária, erva-doce e feijão-de-porco (Tabela 1). As densidades de plantio adotadas em cultivo solteiro foram de 8, 25, 4 e 6 plantas.m<sup>-2</sup>, respectivamente (BARRETO; FERNANDES, 2001; HOGG; BUGG; DAANE, 2011; RAMALHO et al., 2012). Para os consórcios, designados aqui como *mixes*, tomou-se como base a densidade em solteiro, usando-se as substituições completa (1/4 da densidade) e substituições parciais (1/3 e 1/2). Visando-se proporcionar condições de competição entre as espécies cultivadas de forma controlada, as plantas foram arranjadas em linha. Como testemunha foram utilizadas plantas espontâneas, cujas parcelas foram adubadas como as demais, e a partir daí não receberam nenhuma outra interferência (Figura 1).

**Tabela 1.** Densidade inicial de plantas nos tratamentos avaliados. Seropédica, RJ, maio a novembro de 2017

Tratamentos	Densidade de plantas (n° de plantas.m <sup>-2</sup> )				Total
	cosmos*	crotalária*	erva-doce*	feijão-de-porco*	
solteiro 1	8	---	---	---	8
solteiro 2	---	25	---	---	25
solteiro 3	---	---	4	---	4
solteiro 4	---	---	---	6	6
<i>mix</i> 1 (1/4)	2	6,3	1	1,5	10,8
<i>mix</i> 2 (1/3)	2,7	8,3	1,3	2	14,3
<i>mix</i> 3 (1/2)	4	12,5	2	3	21,5
testemunha	plantas espontâneas (média de 12 espécies.m <sup>-2</sup> )				87

\*cosmos = *Cosmos sulphureus*; crotalária = *Crotalaria spectabilis*; erva-doce = *Foeniculum vulgare*; feijão-de-porco = *Canavalia ensiformis*, espaçamento entrelinhas de 0,5 m.

As parcelas foram separadas entre si por 5 metros lineares e a área entre as parcelas foi sistematicamente capinada de forma mecânica, por meio de trator agrícola tracionando enxada rotativa. Isso foi feito para anular a interferência da vegetação presente ali e assim não mascarar o efeito atrativo das plantas em estudo.



**Figura 1.** Parcelas experimentais 65 dias após o plantio nos oito tratamentos estudados. Seropédica, RJ, maio a novembro de 2017. A = cosmos (*Cosmos sulphureus*); B = crotalária (*Crotalaria spectabilis*); C = erva-doce (*Foeniculum vulgare*); D = feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*); E = mix 1 (10,8 plantas.m<sup>-2</sup>); F = mix 2 (14,3 plantas.m<sup>-2</sup>); G = mix 3 (21,5 plantas.m<sup>-2</sup>), H = Testemunha (plantas espontâneas)

A dimensão de cada parcela foi de 3,0 x 4,0 m, constituídas de 6 linhas de cultivo espaçadas em 0,50 m. A erva doce foi cultivada em bandejas de isopor de 72 células com substrato comercial Carolina<sup>®</sup> enriquecido com húmus de minhoca em 10% e transplantadas aos 50 dias de semeadura, as demais plantas tiveram a semeadura feita em linhas diretamente em sulco de plantio em 15/05/2017. Devido ao crescimento rápido e vigoroso, adotou-se para o feijão-de-porco a semeadura com 15 dias de atraso para o cultivo solteiro e consorciado.

Utilizou-se irrigação por aspersão suplementar para elevar a umidade do solo até cerca da capacidade de campo. Os procedimentos analíticos da fertilidade do solo foram conduzidos conforme Nogueira e Souza (2005), ficando os teores médios encontrados na camada de 0-20 cm: C = 1,03%; Al = 0,01 cmolc/d<sup>3</sup>; Ca = 2,42 cmolc/d<sup>3</sup>; Mg = 1,23 cmolc/d<sup>3</sup>; H+Al = 3,245 cmolc/d; K = 104,72 mg/L; P = 5,92 mg/L e pH = 5,71. A adubação adotada tomou como princípio a cultura da erva-doce, sendo a única espécie com recomendação de adubação e provavelmente a mais exigente. Essa adubação consistiu em superfosfato simples na dose de 70 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.ha<sup>-1</sup> e torta de mamona a 1 t ha<sup>-1</sup>. As doses foram parceladas em duas vezes, 50% no plantio e 50% na cobertura 30 dias após o plantio. As parcelas com vegetação espontânea não foram adubadas.

## Variáveis biométricas

O desempenho das plantas foi avaliado por meio da quantificação de quatro variáveis biométricas ligadas à atração de inimigos naturais de pragas em um transecto de quatro metros lineares ao centro das parcelas a saber: (1) densidade média de plantas, aos 76, 81, 88, 95, 109, 123, 151 e 158 dias após a semeadura (DAS); (2) riqueza média, (3) total de botões florais em pré-antese e (4) sobrevivência de plantas.m<sup>-2</sup>.

A densidade média de plantas foi quantificada pela estimativa do número de plantas.m<sup>-2</sup>, obtida pela contabilização do número de plantas por metro linear durante oito avaliações. A riqueza foi determinada pelo número de espécies que constituíram as parcelas cultivadas. Para a densidade e riqueza na vegetação espontânea tomou-se a média de plantas e espécies.m<sup>-2</sup> em dois quadrados amostrais aos 73 dias após a aração do solo. O número médio e total de botões florais foi quantificado somente nas plantas cultivadas; para a erva-doce considerou-se como unidade floral cada umbela não foi possível estudar os botões florais da vegetação espontânea já que a diversidade de órgãos reprodutivos das espécies, as diferentes formas morfológicas e a natureza aleatória da disposição espacial das plantas poderiam sub ou superestimar os dados. Assim, nas demais plantas, contabilizaram-se os botões florais no estágio de pré-antese para não superestimar os dados entre as avaliações, em seguida, calculou-se a média e o total de botões florais.m<sup>-2</sup>. Para as demais variáveis as plantas cultivadas e a vegetação espontânea foram incluídas.

Para estimativa da probabilidade de sobrevivência foram utilizados os dados de densidade aos 76, 81, 88, 95, 109, 123, 151 e 158 dias após a semeadura (DAS).

A densidade, a riqueza e o número total de botões florais m<sup>-2</sup> foram testados quanto à normalidade pelos testes Shapiro-Wilk e a homogeneidade, pelo teste de Bartlett's. Ambos parâmetros não foram significativos, o que impediu que se adotasse análise de variância paramétrica nesses dados. Sendo assim, analisou-se o tamanho do efeito das composições florísticas sobre as variáveis botões florais e densidade com base no teste de Kruskal-Wallis, sendo as médias submetidas ao teste de comparações múltiplas pareadas de Dunn, com ajustamento dos p-valores pelo método de Bonferroni ( $p < 0,05$ ). As rotinas estatísticas foram conduzidas como auxílio do pacote estatístico 'rstatix' no ambiente R versão 3.6.5.

A média do número de botões florais m<sup>-2</sup> ( $\pm$  erro padrão) da floração nas espécies foi plotada em função dos dias após a semeadura para permitir a visualização da emissão de flores nas plantas em cultivo solteiro e consorciado.

A mortalidade das plantas foi avaliada com a estimativa da função das curvas de sobrevivência de Kaplan-Meier. Essa é uma técnica comum em estudos clínicos da medicina, em estudos botânicos os poucos que a usam são da área da fitopatologia (UWAMAHORO et al., 2019). Entretanto, ambos estimam o tempo para a ocorrência de um evento, por exemplo a mortalidade de um indivíduo ou um conjunto destes. As estimativas foram calculadas com base no tempo de sobrevivência dos indivíduos pelo evento de mortalidade, em função do tempo após a semeadura. Não havendo a mortalidade dos indivíduos avaliados na totalidade, os dados foram censurados ao fim do período de acompanhamento. As curvas de sobrevivência foram comparadas aos pares pelo teste de log-rank, baseado na estatística do qui-quadrado ( $p < 0,05$ ). As rotinas estatísticas adotadas para a análise de sobrevivência foram conduzidas com o auxílio dos pacotes 'survival' e 'survminer' no ambiente R versão 3.6.5.

## Caracterização da vegetação espontânea

A caracterização objetivou reconhecer as principais espécies vegetais componentes da comunidade de plantas espontâneas sobre a qual conduziu-se um levantamento fitossociológico. Aos 73 dias após a aração do solo, as plantas foram coletadas através do método do quadrado inventário, utilizando um quadrado de Braun-Blanquet (1979). Os quadrados vazados de 1m<sup>2</sup> (1,0 x 1,0 m) foram lançados ao acaso oito vezes, sendo duas em cada parcela dos quatro blocos experimentais, tendo essas parcelas uma área útil de 12 m<sup>2</sup> (3,0 x 4,0 m).

As oito amostras de plantas coletadas da área experimental foram contabilizadas, armazenadas em sacos de papel, conduzidas ao laboratório e identificadas por meio de literatura específica e consultas ao acervo virtual do herbário digital REFLORA e em literatura específica (FORZZA, et al., 2016; LORENZI et al., 2014; MOREIRA; BRAGANÇA; HORLANDEZAN, 2011).

A partir do número de indivíduos levantados sobre a vegetação espontânea foram estimados os seguintes parâmetros fitossociológicos baseados em Mueller-Dombois (1974): Abundância (A) = n° total de indivíduos por espécie/ n° de ocorrências nos quadrados; Abundância relativa (Ar) = (A\*100)/Abundância total das espécies amostradas; Densidade (D) = n° de indivíduos por espécie/n° de total de quadrados; Densidade relativa (Dr) = (Dr/Densidade total das espécies amostradas)\*100; Frequência (F) = (n° de ocorrências da espécie/ n° total de quadrados amostrados)\*100; Frequência relativa (Fr) = (Fr/Frequência total das espécies)\*100; Dominância relativa (Dor) = (massa seca acumulada por espécie(g)/ massa seca acumulada pela comunidade de plantas)\*100 e Valor de importância (VI) = (Dr +Fr + Dor).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### Densidade e riqueza de plantas

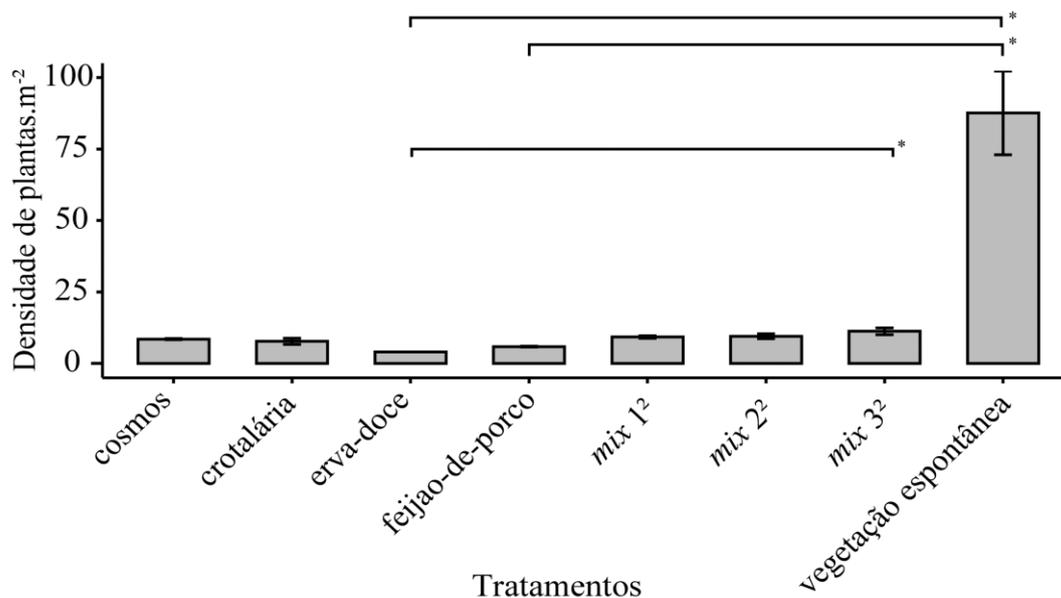
A densidade das plantas variou pouco ao longo do período experimental com exceção da crotalária que teve uma queda expressiva na densidade desde a implantação até os 76 dias. Em menor intensidade houve queda na densidade do *mix* 3. Isso é um indicativo de que a densidade do *mix* 3 causou competição entre os indivíduos o que leva à sugestão de que um limite máximo de densidade possa ter sido atingido entre os mixes 2 e 3. A densidade da vegetação espontânea, que foi apenas determinada aos 76 dias, foi muito superior aos demais tratamentos. (Tabela 2).

**Tabela 2.** Densidade média<sup>1</sup> das plantas em cultivo solteiro e em consórcio durante a condução do experimento

	Dias								
	0,0	76,0	81,0	88,0	95,0	109,0	123,0	151,0	158,0
	Número médio de plantas.m <sup>2</sup>								
<b>Cosmos</b>	<b>8</b>	8,5	8,5	8,3	8,3	7,9	7,1	6,1	6,3
<b>Crotalária</b>	<b>25</b>	7,8	7,8	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,6
<b>Erva-doce</b>	<b>4</b>	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	3,9	3,9
<b>Feijão-de-porco</b>	<b>6</b>	5,9	5,9	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6
<b>mix 1</b>	<b>10,8</b>	9,3	9,3	8,8	8,9	8,9	7,1	6,6	6,6
<b>mix 2</b>	<b>14,3</b>	9,5	9,5	9,0	9,0	8,9	8,4	8,0	8,0
<b>mix 3</b>	<b>21,5</b>	11,3	11,3	11,1	11,1	10,6	9,9	9,4	8,9
<b>vegetação espontanea</b>		89,0							

<sup>1</sup>media de quatro repetições

A densidade aos 76 dias após a implantação foi avaliada para se conhecer o pegamento ou sobrevivência inicial das plantas de cada espécie e comparar com a vegetação espontânea. Nessa data, em cultivo solteiro, a densidade média da erva-doce (4,0) e feijão-de-porco (5,8) foram as menores do presente estudo quando comparadas ao cosmos (8,5) e a crotalária (7,8) ( $p < 0,05$ ). Mesmo com a queda do número de plantas desde o plantio, a crotalária ficou entre as duas mais densas. Embora com valores muito elevados, a densidade da vegetação espontânea não diferiu estatisticamente dos mixes (Figura 2). Isso se deveu ao alto erro padrão dos dados relativos à vegetação espontânea.

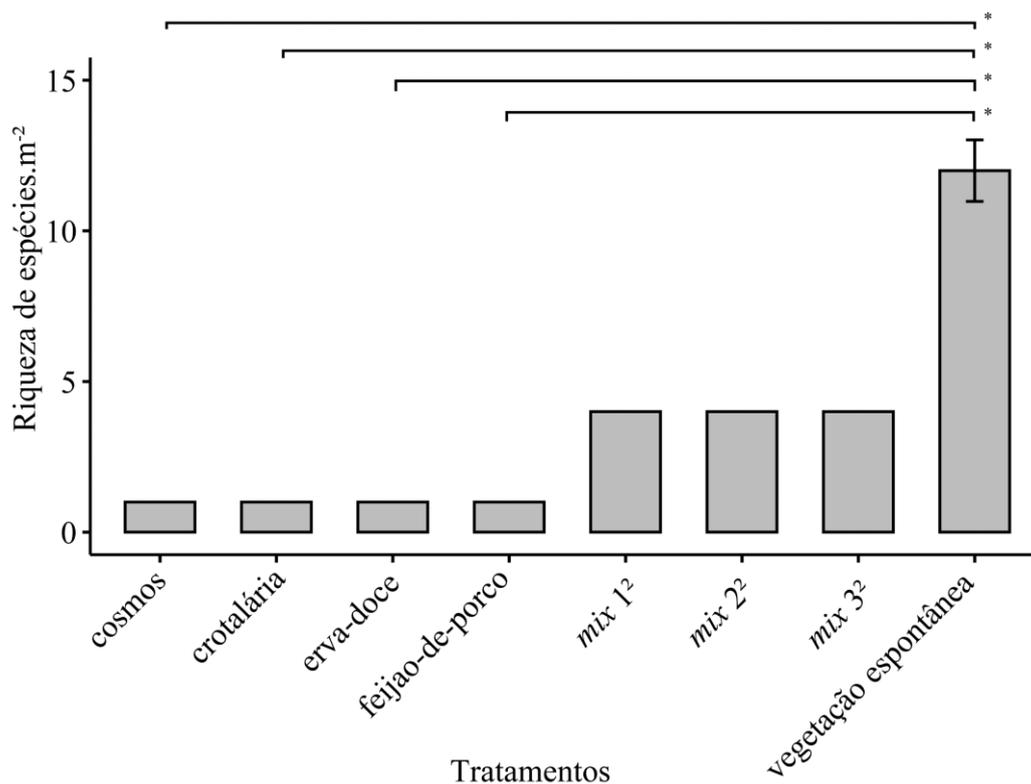


**Figura 2.** Densidade média<sup>1</sup> das espécies botânicas cosmos (*Cosmos sulphureus*), crotalária (*Crotalaria spectabilis*), erva-doce (*Foeniculum vulgare*) e feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) em cultivo solteiro e consorciado<sup>2</sup>, tendo como testemunha a vegetação espontânea. Seropédica, RJ, maio a novembro de 2017

<sup>1</sup>Média dos tratamentos ( $\pm$  erro padrão) indicados pelo colchete diferem estatisticamente pelo teste de Dunn com ajustamento de Bonferroni (\* $p < 0,05$ ).

<sup>2</sup>Os consórcios *mix* 1, 2 e 3 correspondem às densidades igual a 10,8, 14,3 e 21,5 plantas.m<sup>-2</sup>, respectivamente.

A riqueza de espécies foi numericamente em torno de três vezes maior na vegetação espontânea. No entanto, não diferiu estatisticamente das plantas em consórcios (*mix* 1, 2 e 3), devendo esse fato à alta variabilidade da vegetação espontânea no terreno. As riquezas de espécies encontradas na vegetação espontânea com média 12 espécies.m<sup>-2</sup> foi estatisticamente maior que as plantas em cultivo solteiro, cosmos, crotalária, erva-doce e feijão-de-porco ( $p < 0,05$ ) (Figura 3). No entanto, não houve diferença significativa para riqueza entre as plantas no cultivo solteiro (cosmos, crotalária, erva-doce e feijão-de-porco), e entre os consórcios (*mix* 1, 2 e 3), conforme o teste de Dunn ( $p < 0,05$ ) (Figura 3).



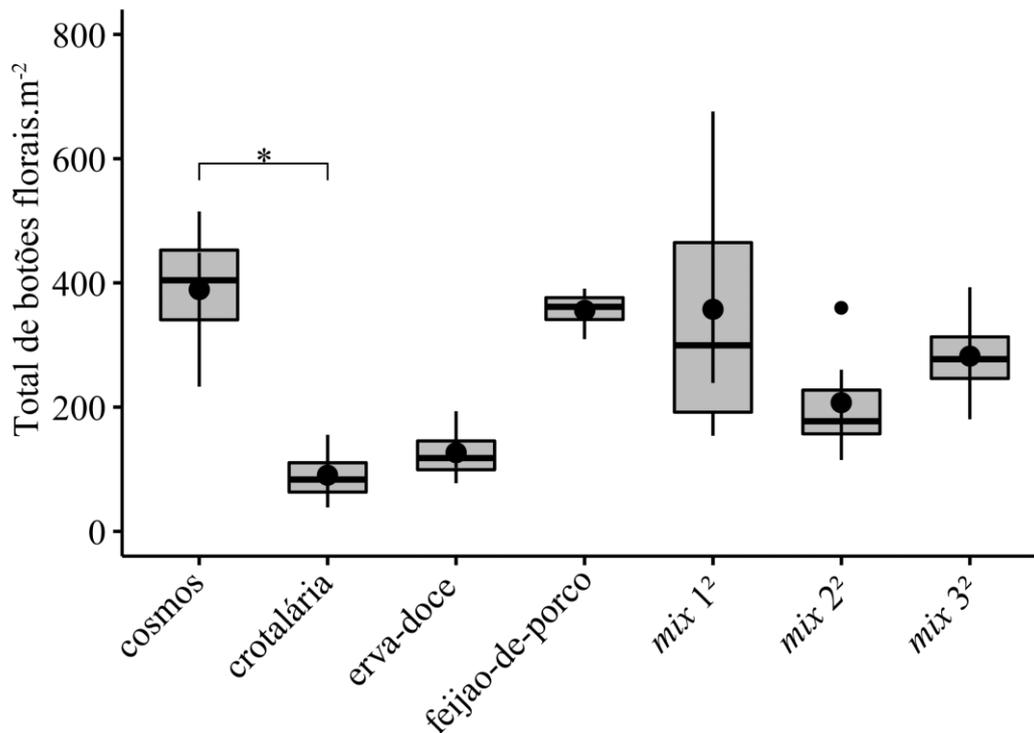
**Figura 3.** Riqueza média<sup>1</sup> de cosmos (*Cosmos sulphureus*), crotalária (*Crotalaria spectabilis*), erva-doce (*Foeniculum vulgare*) e feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) em cultivo solteiro e consorciado<sup>2</sup>, tendo como testemunha a vegetação espontânea. Seropédica, RJ, maio a novembro de 2017

<sup>1</sup>Média dos tratamentos ( $\pm$  erro padrão) indicados pelo colchete diferem estatisticamente pelo teste de Dunn com ajustamento de Bonferroni (\* $p < 0,05$ ).

<sup>2</sup>Os consórcios *mix* 1, 2 e 3 correspondem às densidades 10,8, 14,3 e 21,5 plantas.m<sup>-2</sup>, respectivamente.

### Número de botões florais

O total de botões florais.m<sup>-2</sup> foi estatisticamente diferente entre plantas do cultivo solteiro, apenas entre o cosmos e a crotalária ( $p < 0,05$ ). O aumento da diversidade de espécies em três densidades nos *mix* 1, 2 e 3 não afetou o número total de botões florais.m<sup>-2</sup> em comparação ao cultivo solteiro ( $p < 0,05$ ) (Figura 4).



**Figura 4.** Total<sup>1</sup> de botões florais.m<sup>-2</sup> de cosmos (*Cosmos sulphureus*), crotalária (*Crotalaria spectabilis*), erva-doce (*Foeniculum vulgare*) e feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) em cultivo solteiro e consorciado (*mix 1, 2 e 3*)<sup>2</sup>. Seropédica, RJ, maio a novembro de 2017

<sup>1</sup>Média dos tratamentos ( $\pm$  erro padrão) indicados pelo colchete diferem estatisticamente pelo teste de Dunn, com ajustamento de Bonferroni (\* $p < 0,05$ ).

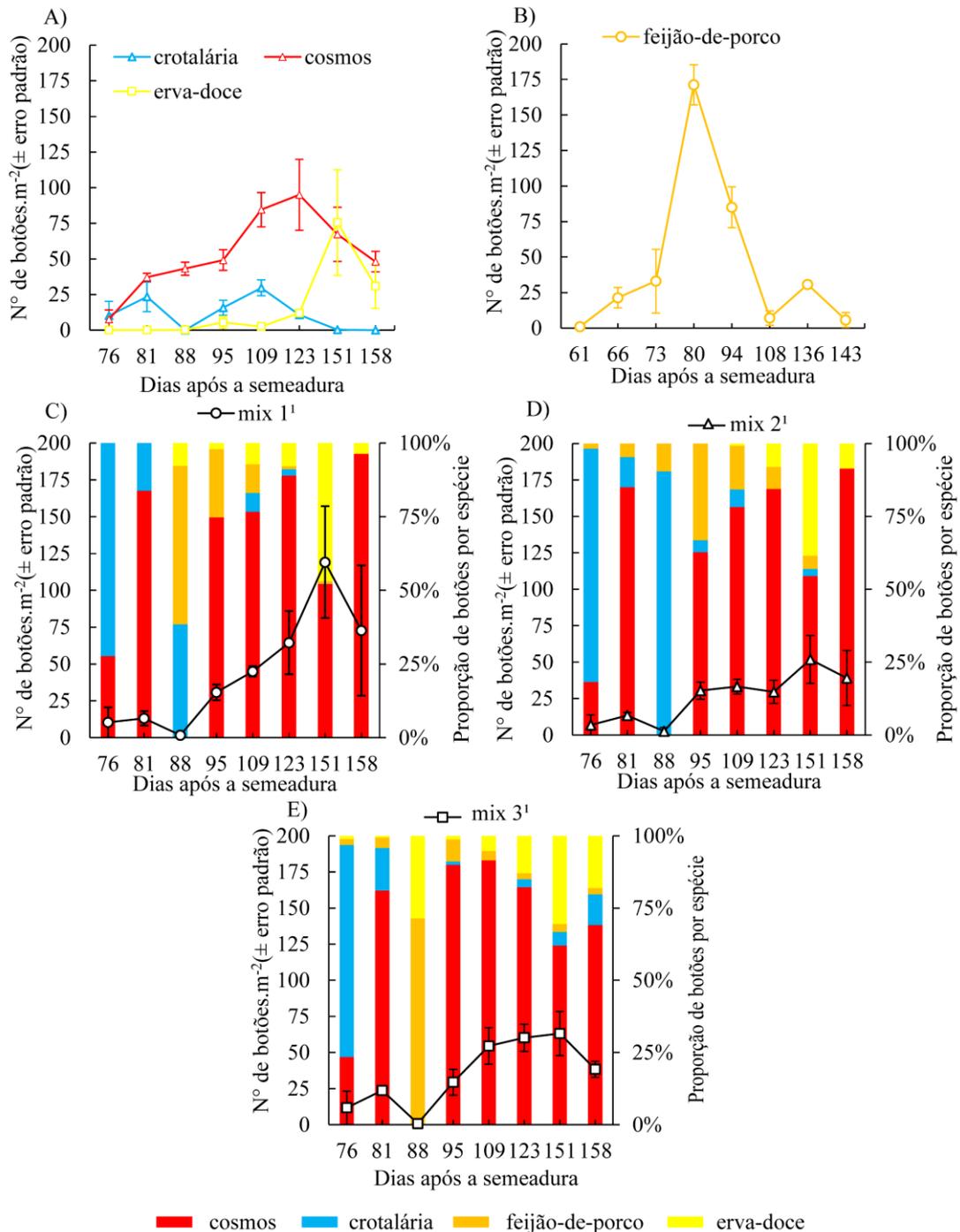
<sup>2</sup>Os consórcios *mix 1, 2 e 3* correspondem às densidades 10,8, 14,3 e 21,5 plantas.m<sup>-2</sup>, respectivamente.

A emissão de botões florais das plantas no cultivo solteiro ocorreu de forma distribuída com picos de floração das espécies em diferentes semanas de avaliação. O cosmos, crotalária, erva-doce e feijão-de-porco apresentaram maiores números de botões florais aos 123, 109, 151 e 95 dias após a semeadura (DAS), respectivamente. O cosmos e crotalária apresentaram floração aos 76 DAS e permaneceram assim durante 82 e 42 dias, respectivamente. A erva-doce floresceu aos 95 dias após o transplante, permanecendo assim durante 35 dias. O feijão de porco floresceu aos 66 DAS e permaneceu nessa condição durante 70 dias (Figura 5).

No cultivo solteiro, a oferta de flores da erva-doce é tardia, a crotalária e o feijão-de-porco são precoces e o cosmos teve floração constante durante o período avaliado. Quando em consórcio, a floração é mais uniforme ao longo do tempo, o que torna regular a oferta de recursos florais em relação aos cultivos solteiros (Figura 6). Isso ocorreu porque as quatro espécies de plantas apresentaram períodos de florações complementares.

As plantas cultivo solteiro, apresentaram picos de floração em diferentes semanas. Mesmo em condições edafoclimáticas distintas Hogg, Bugg e Daane (2011) encontraram

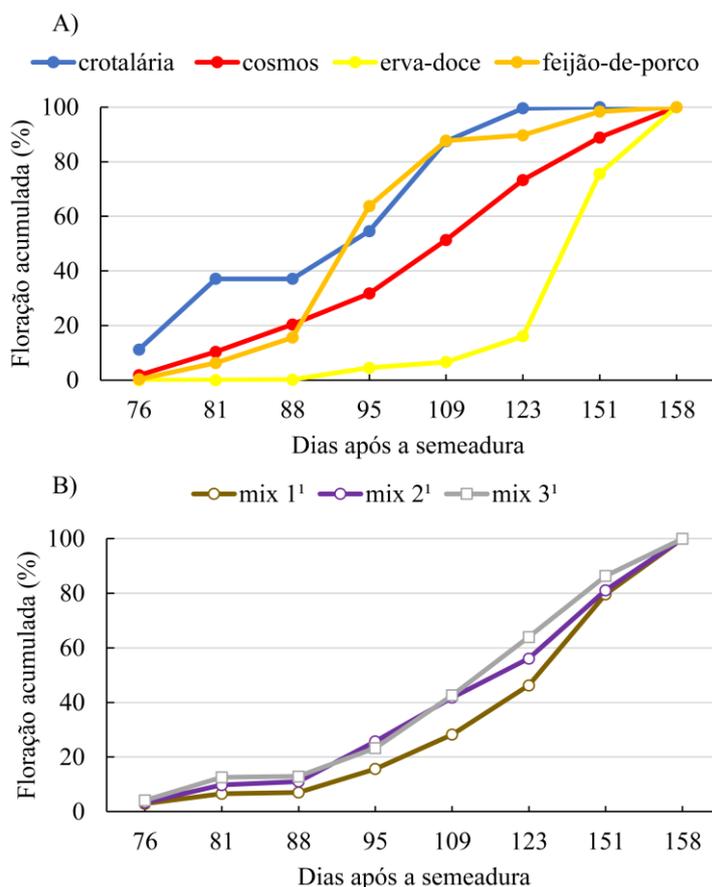
resultados similares para o cosmos em um cultivo de verão (julho a outubro) em Sonoma na Califórnia, o período vegetativo foi de onze semanas (76 dias) e o florescimento durou sete semanas (49 dias) quando o estudo foi interrompido. Essa característica do cosmos é interessante para a oferta de recursos florais a inimigos naturais.



**Figura 5.** Evolução da floração de cosmos (*Cosmos sulphureus*), crotalária (*Crotalaria spectabilis*), erva-doce (*Foeniculum vulgare*) e feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*)

em cultivo solteiro (A e B) e consorciado<sup>1</sup> (C, D e E). Seropédica, RJ, período de maio a novembro de 2017

<sup>1</sup>Densidades de plantas nos consórcios: 10,8 (*mix 1*); 14,3 (*mix 2*) e 21,5 plantas.m<sup>-2</sup> (*mix 3*).



**Figura 6.** Floração acumuladas de cosmos (*Cosmos sulphureus*), crotalária (*Crotalaria spectabilis*), erva-doce (*Foeniculum vulgare*) e feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) em cultivo solteiro (A) e consorciado<sup>1</sup> (B). Seropédica, RJ, período de maio a novembro de 2017. <sup>1</sup>Densidades de plantas nos consórcios: 10,8 (*mix 1*); 14,3 (*mix 2*) e 21,5 plantas.m<sup>-2</sup> (*mix 3*)

Registrou-se para a erva-doce que os resultados encontrados de período vegetativo foram 12 semanas (95 dias) após o transplante e de cinco semanas (35 dias) de duração do florescimento (Figura 5). Em outros estudos com erva-doce em Seropédica, RJ, o período vegetativo foi de nove semanas (65 dias) e o florescimento durou seis semanas (45 dias) (LIXA et al., 2010). Em Lagoa Seca, PB o florescimento dessa espécie ocorreu em 12 semanas (90 dias), permanecendo com o florescimento durante 17 semanas (120 dias) (GAMA et al., 2013). Mesmo considerando a interrupção do estudo aos 158 DAS da erva-doce algumas variedades de erva-doce podem variar as taxas de floração como observado nesses dois trabalhos.

A crotalária levou 76 dias para florescer, e durou 47 dias. O tempo para o florescimento foi similar ao encontrado por Melo, Souza e Santos (2019) 68 dias em um

estudo na cidade de Areia, PB. Segundo Henrique e Figueredo (2018), *C. spectabilis* pode florescer por até 120 dias no cultivo de verão, diferentemente do encontrado no presente estudo que foi um cultivo de inverno. O feijão-de-porco floresceu em 66 dias de cultivo, resultados que também foram encontrados por Melo, Souza e Santos (2019). Mangaravite et al., (2014) encontraram floração do feijão-de-porco em tempo similar 10 semanas, no entanto esses resultados foram em um cultivo de verão, prática comum em estudos com fabáceas usadas para a adubação verde.

No cultivo consorciado, a floração individual de cada espécie também variou em função do adensamento médio de 11, 14 e 22 plantas.m<sup>-2</sup> das espécies constituintes, sendo o cosmos a espécie mais predominante. O adensamento proporcionou maior homogeneidade e constância na emissão de botões florais das diferentes espécies componentes (Figura 5 e Figura 6-B). Também se observa apenas um pico de floração nos consórcios aos 151 DAS, sendo o *mix* 1 ligeiramente superior. Em comparação com o *mix* 1, observações *in loco* sobre as plantas sugerem que o adensamento no *mix* 2 e 3 estimulou o apendoamento das inflorescências do cosmos e da erva-doce, esse investimento de energia da planta em busca por luz pode ter comprometido o aumento no total de flores dos consórcios. Apesar disso, as plantas se complementam otimizando a oferta de recursos florais em praticamente todo o período avaliado e oferece diferentes recursos na maior parte do tempo e conseqüentemente, poderia oferecer maior atratividade e permanência de agentes de controle biológico associados a diferentes plantas em um mesmo refúgio.

O uso de plantas consorciadas favorece os inimigos naturais e aproveitam melhor os recursos do ambiente reduzindo o risco de insucesso no fornecimento de recursos aos artrópodes através da compensação das espécies com período de floração e características florais distintas como apresentado na figura 6. O compartilhamento e busca de recursos e a complementariedade de nichos permitem intensas interações tróficas simbióticas nesse tipo de habitat (BROOKER et al., 2015), que potencializam a resposta de agentes de controle biológico.

Os refúgios criados para prestação dos serviços ecossistêmicos podem fornecer inúmeros recursos para os agentes de controle biológico, principalmente diversidade de plantas. Qureshi et al., (2010) avaliaram na Austrália, a eficiência de um mix comercial de flores anuais e perenes, ‘Goodbug Mix’ com 11 espécies para o manejo de mosca branca (*Bemisia tabaci*) e pulgões (Aphididae) no cultivo do melão (*Cucumis melo*), pepino (*C. sativus* L.) e da abobrinha (*Cucurbita pepo* L.), nos resultados as aranhas foram os principais agentes de controle biológico encontrados predando esses fitófagos.

As plantas de cobertura combinadas com flores potencializam os benefícios sobre a fauna de inimigos naturais. Os consórcios de leguminosas como *Crotalaria juncea* e *Mucuna pruriens* apresentaram bons resultados para a atração de inimigos naturais e menores níveis de pragas. Outros estudos com diferentes flores em faixas, atraíram parasitoides da família Braconidae, Mymaridae e Pteromalidae entre outras, sendo a maior diversidade encontrada em *Pontenilla reptans* (Rosaceae), *Achillea millefolium* (Asteraceae), *Trifolium repens* (Fabaceae) e *Torilis arvensis* (Apiaceae) (DIB; LIBOUREL; WARLOP, 2012; MCNEILL; LIBURD; CHASE, 2012; TSCHUMI et al., 2015). Nesses estudos os resultados estão comumente associados as cores amarelas das flores, acessibilidade dos nectários bem como as plantas do presente estudo.

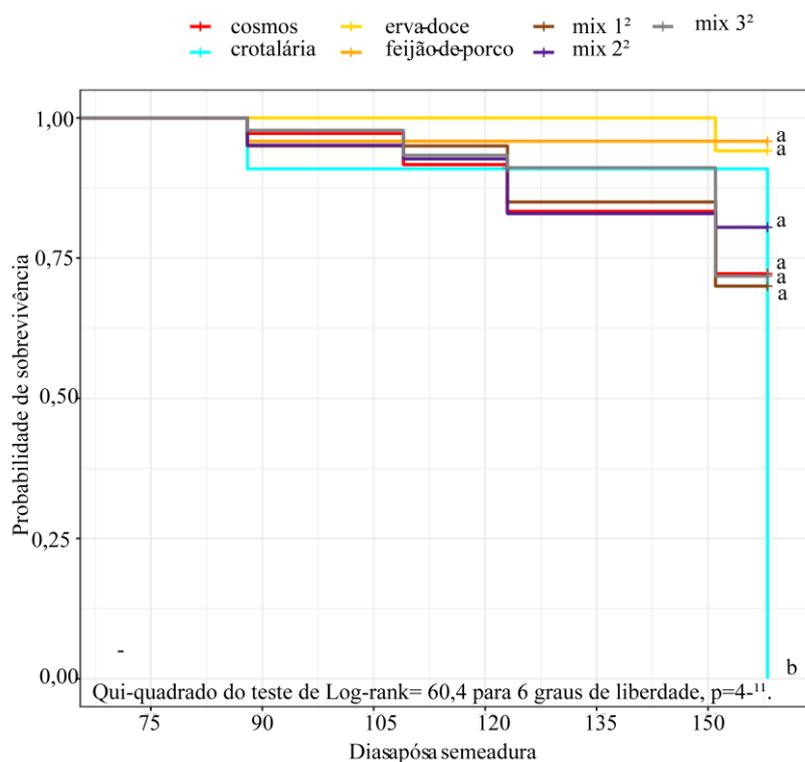
Embora não tenham sido explorados nesse trabalho os mecanismos envolvidos na atração dos inimigos naturais estão associados a demandas fisiológicas das plantas como proteção contra fitófagos e polinização. Algumas plantas liberam odores com compostos orgânicos voláteis como os sesquiterpenos  $\beta$ -farneseno,  $\beta$ -cariofileno e  $\beta$ -ocimeno que sinalizam recrutar parasitoides ou predadores (BLASSIOLI-MORAIS et al., 2016).

Recompensas mutualísticas são oferecidas como o pólen e néctar que nutrem os visitantes florais e permitem aos cultivos recrutar esses agentes disponíveis nos refúgios.

### Análise de sobrevivência das plantas

No cultivo solteiro, o ciclo médio do cosmos, crotalária, erva-doce e feijão-deporco durante o período avaliado foi de 149, 151, 157 e 155 dias, respectivamente. Nos consórcios não houve muita variação no ciclo dessas espécies, ficando a sobrevivência estimada em 149, 149 e 152 dias nos *mixes* 1, 2 e 3, respectivamente. As curvas de sobrevivência de Kaplan-Meier analisadas pelo teste de Log-Rank mostraram que a probabilidade de sobrevivência foi menor apenas na crotalária em cultivo solteiro ( $p < 0,01$ ). Não houve diferença entre as demais plantas em cultivo solteiro e consorciado. A crotalária foi o único tratamento com registro de mortalidade para todos os indivíduos avaliados, os demais tiveram os dados censurados ao fim da avaliação (158 dias após a semeadura) (Figura 7).

A probabilidade de sobrevivência foi menor apenas na crotalária por se tratar de uma planta de dia curto e foi cultivada em maio/2017, período em que o florescimento é precoce, tornando o ciclo da planta menor. A densidade maior adotada nos consórcios não aumentou a mortalidade das plantas, apenas alterou o padrão de florescimento como foi mencionado. Assim, mesmo tendo a presença da crotalária em diferentes densidades, os consórcios mostram potencial para constituir refúgios.



**Figura 7.** Curvas de sobrevivência<sup>1</sup> de cosmos (*Cosmos sulphureus*), crotalária (*Crotalaria spectabilis*), erva-doce (*Foeniculum vulgare*) e feijão-deporco (*Canavalia ensiformis*) em cultivo solteiro e consorciado em três densidades de plantio<sup>2</sup>. Seropédica, RJ, período de maio a novembro de 2017. <sup>1</sup>Curvas seguidas de mesma letra na figura não diferem estatisticamente pelo teste de Log-rank ( $p < 0,05$ ), curvas com ‘+’ ao final das

linhas indicam censura de acompanhamento da mortalidade.<sup>2</sup>Densidades de plantas: 13 (*mix* 1), 18 (*mix* 2) e 27 plantas.m<sup>-2</sup> (*mix* 3)

As atividades de inimigos naturais sobre plantas que são atrativas consistem basicamente em predação e parasitismo, em troca de proteção, reprodução e alimentação oferecido pelas plantas na forma de recursos bióticos ou abióticos. O período e intensidade da floração, cor e altura da flor e acessibilidade de néctar e pólen são características determinantes para estabelecer estas interações inseto-planta (GAMA et al., 2013; VAN RIJN; WÄCKERS, 2016). A avaliação quantitativa da floração, da intensidade da floração e da taxa de mortalidade das plantas em situações adversas de cultivo como nos consórcios, torna possível compreender o potencial que as composições estudadas apresentam para refugiar inimigos naturais por maior tempo e se traduzir em controle de pragas nos cultivos.

### Levantamento fitossociológico da vegetação espontânea

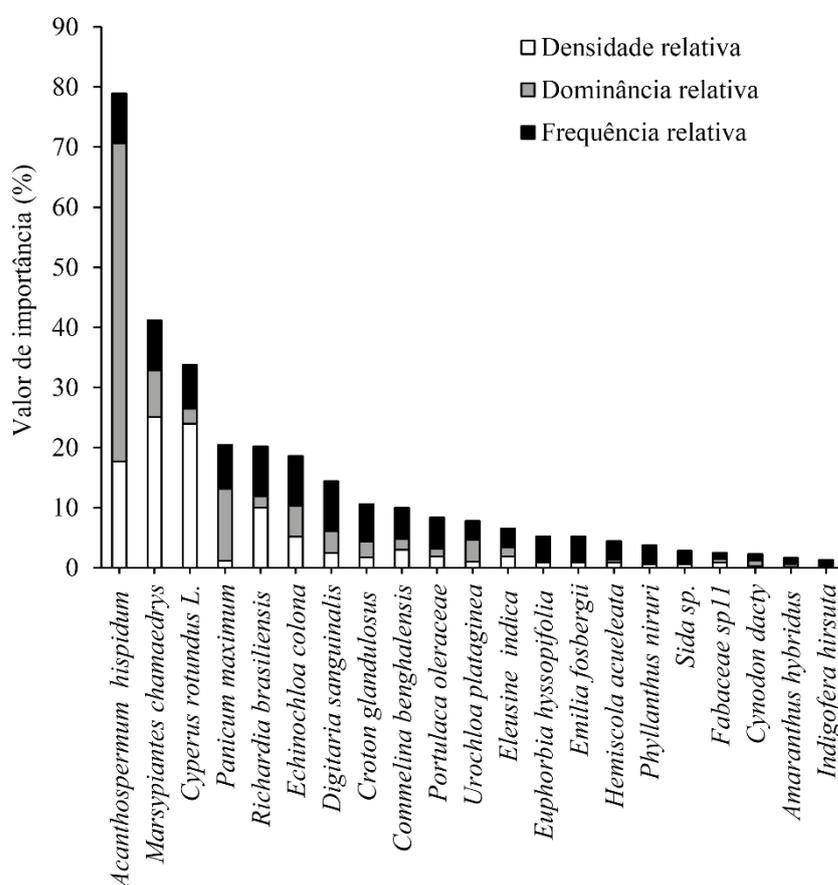
A riqueza média de plantas verificada na vegetação espontânea que se estabeleceu nas parcelas testemunha durante o período de estudo, foi de 12 espécies.m<sup>-2</sup> e a densidade média foi 87,6 plantas.m<sup>-2</sup>. Foram identificadas um total de 21 espécies distribuídas em 11 famílias (Tabela 2). A riqueza média de espécies nas parcelas com plantas espontâneas foi de 21 espécies com intervalo de confiança variando de 16,5 a 25,5 espécies ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 3.** Caracterização das espécies encontradas<sup>1</sup> nas parcelas com vegetação espontânea aos 75 DAA<sup>2</sup>, usadas como testemunha do experimento. Seropédica, RJ, período de maio a novembro de 2017

Espécie	Nome comum	Família	Nº total de indivíduos <sup>1</sup>
<i>Amaranthus hybridus</i>	caruru-roxo	Amaranthaceae	1
<i>Acanthospermum hispidum</i>	carrapicho-de-carneiro	Asteraceae	124
<i>Emilia fosbergii</i>	serralhinha	Asteraceae	6
<i>Hemiscola acueleata</i>	cleomea	Cleomaceaea	6
<i>Commelina benghalensis</i>	trapoeraba	Commelinaceae	21
<i>Cyperus rotundus</i>	tiririca	Cyperaceae	168
<i>Croton glandulosus</i>	gervão-branco	Euphorbiaceae	12
<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	leiteira	Euphorbiaceae	6
<i>Phyllanthus niruri</i>	quebra pedra	Euphorbiaceae	4
<i>Espécie sp 11</i>	-	Fabaceae	6
<i>Indigofera hirsuta</i>	anileira	Fabaceae	1
<i>Marsypiantes chamaedrys</i>	paracari	Lamiaceae	176
<i>Sida sp.</i>	guanchuma	Lamiaceae	4
<i>Cynodon dactylon</i>	capim-bermuda	Poaceae	2
<i>Digitaria sanguinalis</i>	capim-colchão	Poaceae	17
<i>Echinochloa colona</i>	capim-arroz	Poaceae	36
<i>Eleusine indica</i>	capim-pé-de-galinha	Poaceae	13
<i>Panicum maximum</i>	capim-colonião	Poaceae	8
<i>Urochloa plataginea</i>	capim-marmelada	Poaceae	7
<i>Portulaca oleraceae</i>	beldroega	Portulacaceae	13
<i>Richardia brasiliensis</i>	Poaia-branca	Rubiaceae	70
Total	-		701

<sup>1</sup>Plantas coletadas através do método o quadrado inventário, com dois lançamentos/parcela. <sup>2</sup>DAA = dias após a aração do solo.

As famílias de plantas espontâneas com maior número de espécies encontradas nesse experimento foram Poaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Asteraceae e Lamiaceae, com 6, 3, 2, 2 e 2 espécies cada, respectivamente. As demais sete famílias apresentaram apenas uma espécie cada e estão descritas na Tabela 02. Por ordem de importância, as espécies identificadas com o maior total de indivíduos foram o carrapicho-de-carneiro (*Acanthospermum hispidum* - Asteraceae), paracari (*Marsypiantes chamaedrys* - Lamiaceae) e a tiririca (*Cyperus rotundus* - Cyperaceae), as quais apresentaram os maiores valores estudados, respectivamente: densidade relativas de 18, 25 e 24 %; dominância relativa igual a 53, 8 e 3%; e a frequência relativa de 8, 8 e 7% (Figura 8). Considerando os valores de importância de 79 para carrapicho-de-carneiro, 41 para paracari e 33% para tiririca essas espécies são as mais importantes na comunidade (Figura 8).



**Figura 8.** Descritores fitossociológicos de espécies encontradas<sup>1</sup> nas parcelas com vegetação espontânea aos 75 DAA<sup>2</sup>, usadas como testemunha do experimento. Seropédica, RJ, período de maio a novembro de 2017. <sup>1</sup>Plantas coletadas através do método o quadrado inventário, com dois lançamentos/parcela. <sup>2</sup>DAA = dias após a aração do solo

A espécie *M. chamaedrys* é fonte de alimento suplementar de pólen e néctar para abelhas, florescendo o ano inteiro e está associada com a ocorrência de adultos da família

Chrysopidae, importantes insetos predadores de pragas agrícolas (BRANDÃO et al., 1984; DIAZ, 2014).

Algumas plantas da família Cyperaceae como *Cyperus papyrus* são hospedeiras da lagarta *Sesamia jansei* (Lepidoptera: Noctuidae), que por sua vez é parasitada por *Chelonuscurvi maculatus* (Hymenoptera: Braconidae), um importante parasitoide pragas do milho como as lagartas *Chilo partellus* (Lepidoptera: Crambidae) e *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) (MUTAMISWA et al., 2017; ZENNER; ÁLVAREZ; BARRETO, 2006).

A composição da comunidade de plantas espontâneas determina o nível de ação, e a intensidade das interações entre artrópodes. Na visão do manejo integrado de pragas (MIP), as ervas podem ser compreendidas com um componente da paisagem que pode contribuir para a diversidade de artrópodes predadores, ou ir além e permitir que a elucidação dessas interações subjacentes possibilite estratégias para a aplicação no MIP em diferentes sistemas agrícolas (NORRIS; KOGAN, 2005).

As interações praga-antagonista dependem muito do contexto local, composição, idade e manejo da comunidade vegetal, além do desenho da lavoura, que determinam a natureza dos efeitos da composição das plantas avaliadas sobre a dinâmica do controle biológico de pragas. Os efeitos ainda podem ser positivos, neutros ou negativos (SIMON et al., 2010). A biologia de cada praga alvo e do agente de controle biológico regula a intensidade das interações entre eles e outras espécies da comunidade de artrópodes da paisagem em questão.

A escolha arbitrária e desinformada da vegetação não-agrícola para aumento da biodiversidade não significa apenas perder benefícios em potencial, mas também gerar efeitos negativos (WÄCKERS; VAN RIJN, 2012). A análise fitossociológica possibilita obter informações sobre a comunidade das espécies em estudo, permitindo embasamento técnico para o manejo dessas plantas em visando a conservação de inimigos naturais nas paisagens agrícolas.

As interações entre as espécies da vegetação espontânea, os artrópodes fitófagos e os inimigos naturais são ecologicamente complexas e acontecem em vários níveis de intensidade. Cultivadas por semeadura ou ocorrendo de forma espontânea, essas plantas podem integrar o sistema agrícola de diferentes maneiras e em várias escalas, podendo fazer parte da composição de bordadura, ilhas de refúgio e até mesmo das linhas de cultivo. Em diferentes sistemas agrícolas a diversidade proporcionada pela vegetação espontânea favorece diferentes grupos de agentes de controle biológico (AMARAL et al., 2013).

A vegetação espontânea abriga aranhas aumenta a diversidade, abundância e a agregação desses predadores, como foi observado em plantios orgânicos de pimenta. Plantas das famílias Lamiaceae e Asteraceae como as que se destacaram nesse levantamento foram capazes de fornecer recursos como néctar e pólen, prolongando a sobrevivência de importantes agentes de controle biológico como por exemplo Coccinellidae, Syrphidae, Anthocoridae, Chrysopidae, Hemerobidae e Araneae (AMARAL et al., 2013).

As 21 espécies botânicas encontradas nesse levantamento auxiliam na diversificação da paisagem. Segundo Andow (1991), a maior diversidade de plantas por meio de faixas, ilhas ou canteiros de refúgio, reduz o número de fitófagos, sendo possível pela maior diversidade de agentes de controle biológico.

Apesar de incipientes, os estudos envolvendo agentes de controle biológico e hospedeiros em ciperáceas são necessários para o entendimento das interações ecológicas dessa espécie. Os estudos para a conservação de inimigos naturais no Brasil com plantas como *Acanthospermum hispidum* (Asteraceae) e *Cyperus rotundus* (Cyperaceae) podem

trazer novas informações sobre inimigos naturais e pragas associadas que fundamentem estratégias para o manejo de pragas de importância agrícola, principalmente nos sistemas agrícolas em que muitos recursos são demandados para o controle de pragas e de plantas espontâneas.

Embora a vegetação espontânea possua maior diversidade de espécies e sirva de refúgio e fonte de alimentos para insetos úteis, não é possível prever quais as espécies estarão presentes, não seria prudente manter faixas de vegetação espontânea desconhecida. O conhecimento prévio das espécies espontâneas se faz necessário, para que práticas que promovam a diversificação, como sistemas de faixas, ilhas ou margens, possam ser implantadas, com capina seletiva, mantendo plantas da vegetação espontânea que promovam o controle biológico conservativo.

Uma das principais limitações da vegetação espontânea são os problemas fitossanitários causados pelas plantas que hospedam populações de ácaros praga, por exemplo (DUSO et al., 2004). Quando não há interações com os inimigos naturais, os fitófagos hospedados na vegetação espontânea podem se reproduzir, migrar e trazer prejuízos para a cultura adjacente. Por outro lado, a diversidade da vegetação espontânea suporta a diversidade biológica dentro dos agroecossistemas, sendo necessário identificar as espécies que apresentam esse potencial para os agentes de controle biológico (MARSHALL et al., 2003).

Compreender o papel do refúgio e as limitações de cada composição é fundamental para o sucesso de um programa de manejo de pragas, entre outros fatores os refúgios devem fornecer não apenas presas, mas principalmente alimentos complementares como o néctar e o pólen. Os estudos regionais são altamente necessários para validar o potencial de plantas para a conservação de inimigos naturais em diferentes condições edafoclimáticas, sistemas de cultivos e níveis tecnológicos de produção.

O mercado de insumos agrícolas brasileiro ainda não oferece produtos com misturas de sementes para diversificar a paisagem agrícola e aumentar a diversidade e a sobrevivência de agentes de controle biológicos. Esses refúgios quando oferecem para os cultivos misturas com várias espécies de plantas anuais e perenes que garantem com o fornecimento de néctar e pólen, a permanência de inimigos naturais por mais tempo na lavoura. Espera-se que estudos como esse possam encorajar a inovação no setor de insumos para os cultivos orgânicos no país.

## 4 CONCLUSÕES

Constatou-se ser viável o consórcio de cosmos, crotalária, erva-doce e feijão-de-porco, uma vez que não houve mortalidade significativa de plantas nas três densidades avaliadas

Embora não tenha sido observada diferença no número de botões florais entre as plantas em cultivo solteiro e consorciado, o florescimento foi mais duradouro nos cultivos consorciados.

As espécies escolhidas mostraram um comportamento de complementaridade em relação ao período de floração, ou seja, foram consorciadas plantas de floração precoce, média e tardia.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, D. S.; VENZON, M.; DUARTE, M. V.; SOUSA, F. F.; PALLINI, A.; HARWOOD, J. D. Non-crop vegetation associated with chili pepper agroecosystems promote the abundance and survival of aphid predators. **Biological Control**, Atlanta, v. 64, n. 3, p. 338-346, 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1049964412002794>. Acesso em: 15 jun. 2020.

ANDOW, David A. Vegetational diversity and arthropod population response. **Annual review of entomology**, Palo Alto, v. 36, n. 1, p. 561-586, 1991. Disponível em: <https://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev.en.36.010191.003021>. Acesso em: 19 jun. 2020.

BARRETO, A. C.; FERNANDES, M. F. Recomendações técnicas para o uso da adubação verde em solos de tabuleiros Costeiros. **Embrapa Tabuleiros Costeiros**. Circular Técnica, 2001. Disponível em: [http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATC/19947/1/CircularT\\_19.pdf](http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATC/19947/1/CircularT_19.pdf). Acesso em: 18 mar. 2020.

BLASSIOLI-MORAES, M. C.; BORGES, M.; MICHEREFF, M. F. F.; MAGALHÃES, D. M.; LAUMANN, R. A. Semiochemicals from plants and insects on the foraging behavior of Platygastriidae egg parasitoids. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 51, n. 5, p. 454-464, 2016. DOI 10.1590/S0100-204X2016000500005. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-204X20160005000454&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X20160005000454&lng=en&nrm=iso). Acesso em: 19 jun. 2020.

BRANDÃO, M.; GAVILANES, M. L.; CUNHA, L. H. D. S.; LACA, J. P.; CARDOSO, C. Plantas consideradas daninhas para culturas como fonte de néctar e pólen. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 7, n. 2, p. 1-22, 1984. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-83581984000200001&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83581984000200001&lng=en&nrm=iso). Acesso em: 19 mai. 2020.

BROOKER, R. W.; BENNETT, A. E.; CONG, W. F.; DANIELL, T. J.; GEORGE, T. S.; HALLETT, P. D.; LI, L. Improving intercropping: a synthesis of research in agronomy, plant physiology and ecology. **New Phytologist**, London v. 206, n. 1, p. 107-117, 2015. DOI: 10.1111/nph.13132. Disponível em: <https://nph.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/nph.13132>. Acesso em: 05 mar. 2020.

DIAZ, NATALIA SALGADO. **Plantas espontâneas favorecem crisopídeos em plantio de pimenta malagueta**. 2014. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

DIAZ-CASTELAZO, C.; RICO-GRAY, V.; ORTEGA F.; ANGELES, G. Morphological and secretory characterization of extrafloral nectaries in plants of coastal Veracruz, Mexico. **Annals of Botany**, United Kingdom, v. 96, n. 7, p. 1175-1189, 2005. DOI: 10.1093/aob/mci270 Disponível em: <https://europepmc.org/article/pmc/pmc4247069#B40> Acesso em: 10 set 2020.

DIB, H.; LIBOUREL, G.; WARLOP, François. Entomological and functional role of floral strips in an organic apple orchard: Hymenopteran parasitoids as a case study. **Journal Insect Conservation**, England, v. 16, n. 2, p. 315-318, 2012. DOI 10.1007/s10841-012-9471-6. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10841-012-9471-6>. Acessado em: 20 mai. 2020.

DUSO, C.; MALAGNINI, V.; PAGANELLI, A.; ALDEGHERI, L.; BOTTINI, M.; OTTO, S. Pollen availability and abundance of predatory phytoseiid mites on natural and secondary hedgerows. **BioControl**, Dordrecht, v. 49, n. 4, p. 397-415, 2004. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1023/B:BICO.0000034601.95956.89>. Acesso em: 7 jun. 2020.

FORZZA, R. C.; FILARDI, F. L. R.; DOS SANTOS CONDACK, J. P.; ACCARDO, M. A. P. A. F.; LEITMAN, P.; MONTEIRO, S. H. N.; MONTEIRO, V. F. Herbário Virtual Re flora. **Unisanta BioScience**, Santos, v. 4, n. 7, p. 88-94, 2016. Disponível em: <https://periodicos.unisanta.br/index.php/bio/article/view/612>. Acesso em: 8 dez. 2020.

GAMA, J. S. N.; BRUNO, R. D. L. A.; QUIRINO, Z. G. M.; RAMALHO, F. D. S.; JÚNIOR, L. R. P. Comportamento de polinizadores e sistema reprodutivo de erva-doce cultivada em campo consorciado com algodão. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 26, n. 4, p. 39-47, 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/view/2679>. Acesso em: 11 mai. 2020.

GONTIJO, L. M. Engineering natural enemy shelters to enhance conservation biological control in field crops. **Biological control**, San Diego, v. 130, p. 155-163, 2019. DOI 10.1016/j.biocontrol.2018.10.014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2018.10.014>. Acesso em: 10 jan. 2020.

HENRIQUE, M. O; FIGUEIREDO, R. A.. Ecologia reprodutiva de crotalária (*Crotalaria spectabilis* Roth, Fabaceae) em área de cultivo agroecológico. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 13, n. 3, p. 385-391, 2018. Disponível em: <https://editoraverde.org/gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/5425/5907>. Acesso em: 19 jun. 2020

HÖDTKE, M.; ALMEIDA, D.L.; KÖPKE, U. Intercropping of maize and pulses: an evaluation of organic cropping systems. **Organic Agriculture**. [s.l.], 6, 1–17 (2016). DOI 10.1007/s13165-015-0108-4. Disponível em : <https://link.springer.com/article/10.1007/s13165-015-0108-4#citeas>. Acesso em: 12 mai.2020.

HOGG, B. N.; BUGG, R. L.; DAANE, K. M. Attractiveness of common insectary and harvestable floral resources to beneficial insects. **Biological Control**, Atlanta, v. 56, n. 1, p. 76-84, 2011. DOI 10.1016/j.biocontrol.2010.09.007. Disponível em: [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1049964410001994?casa\\_token=ifd1ih95NwEAAAAA:x8Tjsi91y2xQyfs2p\\_JBUfgyY1b8a3zEEfxslv4q90Q3YiYQsX92FAdi-ipB8NI8fDXiCNZ6AcET](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1049964410001994?casa_token=ifd1ih95NwEAAAAA:x8Tjsi91y2xQyfs2p_JBUfgyY1b8a3zEEfxslv4q90Q3YiYQsX92FAdi-ipB8NI8fDXiCNZ6AcET). Acesso em: 26 jan. 2020

LIEBMAN, Matt; DYCK, Elizabeth. Crop rotation and intercropping strategies for weed management. **Ecological applications**, Arizona, v. 3, n. 1, p. 92-122, 1993. DOI 10.2307/1941795. Disponível em: Acesso em: <https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2307/1941795?sid=nlm%3Apubmed>. 15 mai.2020.

LIXA, A. T.; CAMPOS, J. M.; RESENDE, A. L.; SILVA, J. C.; ALMEIDA, M. M.; AGUIAR-MENEZES, E. L. Diversidade de Coccinellidae (Coleoptera) em plantas aromáticas (Apiaceae) como sítios de sobrevivência e reprodução em sistema agroecológico. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 39, n. 03, p. 354-359, 2010. DOI 10.1590/S1519-566X2010000300007. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1519-566X2010000300007&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-566X2010000300007&lng=en&nrm=iso). Acesso em: 16 jan. 2020.

LIXA, A. T.; CAMPOS, J. M.; RESENDE, A. L.; SILVA, J. C.; ALMEIDA, M. M.; AGUIAR-MENEZES, E. L. Diversidade de Coccinellidae (Coleoptera) em plantas aromáticas (Apiaceae) como sítios de sobrevivência e reprodução em sistema agroecológico. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 39, n. 03, p. 354-359, 2010. DOI 10.1590/S1519-566X2010000300007. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1519-566X2010000300007&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-566X2010000300007&lng=en&nrm=iso). Acesso em: 16 jan. 2020.

LORENZI, H.; NICOLAI, M.; BIANCHI, M.A.; INOUE, M.H.; CORREIA, N.M.; CHRISTOFFOLETI P.J.; VIDAL, R.; VICTORIA FILHO, R.; OLIVEIRA JUNIOR, R.S.; GUIMARÃES, S.C. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas**. Nova Odessa, p. 384, 2014.

LUNDGREN, J. G.; MOSER, S. E.; HELLMICH, R. L.; SEAGRAVES, M. P. The effects of diet on herbivory by a predaceous lady beetle. **Biocontrol Science and Technology**, Abingdon, v. 21, n<sup>o</sup> 1, p. 71-74, 2011, DOI 10.1080/09583157.2010.524917. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09583157.2010.524917?journalCode=cbst20>. Acesso em: 18 mar. 2020.

MANGARAVITE, J. C. S.; PASSOS, R. R.; ANDRADE, F. V.; BURAK, D. L.; MENDONÇA, E. D. S. Produção de fitomassa e acúmulo de nutrientes por espécies utilizadas na adubação verde. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, n. 5, p. 732-739. 2014. DOI 10.1590/0034-737X201461050017. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-737X2014000500017&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-737X2014000500017&lng=en&nrm=iso). Acesso em: 19 Jun. 2020.

MARSHALL, E. J. P.; BROWN, V. K.; BOATMAN, N. D.; LUTMAN, P. J. W.; SQUIRE, G. R.; WARD, L. K. The role of weeds in supporting biological diversity within crop fields. **Weed research**, Boston, v. 43, n. 2, p. 77-89, 2003. DOI: 10.1046/j.1365-3180.2003.00326.x. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1046/j.1365-3180.2003.00326.x>. Acesso em: 18 mar. 2020.

MCNEILL, C. A.; LIBURD, O. E.; CHASE, C. A. Effect of Cover Crops on Aphids, Whiteflies, and Their Associated Natural Enemies in Organic Squash. **Journal of sustainable agriculture**, Bringhamton v. 36, n. 4, p. 382-403, 2012. DOI 10.1080/10440046.2011.611586. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10440046.2011.611586?scroll=top&needAccess=true>. Acesso em: 20 mai. 2020.

MELO, L.N.; DE SOUZA, T.A.F.; SANTOS, D. Cover crop farming system affects macroarthropods community diversity in Regosol of Caatinga, Brazil. **Biologia**, Bratislava 74, 1653–1660, 2019. DOI 10.2478/s11756-019-00272-5. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.2478/s11756-019-00272-5#citeas>. Acesso em: 15 jun. 2020.

MOREIRA, H.J da C.; BRAGANÇA, H. B.N. **Manual de identificação de plantas infestantes**. FMC Agricultural Products, Campinas, 1017p, 2011.

MUTAMISWA, R.; MOENG, E.; LE RU, B. P.; CONLONG, D. E.; ASSEFA, Y.; GOFTISHU, M.; NYAMUKONDIWA, C. Diversity and abundance of lepidopteran stem borer natural enemies in natural and cultivated habitats in Botswana. **Biological control**, Atlanta v. 115, p. 1-11, 2017. DOI 10.1016/j.biocontrol.2017.09.003. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1049964417301974>. Acesso em: 2 Jun. 2020.

NOGUEIRA, A.R.A.; SOUZA, G.B. **Manual de Laboratórios: Solo, Água, Nutrição Vegetal, Nutrição Animal e Alimentos**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2005. 313p.

NORRIS, Robert F.; KOGAN, Marcos. Ecology of interactions between weeds and arthropods. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 50, p. 479-503, 2005. DOI 10.1146/annurev.ento.49.061802.123218. Disponível em: <https://www.annualreviews.org/doi/full/10.1146/annurev.ento.49.061802.123218>. Acesso em: 11 mai. 2020.

QURESHI, S. A.; MIDMORE, D.J.; SYEDA, S. S.; REID, D.J. A comparison of alternative plant mixes for conservation bio-control by native beneficial arthropods in vegetable cropping systems in Queensland Australia. **Bulletin of entomological research**, London, v. 100, n. 1, p. 67-73, 2010. DOI 10.1017/S0007485309006774. Disponível em: <http://era.daf.qld.gov.au/id/eprint/1682/>. Acesso em: 22 jun. 2020.

RESENDE, A. L. S.; VIANA, A. J. D. S.; OLIVEIRA, R. J.; MENEZES, E. D. L. A.; RIBEIRO, R. D. L.; RICCI, M. D. S.; GUERRA, J. G. M. Consórcio couve-coentro em cultivo orgânico e sua influência nas populações de joaninhas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 1, p. 41-46, 2010. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-05362010000100008&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-05362010000100008&lng=en&nrm=iso). Acesso em 12 mai 2019.

RAMALHO, F. S.; FERNANDES, F. S.; NASCIMENTO, A. R. B.; NASCIMENTO, J. L.; MALAQUIAS, J. B.; SILVA, C. A. D. Assessment of fennel aphids (Hemiptera: Aphididae) and their predators in fennel intercropped with cotton with colored fibers. **Journal of economic entomology**, Lanham, v. 105, n. 1, p. 113-119, 2012. DOI 10.1603/EC11219 . Disponível em: <https://academic.oup.com/jee/article-abstract/105/1/113/845722?redirectedFrom=fulltext>. Acesso em: 18 abr. 2020.

SIMON, S.; BOUVIER, J. C.; DEBRAS, J. F.; SAUPHANOR, B. Biodiversity and pest management in orchard systems. A review. **Agronomy for sustainable development**, Les Ulis, v. 30, n. 1, p. 139-152, 2010. DOI : [doi.org/10.1051/agro/200901](https://doi.org/10.1051/agro/200901). Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1051%2Fagro%2F2009013>. Acesso em 15 mar. 2020.

SOUZA, M.; COMIN, J. J.; KURTZ, C.; LOVATO, P. E.; LIMA, A. P., Phenolic Compounds with Allelopathic Potential of *Secale cereale* L. and *Raphanus sativus* L. Grown Under an Agroecological No-Tillage System. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 37, 2019. DOI 10.1590/s0100-83582019370100090. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-83582019000100287&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582019000100287&lng=en&nrm=iso). Acesso em 17 Jun. 2020.

TILMAN, D.; REICH, P.B.; KNOPS, J. Diversity and stability in plant communities (Reply). **Nature**, London, v. 446, n. 7135, p. E7-E8, 2007. DOI 10.1038/nature05750 Disponível em: <https://www.nature.com/articles/nature05750> Acesso em: 12 jan 2020.

TSCHUMI, M.; ALBRECHT, M.; ENTLING, M. H.; JACOT, K. High effectiveness of tailored flower strips in reducing pests and crop plant damage. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, London, v. 282, n. 1814, p. 20151369, 2015. Disponível em: <https://royalsocietypublishing.org/doi/full/10.1098/rspb.2015.1369>. Acesso em: 23 mai.2020

UWAMAHORO, F.; BUCAGU, C.; BERLIN, A.; BYLUND, H.; YUEN, J. Host range and banana cultivars' susceptibility to *Xanthomonas campestris* pv. *musacearum* in Rwanda. **African Crop Science Journal**, Kampala, v. 27, n. 3, p. 463-478, 2019. DOI: 10.4314/acsj.v27i3.10. Disponível em: <https://www.ajol.info/index.php/acsj/article/view/189258> Acesso em: 10 jun. 2020.

VAN RIJN, P. C. J.; WÄCKERS, F. L. Nectar accessibility determines fitness, flower choice and abundance of hoverflies that provide natural pest control. **Journal of Applied Ecology**, v. 53, nº 3, p. 925–933, 2016. ISSN: 13652664, DOI: 10.1111/1365-2664.12605. Disponível em: <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/1365-2664.12605>. Acesso em: 15 jun.2020.

WÄCKERS, F. L.; RIJN, P. C. J. VAN. Pick and Mix: Selecting Flowering Plants to Meet the Requirements of Target Biological Control Insects. **Biodiversity and Insect Pests**. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd, 2012. p. 139–165. ISBN: 9780470656860, DOI: 10.1002/9781118231838.ch9. Disponível em: <https://www.arc2020.eu/wp-content/uploads/2017/06/WackersVanRijn-Gurr2012-Ch9.pdf>. Acesso em: 25 mai. 2020.

WENDLING, Marina et al., Effect of species identity and diversity on biomass production and its stability in cover crop mixtures. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Amsterdam v. 281, p. 81-91, 2019. DOI 10.1016/j.agee.2019.04.032  
Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167880919301197>.  
Acesso em: 25 jan. 2020.

ZENNER, I.; ÁLVAREZ, A.; BARRETO, S. Influence of parasitism by *Chelonus insularis* Cresson (Hymenoptera: Braconidae) on the susceptibility of *Spodoptera frugiperda* (JE Smith)(Lepidoptera: Noctuidae) to insecticides. **Neotropical entomology**, Londrina, v. 35, n. 6, p. 818-822, 2006. DOI 10.1590/S1519-566X2006000600015. Disponível em:  
[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1519-566X2006000600015&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-566X2006000600015&lng=en&nrm=iso). Acesso em: 12 mai. 2020.

## **CAPÍTULO II**

### **EFEITOS DE COMPOSIÇÕES VEGETAIS SOBRE A COMUNIDADE DE ARTRÓPODES PREDADORES**

## RESUMO

A atração dos predadores para os sistemas agrícolas pode ser promovida de diferentes formas, entre elas, pela diversificação da paisagem agrícola, usando-se plantas cultivadas ou silvestres. Entretanto, para que a diversificação traga resultados positivos comprovados, é preciso saber mais sobre a artrópofauna associada às plantas e de que forma inseri-las no agroecossistema. Objetivou-se determinar quais as composições vegetais contendo quatro espécies de plantas mais contribuem para a atração e manutenção de artrópodes predadores. Os tratamentos foram formados pelas plantas cosmos (*Cosmos sulphureus* – Asteraceae), crotalária (*Crotalaria spectabilis* – Fabaceae), erva-doce (*Foeniculum vulgare* – Apiaceae) e feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* – Fabaceae) cultivadas de forma solteira e em consórcio, tendo a vegetação espontânea como testemunha. Os tratamentos consistiram das quatro espécies em cultivo solteiro, e em consórcio sob três densidades. O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso. Os cultivos foram conduzidos de maio a novembro de 2017 e as amostragens de artrópodos presentes foram realizadas usando-se um aspirador motorizado. Aranhas e insetos predadores foram triados, contabilizados e classificados em famílias. Calculou-se a frequência e constância das famílias de aranhas e insetos predadores. Para as famílias classificadas como muito frequentes e constantes realizou-se ANOVA simples e a flutuação populacional ao longo do ciclo das plantas. As médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ) com o pacote ‘ExpDes.pt’ no R. O cosmos e as plantas dos *mix* 1, 2 e 3 apresentaram o maior número total de predadores. A maior riqueza de famílias foi encontrada em cosmos, nos três *mixes* e na vegetação espontânea. Encontrou-se a maior constância de famílias nos três *mixes* e na vegetação espontânea, superando os demais tratamentos em cultivo solteiro. Destacaram-se nos três *mixes* as famílias de aranhas Oxyopidae e Thomisidae, e de insetos Chrysopidae e Coccinellidae. A flutuação populacional dos principais predadores, mostrou que estes se mantiveram presentes nos *mixes* durante todo o período de cultivo, apresentando picos durante a floração e na ocorrência de pulgões na erva-doce. Conclui-se os sistemas consorciados (*mixes*) são superiores aos cultivos solteiros para a maior parte dos parâmetros avaliados e atraem em maior número os predadores das famílias Oxyopidae, Thomisidae, Chrysopidae e Coccinellidae. O aumento da densidade de plantas nos *mixes* (10,8; 14,3 e 21,5 plantas.m<sup>-2</sup>) está correlacionado com o aumento de aranhas da família Araneidae, Oxyopidae e Thomisidae, portanto, apresentam potencial para uso na diversificação de áreas cultivadas.

**Palavras-chave:** controle biológico conservativo, diversificação funcional, inimigos naturais.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

## ABSTRACT

The attraction of predators to agricultural systems can be promoted in different ways by diversifying the agricultural landscape and using cultivated or wild plants. However, for diversification to bring proven positive results, it is necessary to know more about the arthropod fauna associated with plants and how to insert them in the agroecosystem. The objective was to determine which plant compositions mostly contributed to the attraction and maintenance of predatory arthropods. The treatments were formed by the cosmos plants (*Cosmos sulphureus* - Asteraceae), crotalaria (*Crotalaria spectabilis* - Fabaceae), fennel (*Foeniculum vulgare* - Apiaceae), and jack beans (*Canavalia ensiformis* - Fabaceae) under single or intercropping, with spontaneous vegetation as a control. The treatments consisted of the four species in single cropping and intercropped under three densities. The experimental design adopted was in randomized blocks. Cultivations were carried out from May to November 2017, and the sampling of arthropods present was carried out using a motorized vacuum cleaner. Predatory spiders and insects were screened, counted, and classified into families. The frequency and constancy of predator spider and insect families were calculated. Families classified as 'very frequent' and 'constant' were submitted to ANOVA; population fluctuation was also performed throughout the plant cycle. The averages were compared using the Scott-Knott test ( $p < 0.05$ ) with the 'ExpDes.pt' package on R. The cosmos and plants in mix 1, 2, and 3 showed the highest total number of predators. The greatest richness of families was found under cosmos, in the three mixes, and spontaneous vegetation. The highest constancy of families was found in the three mixes and the spontaneous vegetation. The spiders belonging to Oxyopidae and Thomisidae families and insects Chrysopidae and Coccinellidae stood out in the three mixes. The population fluctuation of the main predators showed that they remained present in the mixes throughout the cultivation period, showing peaks during flowering and in the occurrence of aphids in the fennel. In conclusion, the consortium systems (mixes) are superior to single crops for most of the evaluated parameters and attract in higher numbers the predators of the families Oxyopidae, Thomisidae, Chrysopidae, and Coccinellidae. The increase in plant density in the mixes (10.8; 14.3 and 21.5 plants.m<sup>-2</sup>) is correlated with increased spiders of the family Araneidae, Oxyopidae, and Thomisidae; therefore, they have potential for use in the diversification of cultivated areas.

**Keywords:** conservative biological control, functional diversification, natural enemies.

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001.

# 1 INTRODUÇÃO

A agricultura vem avançando com práticas cada vez mais sustentáveis que visam a maximização da eficiência de uso dos recursos naturais, entre os quais se destacam os serviços ecossistêmicos relacionados ao biocontrole de pragas (TILMAN et al., 2002). A complexidade da paisagem favorece a diversidade de artrópodes que, por sua vez, contribui para a estabilidade da biodiversidade e, por consequência, permite interações tróficas direcionadas para a regulação natural de pragas nos cultivos (TSCHARNTKE et al., 2005).

Se por um lado a diversificação beneficia a agricultura, a simplificação dos sistemas agrícolas adotado nos monocultivos facilita a localização desses pelos insetos fitófagos tornando-os mais susceptíveis ao ataque de pragas (FINCH; COLLIER, 2012; HE et al., 2019). Os monocultivos são mais vulneráveis também porque as respostas das interações tróficas são lentas devido à menor disponibilidade de áreas de refúgio para os agentes de controle biológico (RISCH, 1981), enquanto em cultivos diversificados a presença de áreas de refúgio faz com que as interações tróficas sejam mais intensas e minimizem os problemas fitossanitários, reduzindo as intervenções com defensivos (GONTIJO, 2019). Dentre as estratégias para a atração e manutenção de inimigos naturais em cultivos agrícolas, a diversificação através da inserção de flores e de plantas de cobertura mostra-se como opção eficiente e reproduzível para aumentar a eficiência do controle biológico de pragas (HATT et al., 2013). Essa técnica tem maior adoção quando, além da atração de inimigos naturais, as plantas têm uma multifuncionalidade no sistema produtivo, contribuindo de maneira ampla para a sua sustentabilidade. Um exemplo disso são as plantas de cobertura utilizadas comumente como adubos verdes, mas que também podem contribuir para a supressão de plantas daninhas, fitopatógenos e para a atração de inimigos naturais. A crotalária (*Crotalaria spectabilis* Roth. - Fabaceae) é uma dessas plantas, pois controla nematoides e seu pólen é alimento para predadores como *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) (VENZON et al., 2006) além de abrigar outros inimigos naturais. O feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* L. - Fabaceae), por sua vez, é um adubo verde controlador de fitopatógenos e oferece refúgio para artrópodes predadores (MELO; SOUZA; SANTOS, 2019).

As plantas das famílias Asteraceae e Apiaceae também são conhecidas como plantas atrativas para inimigos naturais e, como as Fabaceae, possuem multifuncionalidades nas áreas de produção agrícola. O cosmos, *Cosmos sulphureus* Cav. (Asteraceae), tem potencial para floricultura de corte, suas flores contém elevada concentração de ácidos fenólicos com atividade herbicida e atraem principalmente predadores como os insetos Coccinellidae, Syrphidae e as aranhas Lysosidae e Linyphiidae (ALDINI; MARTONO; TRISYONO, 2019; RESPATIE et al., 2019). A erva-doce, *Foeniculum vulgare* Mill. (Apiaceae), é uma importante planta medicinal, com sementes comercializadas em vários países e que tem atratividade para *Cycloneda sanguinea* L. (Coccinellidae), importante agente de controle biológico para diversos cultivos, entre eles algodão e tabaco (LIXA et al., 2010; RESENDE et al., 2010; 2011; 2012; FERNANDES et al., 2015; TOENNISSON; KLEIN; BURRACK, 2019). Além dessas, outras Asteraceae têm o seu potencial atrativo reconhecido, como é o caso do girassol (*Helianthus annuus* L.), falsa-camomila (*Anthemis arvensis* L.), centáurea (*Centaurea cyanus* L.) e de outras Apiaceae como endro (*Anethum graveolens* L.), cerefólio (*Anthriscus cerefolium* L.) e coentro (*Coriandrum sativum* L.) (LIXA et al., 2010; RESENDE et al., 2010; 2012; TSCHUMI et al., 2015; TOENNISSON; KLEIN; BURRACK, 2019).

Embora relativamente simples, essa prática não é amplamente adotada como uma estratégia de diversificação de agroecossistemas pelos agricultores brasileiros. Uma das limitações é a falta de informações sobre o potencial atrativo das plantas para inimigos naturais, sobre a entomofauna associada a cada planta, a época e a forma de distribuí-las nas áreas de cultivo. A escolha das plantas também depende da facilidade de obtenção de sementes e das culturas agrícolas com as quais as plantas serão combinadas na forma de consórcio.

Sendo assim, objetivou-se determinar quais as composições vegetais de cosmos, crotalária, erva-doce e feijão-de-porco que mais contribuem para a atração e manutenção de artrópodes predadores.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### Instalação do experimento

O experimento foi conduzido em condições de campo, na área experimental da Embrapa Agrobiologia, em Seropédica, RJ, utilizando-se parcelas de 3,0 x 4,0 m, constituídas de seis linhas de cultivo espaçadas em 0,50 m. Foi adotado um delineamento experimental com quatro blocos casualizados e oito tratamentos, sendo eles quatro espécies de plantas em cultivo solteiro (cosmos, crotalária, erva-doce e feijão-de-porco), três densidades de consórcio das mesmas plantas e uma testemunha (planta espontânea) (Figura 1, Tabela 1).

A densidade adotada em cultivo solteiro para o cosmos, crotalária, erva-doce e feijão-de-porco foram de 8, 25, 4 e 6 plantas.m<sup>-2</sup>, respectivamente, com base em Barreto e Fernandes (2001), Hogg, Bugg e Daane (2011) e Ramalho et al. (2012). Para os consórcios, designados aqui como *mixes*, tomou-se como base a densidade em solteiro, usando-se as substituições (a) completa (1/4 da densidade – *mix* 1) e substituições parciais (1/3 – *mix* 2 e 1/2 – *mix* 3) como ilustra a Tabela 1.

Visando-se proporcionar condições de competição botânica controladas para as espécies cultivadas, as plantas foram arranjadas em linha (Figura 1).

**Tabela 1.** Densidade de plantas nos tratamentos avaliados. Seropédica, RJ, maio a novembro de 2017

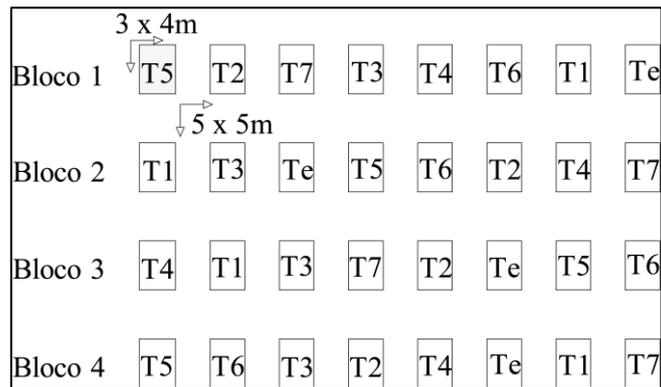
Tratamentos	Densidade de plantas (n° de plantas.m <sup>-2</sup> )				Total
	cosmos*	crotalária*	erva-doce*	feijão-de-porco*	
solteiro 1	8	---	---	---	8
solteiro 2	---	25	---	---	25
solteiro 3	---	---	4	---	4
solteiro 4	---	---	---	6	6
<i>mix</i> 1 (1/4)	2	6,3	1	1,5	10,8
<i>mix</i> 2 (1/3)	2,7	8,3	1,3	2	14,3
<i>mix</i> 3 (1/2)	4	12,5	2	3	21,5
testemunha	plantas espontâneas (média de 12 espécies.m <sup>-2</sup> )				87

\*cosmos = *Cosmos sulphureus*; crotalária = *Crotalaria spectabilis*; erva-doce = *Foeniculum vulgare*; feijão-de-porco = *Canavalia ensiformis*, espaçamento entrelinhas de 0,5 m.



**Figura 1.** Parcelas experimentais 65 dias após o plantio nos oito tratamentos estudados. Seropédica, RJ, maio a novembro de 2017. A = cosmos (*Cosmos sulphureus*); B = crotalária (*Crotalaria spectabilis*); C = erva-doce (*Foeniculum vulgare*); D = feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*); E: = mix 1 (10,8 plantas.m<sup>-2</sup>); F = mix 2 (14,3 plantas.m<sup>-2</sup>); G = mix 3 (21,5 plantas.m<sup>-2</sup>), H = Testemunha (plantas espontâneas)

A erva doce foi cultivada em bandejas de isopor de 72 células com substrato comercial Carolina® enriquecido com húmus de minhoca em 10% e transplantadas aos 50 dias de semeadura. As demais plantas tiveram a semeadura feita em linhas diretamente em sulco de plantio. As plântulas de erva-doce, as sementes de cosmos e crotalária foram para campo na mesma data, 15/05/2017. Devido ao crescimento rápido e vigoroso do feijão-de-porco, a semeadura foi realizada com 15 dias após as primeiras, para o cultivo solteiro e consorciado, conforme recomendado por Barreto e Fernandes (1998) que usaram cultivos consorciados dessa leguminosa com milho. Os cultivos foram conduzidos de maio a novembro de 2017. As parcelas foram separadas entre si por 5 metros, sistematicamente capinados com enxada rotativa, para evitar o efeito dessas áreas sobre o experimento (Quadro 1). Utilizou-se irrigação por aspersão para elevar a umidade do solo até a capacidade de campo. A adubação adotada levou em conta a análise do solo e tomou como princípio a cultura da erva-doce, sendo a única espécie com recomendação de adubação e provavelmente a mais exigente. A parcela composta por vegetação espontânea não foi adubada.



**Quadro 1.** Croqui com delineamento experimental. Seropédica, RJ, maio a novembro de 2017. T1: cosmos; T2: crotalária; T3: erva-doce; T4: Feijão-de-porco; T5: *mix* 1: consórcio de 10,8 plantas.m<sup>-2</sup>; T6: *mix* 2: consórcio de 14,3 plantas.m<sup>-2</sup> T7: *mix* 3: consórcio de 21,5 plantas.m<sup>-2</sup> ; Te: testemunha plantas espontâneas.

### Amostragem

As amostragens de artrópodes nas plantas estudadas foram realizadas a cada quinze dias em média, a partir de 04/07/2017. Os insetos predadores, as aranhas e os pulgões foram capturados usando-se um aspirador motorizado, modelo Stihl® BG86C, em cuja entrada do tubo aspirador foi acoplado um saco de tecido *voile*. O aspirador foi passado sobre a vegetação percorrendo a altura da planta e entre as plantas durante 30 segundos no período de 9h às 11h (SCHERBER et al., 2014), em uma área de 1 m<sup>2</sup> no centro das parcelas (Figura 2).



**Figura 2.** Coleta de artrópodes predadores em cosmos (*Cosmos sulphureus*) usando aspirador motorizado, modelo STIHL® BG86C. Seropédica, de julho a novembro de 2017

Os artrópodes coletados foram mortos por congelamento, triados para separar os artrópodes e posteriormente identificados ao menor nível taxonômico, através de comparação com os exemplares da coleção de trabalho do Laboratório de Controle Biológico da Embrapa Agrobiologia ou através da colaboração de taxonomistas de outras instituições.

### **Análise faunística dos dados**

Baseado em Silveira Neto et al. (1976), foi calculada a frequência das famílias em cada tratamento [(número de indivíduos da família / total de indivíduos capturados) \* 100]. Desta forma, considerou-se como táxons importantes nas condições de estudo, as famílias de artrópodes predadores cuja frequência foi igual ou maior que o limite superior do intervalo de confiança (IC) a 5% de probabilidade, sendo essas denominadas de famílias “muito frequentes”.

O intervalo de confiança foi calculado a partir da equação  $IC = m \pm t.s (m)$ , onde:  $m$  = estimativa da frequência média;  $t = 2,04$  para  $\alpha = 5\%$  com 31 graus de liberdade;  $s (m)$  = erro padrão da média, conforme Silveira Neto et al. (1976).

A constância das famílias foi estimada pela fórmula:  $C = (\text{número de coletas com a presença da família} / \text{total de coletas efetuadas}) * 100$  (SILVEIRA NETO et al., 1976). Para a discussão, foram consideradas apenas as famílias de artrópodes predadores constantes, ou seja, encontradas em 50% ou mais das coletas. As famílias acessórias e acidentais não entraram na discussão.

A riqueza de artrópodes foi determinada pelo número de famílias coletadas.

### **Análise estatística da comunidade de artrópodes**

As variáveis ‘número de artrópodes’, ‘riqueza de famílias’, ‘frequência’ (famílias muito frequentes) e ‘constância’ (famílias constantes) foram consideradas para a análise de variância e submetidas aos testes de homogeneidade de O’Neill e Mathews ( $p > 0,05$ ), normalidade dos resíduos de Shapiro-Wilk ( $p > 0,05$ ) como premissa para a condução da análise de variância, ANOVA ( $p < 0,05$ ). As médias das variáveis foram comparadas e classificadas pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ), com o auxílio do pacote ‘ExpDes.pt’ no ambiente R v.3.6.1.

### **Flutuação populacional de artrópodes predadores em diferentes composições de plantas**

Para analisar a flutuação populacional dos predadores, foram selecionadas as famílias com classes muito frequentes e constantes nas coletas e usado um gráfico de dispersão em função do período de florescimento das plantas nos consórcios (mixes). Nesse, avaliou-se também a flutuação populacional do pulgão da erva-doce que poderiam interferir na população dos inimigos naturais e cujas médias foram transformadas em  $\sqrt{x/5}$  para redução da escala. Avaliou-se o efeito do adensamento dos tratamentos com *mix* sobre o número de predadores e entre os predadores dessas famílias mais importantes usando-se a correlação de Pearson no software PAST 4.0.

Para avaliar a contribuição das plantas em consórcio sobre a população de predadores, contabilizou-se a porcentagem de espécies em antese e a época de floração.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Análise faunística de artrópodes predadores associada às diferentes composições vegetais

Os artrópodes predadores coletados nas quatro plantas estudadas e testemunha, em cultivo solteiro e consorciado, em um período de 122 dias, totalizaram 2.890 indivíduos.

O cosmos e os *mix* 1, 2 e 3 apresentaram o maior número total de predadores entre os tratamentos ( $p < 0,05$ ). A riqueza de famílias encontradas em cosmos, nos consórcios *mix* 1, 2 e 3 e na vegetação espontânea superou os demais tratamentos ( $p < 0,05$ ). O número de famílias constantes capturados nos consórcios *mix* 1, 2 e 3 e na vegetação espontânea foi estatisticamente superior ( $p < 0,05$ ) aos demais tratamentos em cultivo solteiro. O número de famílias frequentes não diferiu estatisticamente entre as plantas estudadas (Tabela 2). Nos consórcios, o aumento da densidade proposto não apresentou efeitos significativos sobre os parâmetros faunísticos estudados; entretanto, quando comparados aos cultivos solteiros, aumentaram o número de famílias constantes (Tabela 4).

**Tabela 2.** Parâmetros faunísticos de artrópodes predadores capturados em plantas sob cultivo solteiro e consorciado sob três níveis de densidade. Seropédica, RJ, julho a novembro de 2017

Parâmetros faunísticos	cosmos	crotalária	erva-doce	feijão-de-porco	<i>mix</i> 1 <sup>1</sup>	<i>mix</i> 2 <sup>1</sup>	<i>mix</i> 3 <sup>1</sup>	vegetação espontânea	CV%
Nº médio de artrópodes <sup>2</sup>	108,2a	36,0d	74,0c	30,5d	111,0a	129,7a	144,7a	85,2b	24,1
Riqueza média de famílias <sup>2</sup>	18,0a	9,25b	10,0b	11,5b	13,75a	14,0a	15,75a	15,75a	14,12
Nº médio de Famílias constantes <sup>2,3</sup>	2,75b	2,00b	2,50b	1,50b	4,0a	4,25a	4,0a	3,25a	40,82
Nº médio de famílias frequentes <sup>4</sup>	5	5	4	6,25	5,50	5,25	5,0	6,25	24,32

<sup>1</sup> *mix* 1, 2 e 3 representam o consórcio de cosmos, crotalária, erva-doce e feijão-de-porco em três densidades de cultivo 10,8 14,3 e 21,5 plantas.m<sup>2</sup>, respectivamente; <sup>2</sup>Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem estaticamente pelo teste de Skott-Knott ( $p < 0,05$ ); <sup>3</sup>Constância maior que 50% nas coletas; <sup>4</sup>Frequência maior intervalo de confiança superior ( $p < 5\%$ ), as médias não diferem entre si pelo teste F ( $p < 0,05$ ).

A diferença dos parâmetros faunísticos da artropodofauna do cosmos para as outras plantas do cultivo solteiro, e a semelhança ao cultivo consorciado pode ocorrer devido ao dossel da planta, microclima favorável, acessibilidade das flores e qualidade do pólen, além de específica configuração de compostos orgânicos voláteis. Aldini, Martono e Trisyono (2019) também encontraram maior atratividade de inimigos naturais em cosmos comparado a outras espécies de Asteraceae, *Zinnia elegans* e *Tagetes erecta*. Segundo Sivinski et al. (2011), cada planta com suas características florísticas morfológicas e bioquímicas tem o potencial a atração de um grupo específico ou mais amplo de inimigos naturais. A semelhança da característica da artropodofauna do cosmos com a os cultivos consorciados se dá pela presença da planta na composição dos mesmos. Os resultados sugerem que o cosmos seja uma planta-chave na constituição dos

consórcios, porque não diferiu dos *mixes*. Entretanto, essa hipótese só pode ser confirmada em estudo específico para esse fim.

A superioridade das composições florísticas em relação à maioria dos cultivos solteiros quanto ao total de artrópodes, riqueza e o a constância de famílias pode ser explicada pela condição biótica e abiótica criada pela reunião de diferentes plantas com características botânicas distintas. Segundo Khaliq et al. (2014) e Lu et al. (2014), as diferentes combinações de plantas são capazes de alterar o microclima, e, em resposta a esse fator, os predadores podem expressar todo o potencial biótico, aumentar a taxa de sobrevivência e de reprodução, possibilitando assim o aumento de parâmetros faunísticos como o número de indivíduos, riqueza, constância e frequência.

Nos refúgios com maior diversificação vegetal predominam estruturas mais complexas como galhos, folhas flores e serapilheira que, por sua vez, permitem a regulação de processos subjacentes no nível do *habitat* como a predação de outros organismos. A dieta disponível aos predadores associados às flores pode ser composto por outros predadores, fitófagos, polinizadores e detritívoros (MASONICK; HERNANDEZ; WEIRAUCH, 2019). As condições de *habitat* promovidas pelas estruturas botânicas e o aumento do número de predadores permitem que os inimigos naturais se beneficiem também da predação intraguilda. Entretanto, a presença de refúgios com diversas plantas pode dificultar esses encontros entre predadores, o que por sua vez, traz a predação intraguilda para níveis normais (FINKE; DENNO, 2006) e contribui para a manutenção da diversidade de predadores.

Tendo em vista os benefícios que as plantas oferecem individualmente, a reunião de várias plantas na forma de consórcio garante para os artrópodes predadores não apenas um refúgio com diversidade de alimentos complementares, mas também a oferta desses recursos por um período maior de tempo, o que pode garantir maior recrutamento dos agentes de controle biológico. Mesmo em pequena escala e em paisagens dominadas por monocultivos essa diversificação da paisagem pode contribuir para a redução de pragas (BOSEM BAILLOD et al., 2017).

Essa interferência da diversidade de plantas sobre o número de predadores em sistemas agrícolas foi confirmada em outros estudos. O consórcio de azevém (*Lolium perenne* L. - Poaceae) com mostarda-branca (*Sinapis alba* L. - Brassicaceae) e trevo-branco (*Trifolium repens* L. – Fabaceae) nas entrelinhas em cultivo de pera, aumentou os índices de diversidade e a razão entre predadores e fitófagos, superando a cobertura com vegetação espontânea (RIEUX; SIMON; DEFRANCE, 1999). Os consórcios de Fabaceae como *Crotalaria juncea* e *Mucuna pruriens* foram atrativos para inimigos naturais e reduziram os níveis de pragas no cultivo de abobrinha (*Curcubita pepo* L. - Cucurbitaceae) (MCNEILL; LIBURD; CHASE, 2012). Estes estudos indicam que o uso dos refúgios com consórcios de plantas de cobertura apresenta-se como uma ferramenta promissora para a conservação de inimigos naturais.

Assim, acredita-se que não apenas a quantidade de recursos florais seja importante, mas também, que a qualidade seja fator decisivo para estabelecer a atratividade das composições florísticas. Nesse sentido, a manipulação da paisagem agrícola com espécies floríferas garante aos inimigos naturais uma dieta com diversificado acesso a pólen e néctar, que por sua vez, permitem não apenas o aumento da abundância e diversidade, mas também melhoria nos aspectos biológicos (LU et al., 2014).

As dietas mistas, que incluem presas e suplementação com pólen, aumentam o desenvolvimento, a sobrevivência, fecundidade e a longevidade de diferentes como predadores *Orius* spp. (Anthocoridae), *Geocoris punctipes* (Say, 1832) (Geocoridae) além de outras famílias como Lygaeidae, Pentatomidae, Nabidae e Reduviidae

(NARANJO; GIBSON, 1996), Chrysopidae e também Coccinellidae (EUBANKS; STYRSKY, 2005; LUNDGREN et al., 2011).

Considerando apenas as famílias de artrópodes predadores muito frequentes e constantes em cada tratamento no estudo realizado em Seropédica, os grupos com maior destaque foram as aranhas das famílias Araneidae, Oxyopidae e Thomisidae e os insetos das famílias Chrysopidae e Coccinellidae (Tabela 4).

Nos cultivos em solteiro, destacaram-se no cosmos e na crotalária os predadores das famílias Thomisidae e Chrysopidae; na erva-doce Oxyopidae e Thomisidae e no feijão-de-porco apenas Chrysopidae. Nos cultivos consorciados destacaram-se no *mix* 1 e 2 as famílias Oxyopidae, Thomisidae, Coccinellidae e Chrysopidae; no *mix* 3 Araneidae, Oxyopidae, Thomisidae e Chrysopidae. Por último, na vegetação espontânea, composta em média por 12 espécies.m<sup>-2</sup> e 87 plantas.m<sup>-2</sup>, destacaram-se apenas Oxyopidae, Thomisidae e Chrysopidae (Tabela 4). A presença de aranhas Thomisidae e de Chrysopidae em 77,8 a 83,6% das coletas realizadas nos tratamentos com plantas consorciadas (*mix* 1, 2 e 3) mostra que há grande interação entre esses inimigos naturais e o ambiente proporcionado pelas plantas. Além de alta constância durante o estudo, a presença de Thomisidae e Chrysopidae nas plantas consorciadas ocorreu na mesma época, junho a outubro (Figura 3), o que também mostra que ocupam nichos distintos.

Essas informações corroboram o que Symondson; Sunderland; Greenstone (2002) observaram. Segundo os autores, paisagens mais complexas são povoadas por predadores onívoros generalistas, sobretudo as aranhas, que são fundamentais para a predação em períodos com baixa disponibilidade de presas, expressando maior sobrevivência a longo prazo. Além disso, nos sistemas agrícolas os predadores generalistas são potencialmente capazes de manter os níveis populacionais de insetos-praga abaixo do nível de dano (SYMONDSON; SUNDERLAND; GREENSTONE, 2002). Assim, como predadores de topo, as aranhas são exigentes na qualidade, composição estrutural e na complexidade do *habitat* vegetal, além de expressarem diferentes comportamentos na predação de algumas guildas (HEIKKINEN; MACMAHON, 2004). Ainda que generalistas esses predadores podem apresentar um comportamento ligeiramente restrito na escolha de presas quando esta apresenta-se muito abundante em determinado micro habitat como acontece em cultivos agrícolas.

Os thomisídeos habitam folhas e flores, sendo esses locais adotados para emboscadas contra as suas presas como himenópteros e lepidópteros, que podem ser pragas agrícolas (MARC; KANARD, 1997; SCHMAEDICK; SHELTON, 2000). Segundo Balzan, Bocci e Moonen (2014), a erva-doce é atrativa para os thomisídeos, as flores amarelas são usadas pelas aranhas em um padrão ultra violeta (UV) para atrair e confundir os visitantes florais (WELTI; PUTNAM; JOERN, 2016). A elevada constância e frequência associadas apenas nas plantas com flores amarelas, a saber cosmos, crotalária e erva-doce sugere que essa seja uma característica fundamental para a atração desses predadores, uma vez que não há o mesmo efeito atrativo para o feijão-de-porco cujas flores são roxas-violáceas.

**Tabela 3.** Frequência e constância média das famílias de artrópodes predadores.m<sup>-2</sup> capturados em cosmos, crotalária, erva-doce e feijão-de-porco em cultivo solteiro e consorciado e em vegetação espontânea. Seropédica, RJ, Brasil, período de 04/07 a 03/11/2017

Tratamentos		cosmos		crotalária		erva-doce		feijão-de-porco		mix 1 <sup>1</sup>		mix 2 <sup>1</sup>		mix 3 <sup>1</sup>		Vegetação espontânea	
Ordem	Família	F	C	F	C	F	C	F	C	F	C	F	C	F	C	F	C
Araneae	Araneidae	6,8	41,7	10,2	18,8	9,5	44,4	4,4	16,7	4,4	33,3	7,4	44,4	<u>10,8<sup>2</sup></u>	<u>58,3<sup>2</sup></u>	8,8	44,4
	Eutichuridae	7,0	36,1	11,5	37,5	3,5	27,8	3,9	13,9	5,1	36,1	4,5	41,7	3,8	36,1	6,0	36,1
	Lycosidae	0,2	2,8	0,4	3,1	0,4	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	2,8	0,2	2,8	0,5	2,8
	Oxyopidae	8,3	41,7	9,3	28,1	<u>29,0<sup>2</sup></u>	<u>63,9<sup>2</sup></u>	6,2	16,7	<u>16,3<sup>2</sup></u>	<u>55,6<sup>2</sup></u>	<u>18,4<sup>2</sup></u>	<u>72,2<sup>2</sup></u>	<u>20,8<sup>2</sup></u>	<u>69,4<sup>2</sup></u>	<u>18,6<sup>2</sup></u>	<u>69,4<sup>2</sup></u>
	Pholcidae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Phylodromidae	0,2	2,8	0,0	0,0	0,2	2,8	0,0	0,0	0,3	2,8	0,0	0,0	0,2	2,8	0,5	5,6
	Psauridae	1,6	8,3	1,2	6,3	0,5	2,8	0,6	2,8	0,0	0,0	0,1	2,8	0,0	0,0	1,0	8,3
	Sparassidae	0,2	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Theridiidae	0,0	0,0	0,7	3,1	0,0	0,0	0,6	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Thomisidae	<u>23,6<sup>2</sup></u>	<u>86,1<sup>2</sup></u>	<u>30,7<sup>2</sup></u>	<u>59,4<sup>2</sup></u>	<u>21,7<sup>2</sup></u>	<u>63,9<sup>2</sup></u>	12,2	44,4	<u>22,5<sup>2</sup></u>	<u>83,3<sup>2</sup></u>	<u>21,0<sup>2</sup></u>	<u>80,6<sup>2</sup></u>	<u>21,0<sup>2</sup></u>	<u>83,3<sup>2</sup></u>	<u>19,9<sup>2</sup></u>	<u>75,0<sup>2</sup></u>
	Salticidae	3,5	25	3,6	15,6	1,1	8,3	4,4	13,9	1,1	11,1	0,9	8,3	1,1	13,9	0,7	8,3
Coleoptera	Anthicidae	0,6	5,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	8,3	0,3	5,6	0,2	2,8	0,8	5,6
	Carabidae	1,8	16,7	3,0	12,5	0,8	5,6	1,2	2,8	1,1	8,3	2,1	16,7	1,4	19,4	3,6	19,4
	Coccinellidae	3,8	33,3	6,2	21,9	22,1	44,4	12,0	30,6	<u>11,3<sup>2</sup></u>	<u>50,0<sup>2</sup></u>	<u>11,1<sup>2</sup></u>	<u>50,0<sup>2</sup></u>	8,3	44,4	5,0	38,9
	Lampyridae	1,9	16,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	5,6	0,6	2,8	1,8	13,9	0,0	0,0
	Staphylinidae	0,2	2,8	0,9	3,1	0,0	0,0	3,1	8,3	2,4	11,1	0,2	2,8	0,7	5,6	0,3	2,8
Diptera	Asilidae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Dolichopodidae	1,5	16,7	4,5	12,5	0,0	0,0	14,4	25,0	1,3	11,1	2,4	27,8	2,3	22,2	7,3	27,8
	Syrphidae	3,5	22,2	0,0	0,0	2,6	11,1	3,0	5,6	0,8	2,8	0,5	8,3	0,5	8,3	3,5	25,0

Continua...

...continuação.

Tratamentos		cosmos		crotalária		erva-doce		feijão-de-porco		mix 1		mix 2		mix 3		vegetação espontânea	
Ordem	Família	F	C	F	C	F	C	F	C	F	C	F	C	F	C	F	C
Hemiptera	Anthocoridae	1,8	13,9	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	8,3	0,6	8,3	1,8	16,7	1,2	11,1	4,6	27,8
	Geocoridae	0,4	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	2,8	1,3	8,3
	Nabidae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	2,8	0,0	0,0	0,5	5,6	0,2	2,8	0,4	2,8	2,2	16,7
	Pentatomidae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Reduviidae	2,1	19,4	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	5,6	1,5	16,7	1,3	16,7	1,6	19,4	0,8	8,3
Hymenoptera	Formicidae	5,0	25	0,4	3,1	0,4	2,8	4,1	11,1	5,0	22,2	2,9	16,7	2,5	16,7	2,2	11,1
	Pompilidae	0,8	5,6	0,0	0,0	1,7	11,1	0,0	0,0	0,5	5,6	0,0	0,0	0,2	2,8	0,2	2,8
	Scoliidae	0,5	5,6	0,0	0,0	0,4	2,8	0,9	2,8	0,0	0,0	0,2	2,8	0,5	8,3	0,3	2,8
	Sphecidae	0,4	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	2,8
	Vespidae	0,9	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	2,8	0,7	8,3	0,5	5,6	0,5	8,3	0,0	0,0
Neuroptera	Chrysopidae	<u>23,3<sup>2</sup></u>	<u>69,4<sup>2</sup></u>	<u>17,5<sup>2</sup></u>	<u>50,0<sup>2</sup></u>	5,1	30,6	<u>22,7<sup>2</sup></u>	<u>50,0<sup>2</sup></u>	<u>22,3<sup>2</sup></u>	<u>83,6<sup>2</sup></u>	<u>23,3<sup>2</sup></u>	<u>83,3<sup>2</sup></u>	<u>19,7<sup>2</sup></u>	<u>77,8<sup>2</sup></u>	<u>10,6<sup>2</sup></u>	<u>58,3<sup>2</sup></u>
	Hemerobiidae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	5,6
Número total médio		108,3	-	36	-	74	-	33,5	-	111	-	129,8	-	144,7	-	85,3	-
Desvio padrão		6,01	-	7,32	-	7,52	-	5,78	-	6,55	-	6,69	-	6,49	-	5,65	-
Erro padrão		1,08	-	1,31	-	1,35	-	1,04	-	1,18	-	1,20	-	1,17	-	1,02	-
IC(p < 0,05)		2,20	-	2,68	-	2,76	-	2,12	-	2,40	-	2,45	-	2,38	-	2,07	-
Média + intervalo de confiança (IC)		5,43	-	5,91	-	5,98	-	5,34	-	5,63	-	5,68	-	5,60	-	5,30	-
Média de famílias frequentes (>= IC superior)		5	-	5	-	4	-	6,25	-	5,5	-	5,25	-	5	-	5	-
Média de famílias constantes (>=50%)		-	2,75	-	2	-	2,5	-	1,5	-	4	-	4,25	-	4	-	3,25

<sup>1</sup>Mix 1,2 e 3 representam o consórcio de cosmos, crotalária, erva-doce e feijão-de-porco em três densidades de cultivo 10,8, 14,3 e 21,5 plantas.m<sup>2</sup>, respectivamente;

<sup>2</sup>Famílias com médias sublinhadas são simultaneamente constantes e muito frequentes.

Oxyopidae são caçadoras perseguidoras diurnas, também são encontradas em estratos vegetais com maior altura, são muito generalistas capaz de predação Hymenoptera (Apidae), Diptera, Lepidoptera e Hemiptera (Miridae) em cultivos como algodão, alfafa e soja e diversos outros cultivos de importância agrícola (LILJESTHRÖM et al., 2002; NYFFELER; DEAN; STERLING, 1992; OGLU HUSEYNOV, 2006). Segundo Winkler et al. (2009), a morfologia floral da erva-doce em forma de prato e o formato exposto dos nectários facilita a acessibilidade dos oxyopídeos ao néctar. Esse suprimento energético é essencial para o sucesso de saltos e emboscadas sobre visitantes florais.

Os araneídeos (Araneidae), por serem tecelões orbiculares aéreas que aproveitam-se de caules, bainhas e folhas e até flores e sementes ‘observações de campo’, para confeccionar teias de interceptação de voos de pulgões, lepidópteros, coleópteros e himenópteros (MARC; KANARD, 1997; CHAMUENE et al., 2020). O maior adensamento do *mix* 3 estimulou o apendoamento das inflorescências do cosmos e da erva-doce, o que pode ter facilitado os araneídeos a se estabelecer nessas estruturas para captura de presas e por isso se destacaram apenas nesse tratamento.

Segundo Sunderland e Samu (2000), a maior cobertura vegetal, como nos consórcios, favorece mais as famílias Oxyopidae, Thomisidae e Araneidae pois disponibilizaram condições de refúgio com maior proteção do que plantas em cultivo solteiro, facilitando as emboscadas sobre outros artrópodes. Esses predadores são comuns em habitats agrícolas, sendo encontrados em plantas de melancia, alfafa, tomateiros, coentro e erva-doce onde contribuem para o manejo de pragas (CUNHA et al., 2015; ARMENDANO; GONZÁLES, 2010; BALZAN; MOOZEN, 2014).

Segundo Taylor e Pfannenstiel (2008), as aranhas Oxyopidae, Salticidae e Thomisidae além da predação dos insetos fitófagos sobre as plantas, acessam nectários florais e extra-florais para complementação da dieta, o que pode representar uma estratégia para manter esses aracnídeos com níveis de energia suficientes até a captura de novas presas na planta, reduzindo assim migração para outros refúgios em busca de alimento. Assim, a competição entre outros predadores generalistas com aranhas é atribuída a menor ocorrência de insetos fitófagos (NAHAS, GONZAGA; DEL-CLARO, 2012).

Os *habitats* agrícolas normalmente apresentam perturbação devido aos tratamentos culturais, isso afeta negativamente o comportamento das aranhas. Portanto, os refúgios com plantas floríferas e com arquitetura mais complexa devido aos consórcios funcionam como criatórios naturais, origem para a dispersão desses predadores na lavoura em busca de presas. Essa relação explica as maiores frequências desses aracnídeos sobre a vegetação estudada possibilitando a reprodução desses predadores em maiores níveis nos refúgios em estudo.

Os crisopídeos e coccinelídeos também são predadores de importância agrícola, nos estágios imaturos e adultos são controladores de pragas, contribuindo assim para a regulação dos insetos fitófagos praga e usam pólen e néctar para complementar a dieta (MEDEIROS et al., 2010; PATT et al., 2003). O pólen e néctar oferecidos pelas plantas floríferas como o cosmos, a erva-doce e pelas plantas de cobertura feijão-de-porco e a crotalária é um mutualismo defensivo para os insetos e as aranhas.

Outros autores avaliaram a fauna de artrópodes associados às plantas estudadas em Sonoma, Califórnia, encontrando sob o cosmos cerca de seis famílias de artrópodes predadores e apenas Anthocoridae se destacou (ALDIN, BUGG; DAANE, 2011). Diferentemente, no presente estudo, Thomisidae e Chrysopidae se destacaram sobre o cosmos. Na erva-doce, as flores produzidas mostraram-se atrativas para predadores das famílias Coccinellidae e Sphecidae em trabalhos realizados no Brasil em Seropédica-RJ e em Lavras-MG (LIXA et al., 2010; RESENDE et al., 2012). Dentre os predadores

encontrados nestes estudos, encontrou-se similaridade apenas para Coccinellidae, as condições ambientais ou agronômicas do presente estudo podem ter suprimido a ocorrência de determinado grupo de predadores em plantas atrativas. Segundo McNeill, Liburd e Chase (2012), o nível de supressão de pragas é dependente da diversidade da vegetação periférica dos campos de cultivo, uma vez que outras fontes de alimento precisam estar disponíveis para os predadores até que a lavoura subsequente esteja estabelecida e oferecendo presas. Assim, os recursos florais garantem diversidade de predadores para a lavoura e fonte de energia durante a ausência de presas para esses artrópodes. No período de baixa população de pragas nas lavouras essas plantas possibilitam a permanência desses predadores nas áreas de refúgio adjacente aos cultivos.

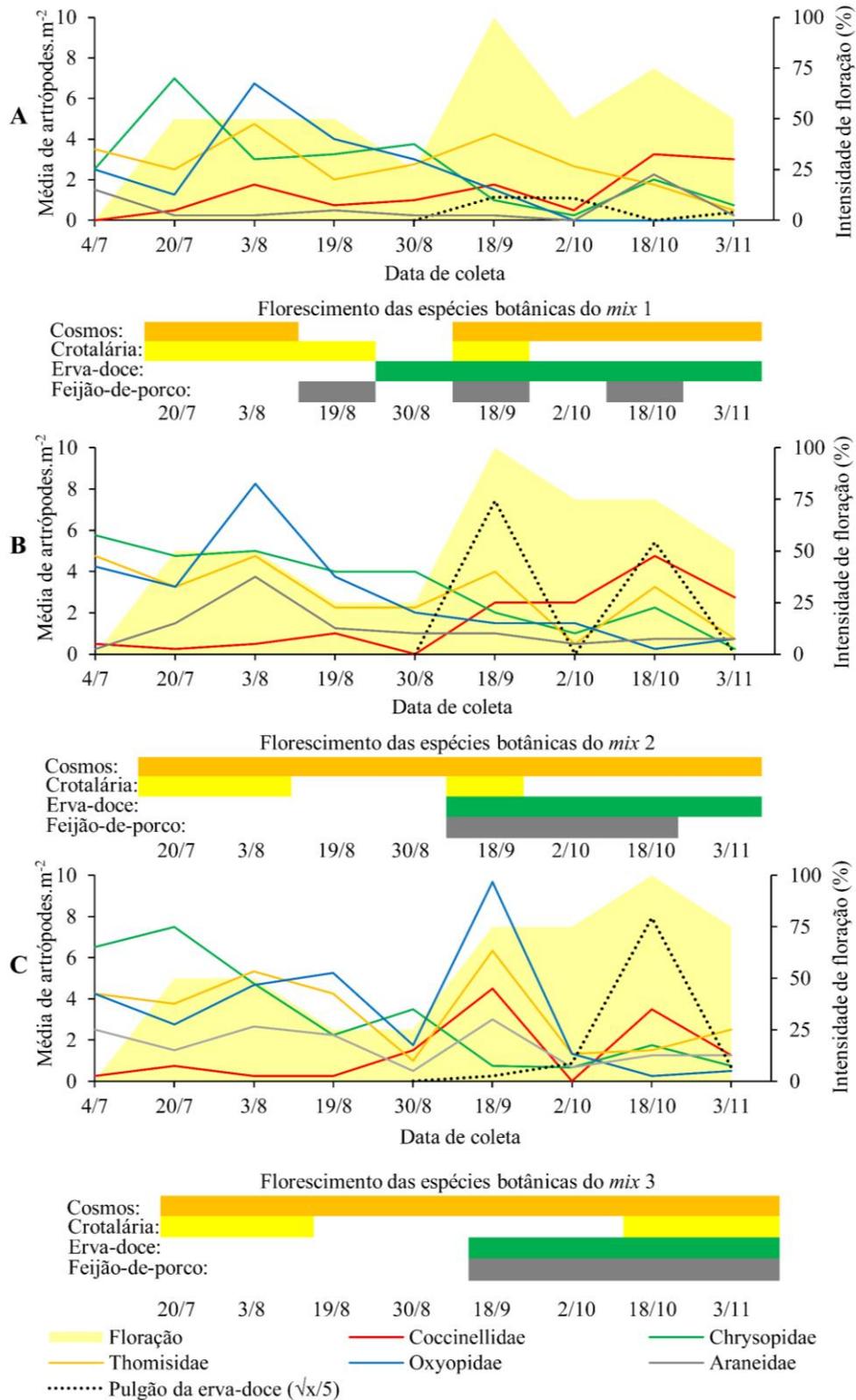
Algumas fabáceas do gênero *Crotalaria sp.* e *Canavalia sp.* apresentam a disponibilidade de nectários extraflorais (DIAZ et al., 2005), este recurso pode ser uma estratégia de compensação para o curto período de floração da crotalária e do feijão-deporco. Nesse sentido, alguns predadores apresentam protocooperação com plantas como as moscas Dolichopodidae e Phoridae, formigas *Camponotus novogranadensis* (Mary, 1870) (Formicidae) e *Cephalotes minutus* (Fabricius, 1804) (Formicidae) e vespas como *Polistes instabilis* (Saussure, 1853) (Vespidae) (HEIL, 2004; KOST; HEIL, 2005; MAGALHÃES et al., 2017; VENZON et al., 2006). Essas interações são mediadas por compostos orgânicos voláteis emitidos pela planta ou por pragas em herbivoria, e os inimigos naturais são recompensados por protocooperação em diversos níveis (HEIL, 2007).

Com a adoção dos consórcios para a composição de áreas de refúgios, algumas pragas como pulgões (Aphididae), mosca branca *Bemisia tabbaci* (Gennadius, 1889) (Aleyrodidae), Curuquerê-da-couve *Pieris rapae* (L., 1758) (Pieridae), lagarta-da-soja *Rachiplusia nu* (Guenne, 1852) (Noctuidae) são controladas por Coccinellidae, Chrysopidae, Araneidae e Thomisidae em cultivos como algodão, repolho e soja (GONZÁLEZ et al. 2009; MALAQUIAS et al., 2017; SCHMAEDICK; SHELTON, 2000), podem apresentar excelentes níveis predatórios devido ao grande número de predadores capazes de alimentar-se da mesma praga.

Dessa forma, a diversidade e densidade botânica dos consórcios mostraram-se promissoras para predadores onívoros como já mencionados, em tese fornecendo diferentes recursos alimentícios. Esses resultados indicam que as espécies estudadas em cultivo consorciado podem oferecer refúgio para diferentes grupos de artrópodes predadores, e se adotadas como estratégias para o manejo de pragas em sistemas agrícolas podem ser responsáveis para o manejo de pragas.

### **3.2 Flutuação populacional de artrópodes nos *mixes* de plantas durante a floração**

Levando-se em conta que o período de floração pode interferir na ocorrência e/ou permanência de predadores nos *mixes* de plantas, avaliou-se esse parâmetro nos três consórcios, por serem esses os mais promissores entre os tratamentos. Com isso, observou-se que a floração variou em função do adensamento médio de 11, 14 e 22 plantas.m<sup>-2</sup> das espécies constituintes. Isso era esperado, uma vez que com o maior adensamento de plantas aumenta a competição por recursos, alterando o ciclo de floração das espécies (Figura 3). De alguma forma esse adensamento também modificou a flutuação populacional de predadores nos *mixes* propostos.



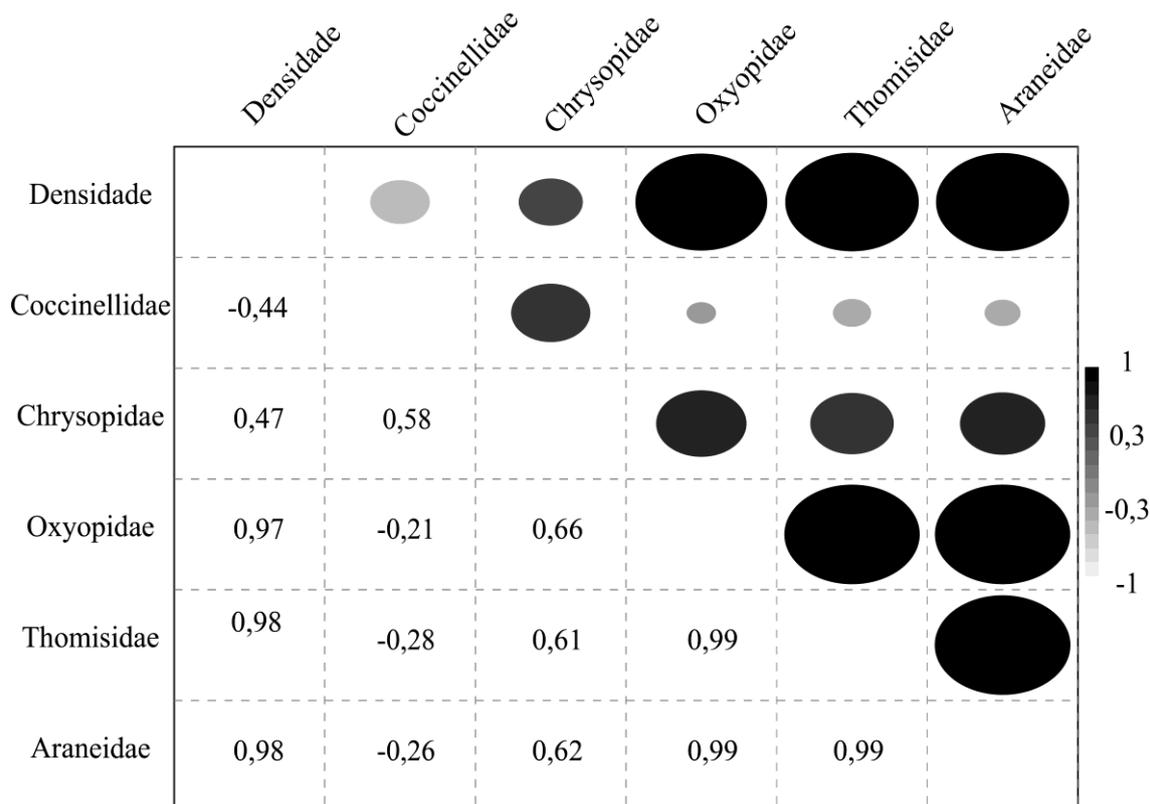
**Figura 3.** Flutuação populacional de artrópodes predadores muito frequentes e constantes e do pulgão *Hyadaphis foeniculi*<sup>1</sup> (Hemiptera Aphididae) em função da intensidade de floração das plantas dos consórcios<sup>2</sup>: *mix 1* (A), *mix 2* (B) e *mix 3* (C). Seropédica, RJ, Brasil, julho e novembro de 2017. <sup>1</sup>Dados transformados em ( $\sqrt{x/5}$ ); <sup>2</sup>Mix 1, 2 e 3

representam o consórcio de cosmos, crotalária, erva-doce e feijão-de-porco em três densidades de cultivo 10,8 14,3 e 21,5 plantas.m<sup>2</sup>, respectivamente

Assim, para avaliar a relação entre os adensamentos e os predadores que se apresentaram com classe muito frequente e constante em algum ou todos os tratamentos em consórcio, foi avaliada a flutuação populacional das famílias Araneidae, Coccinellidae, Chrysopidae, Oxyopidae e Thomisidae, ambos predadores onívoros, nas composições florísticas *mix* 1, 2 e 3. Com isso, observou-se que esse adensamento (10,8 14,3 e 21,5 plantas.m<sup>2</sup>) também modificou a flutuação populacional de predadores nos *mixes* propostos.

Observou-se que em praticamente todo o período de coletas os predadores Coccinellidae, Chrysopidae, Oxyopidae e Thomisidae coexistiram nos três *mixes* (Figura 3 A-C), com exceção das datas 20/07, 03/08, 02/10, 18/10, 03/11, quando a floração foi mais intensa. Isso significa que na ausência de flores esses predadores tendem a compartilhar mais intensamente o mesmo nicho, mesmas presas e, eventualmente, pode ocorrer ainda predação intraguilda como um mecanismo natural regulatório de um micro-habitat diversificado. Entretanto, houve uma exceção a isso, observada dia 18/09 quando a floração dos *mix* 1, 2 e 3 estava em um de seus picos e todas essas famílias de predadores também ocorreram em plenitude. Nessa ocasião, além da floração e de um maior número de visitantes florais que podem servir de alimento alternativo aos predadores (observações *in loco*), registrou-se também um aumento da temperatura média em 4 °C e o início do florescimento da erva-doce, que foi a segunda planta com o maior potencial atrativo para predadores durante o cultivo solteiro (Tabela 3).

Durante o período de estudo, os predadores das famílias Chrysopidae e Oxyopidae ocorreram em maiores números até a quinta data de coleta (30/08), nas três densidades florísticas avaliadas, embora no *mix* 3 as aranhas Oxyopidae tivessem estendido a sua ocorrência até a sexta coleta (18/09), com um pico populacional. Época em que apenas o cosmos e a crotalária estavam floridos. Esses predadores diminuíram a partir do final de setembro, quando a floração das plantas que compunham os consórcios estava em sua plenitude (Figura 3). A flutuação de Chrysopidae não se correlacionou com o adensamento das plantas ( $r = 0,47$ ), enquanto Oxyopidae mostrou forte associação com o adensamento ( $r = 0,97$ ) (Figura 4).



**Figura 4.** Matriz de correlação de Pearson de famílias de artrópodes predadores mais importantes em cultivos consorciados sob três níveis de densidade: 10,8; 14,3 e 21,5 plantas.m<sup>-2</sup> (*mix* 1, 2 e 3, respectivamente). Seropédica, julho a novembro de 2017

Uma vez que a floração não é linear em plantas superiores, a evolução do florescimento de cosmos e crotalária pode ter favorecido o pico de Chrysopidae em um primeiro momento e depois Oxyopidae e Thomisidae. As aranhas Oxyopidae, preferem estratos vegetais com maior altura como a crotalária, se alimentam de néctar para obter energia e usam essas estruturas para o preparo de emboscadas, por serem predadores generalistas de topo essas aranhas podem, por efeito direto ou indireto, ocupar o mesmo nicho de outros predadores como os Chrysopidae (NYFFELER, 2016; UETZ; HALAJ; CADY, 1999), podendo desbancá-los do refúgio por ação comportamental ou predatória. As aranhas Thomisidae, como era de se esperar devido ao seu hábito de utilizar recursos herbáceos e florais, possuem uma forte associação com flores amarelas (BALZAN; BOCCI; MOONEN, 2014), como do cosmos, crotalária e erva-doce. Estes posicionam-se em flores para atração e emboscada de visitantes florais (WELTI; PUTNAM; JOERN, 2016), talvez por esse motivo, apresentou correlação positiva muito forte com o aumento da densidade (0,99) (Figura 4) e tenham sido encontradas ao longo de quase todo o período de estudo, ocorrendo por várias coletas e destacando-se nos *mixes*.

Após a segunda quinzena de setembro no *mix* 1 e 2, e a segunda quinzena de outubro no *mix* 3, outros predadores assumem posições mais importantes, como é o caso dos Coccinellidae. Essa ascensão das joaninhas nos *mixes* coincide com a floração da erva-doce nos consórcios, com conseqüente registro da presença de pulgões *Hyadaphis foeniculi* (Hemiptera: Ahididae) sobre as inflorescências da planta. Lixa et al. (2010) também observou a infestação de erva-doce por esses pulgões na fase de florescimento em Seropédica, RJ. Esses insetos fitófagos ocorreram em maior número no *mix* 2 e 3. No *mix* 2, identificaram-se dois picos populacionais de pulgões com médias de 275 e 147

pulgões.m<sup>-2</sup> em 18/09 e 18/10, respectivamente. O *mix* 3, apresentou apenas um pico populacional com 314 pulgões.m<sup>-2</sup> em 18/10 (Figura 3, B e C). Entretanto, os coccinelídeos estavam presentes nos consórcios antes do aparecimento dos pulgões, respondendo positivamente à presença deles, mas se mantendo no ambiente mesmo após a queda do número desses fitófagos. Segundo Balzan, Bocci e Moonen (2014), os coccinelídeos são mais frequentes na floração da erva-doce, o que evidencia o efeito dos recursos florais sobre os predadores. O adensamento de plantas nos *mixes* não se correlacionou com Coccinellidae, apresentando correlação negativa fraca ( $r = -0,44$ ), no entanto esses se mostraram competitivos, apesar do favorecendo de predadores de topo como as aranhas Araneidae Oxyopidae e Thomisidae.

A família Araneidae, também se mostra influenciada pelo adensamento de plantas, apresentando correlação muito forte (0,98). Por serem aranhas tecelãs tiveram presentes nos *mixes* 2 e 3 mais do que no de menor adensamento de plantas (*mix* 1). A presença dessas predadoras também coincidiu com os picos de floração nesses tratamentos, o que poderia ser explicado porque essas coberturas vegetais poderiam receber mais visitantes florais que lhes serviriam de presas.

Embora tenhamos relacionado a ocorrência de predadores à presença de flores nas plantas estudadas, os vegetais oferecem diferentes recursos, além de alimentos extraflorais, entretanto a presença desses e o acesso dos predadores demanda outros estudos com outras finalidades. Sabe-se porém, que os agentes de controle biológico encontram os recursos com facilidade quando as plantas oferecem os recursos alimentícios por meio de estruturas especializadas ou nas flores como ocorre com Coccinellidae e Chrysopidae que se alimentam do pólen da erva-doce (D'ÁVILA et al., 2016; RESENDE et al. 2017). No caso dos insetos predadores, esses alimentos fornecem nutrientes que podem ser limitados nas dietas restritas unicamente a presas, os artrópodes beneficiados com a diversificação da dieta (LU, 2014; NYFFELER, 2016).

Os locais de refúgio para inimigos naturais quando cultivados assemelham-se aos refúgios naturais pois operam como uma infraestrutura ecológica capaz de fornecer para inimigos naturais adultos e imaturos, recursos como alimentos suplementares, presas alternativas ou hospedeiros, abrigo contra condições adversas típicas de tratamentos culturais dos sistemas agrícolas, como aplicação de inseticidas, fungicidas ou herbicidas, por exemplo (LANDIS; WRATTEN; GURR, 2000).

No caso desse estudo, realizados com cultivos solteiros e consórcios, as diferenças na arquitetura floral das plantas que compõem os consórcios propostos podem ter facilitado a acessibilidade de diferentes artrópodes predadores, uma vez que atraiu uma média de nove a 18 diferentes famílias desses inimigos naturais. Além disso, as plantas inseridas no consórcio se diferenciam de outros estudos pensados para os sistemas agrícolas, pois agregam os benefícios nutricionais e fitossanitários das plantas de cobertura, o valor comercial das flores do cosmos e farmacológico das sementes da erva-doce, com as propriedades atrativas discutidas neste trabalho.

## 4 CONCLUSÕES

As composições vegetais que mais contribuíram para a atração artrópodes predadores foram o cosmos em cultivo solteiro e o consórcio (*mixes*) de cosmos, crotalária, erva-doce e feijão-de-porco cultivadas nas densidades de 10,8; 14,3 e 21,5 plantas.m<sup>-2</sup>;

Embora a vegetação espontânea também tenha uma contribuição pontual na riqueza e constância de artrópodes predadores atraídos, os riscos e problemas fitossanitários associados são imprevisíveis e anulam esses benefícios.

Levando em conta os parâmetros estudados, os três mixes de plantas testados contribuem mais para a atração e manutenção de aranhas predadoras das famílias Araneidae, Oxyopidae e Thomisidae e insetos predadores das famílias Coccinellidae e Chrysopidae. No cultivo solteiro o cosmos, crotalária, erva-doce e o feijão-de-porco atraem principalmente Thomisidae, Thomisidae, Oxyopidae e Chrysopidae, respectivamente.

O aumento da densidade de plantas nos *mixes* (10,8; 14,3 e 21,5 plantas.m<sup>-2</sup>) está correlacionado com o aumento no número médio dos principais predadores encontrados, aranhas da família Araneidae, Oxyopidae e Thomisidae, portanto, apresentam potencial para uso na diversificação de áreas cultivadas.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALDINI, G. M.; MARTONO, E.; TRISYONO, Y. A.. Diversity of Natural Enemies Associated with Refuge Flowering Plants of *Zinnia elegans*, *Cosmos sulphureus*, and *Tagetes erecta* in Rice Ecosystem. **Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia**, Yogyakarta, v. 23, n. 2, 2019. DOI 10.22146/jpti.33947. Disponível em: <https://jurnal.ugm.ac.id/jpti/article/view/33947>. Acesso em: 18 jan. 2020.
- ARMENDANO, A.; GONZÁLEZ, A.. Comunidad de arañas (Arachnida, Araneae) del cultivo de alfalfa (*Medicago sativa*) en Buenos Aires, Argentina. **Revista de Biología Tropical**, San José, v. 58, n. 2, p. 757-767, 2010. Disponível em: [http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-77442010000200017&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442010000200017&lng=en&nrm=iso). Acessado em: 22 mai 2020.
- BALZAN, M. V.; BOCCI, G.; MOONEN, A. Augmenting flower trait diversity in wildflower strips to optimise the conservation of arthropod functional groups for multiple agroecosystem services. **Journal of Insect Conservation**, London, v. 18, n. 4, p. 713-728, 2014. DOI 10.1007/s10841-014-9680-2. Disponível em: <https://link-springer-com.ez30.periodicos.capes.gov.br/article/10.1007/s10841-014-9680-2>. Acesso em: 9 jun. 2020.
- BALZAN, M. V.; MOONEN, A.C. Field margin vegetation enhances biological control and crop damage suppression from multiple pests in organic tomato fields. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Amsterdam, v. 150, n. 1, p. 45-65, 2014. DOI 10.1111/eea.12142. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/eea.12142>. Acesso em: 9 jun. 2020.
- BARRETO, A. C.; FERNANDES, M. F. Recomendações técnicas para o uso da adubação verde em solos de tabuleiros Costeiros. **Embrapa Tabuleiros Costeiros**. Circular Técnica, 2001. Disponível em: [http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATC/19947/1/CircularT\\_19.pdf](http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATC/19947/1/CircularT_19.pdf). Acesso em: 18 mar. 2020.
- BARRETO, Antônio Carlos; FERNANDES, Marcelo Ferreira. Época de plantio de leguminosas para adubação verde, em relação ao milho, em plantio consorciado. **Embrapa Tabuleiros Costeiros**, 1998. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/91303/1/CPATC-PESQ.-AND.-56-98.pdf>. Acesso em: 18 jan. 2020.
- BOSEM BAILLOD, A.; TSCHARNTKE, T.; CLOUGH, Y.; BATÁRY, P. Landscape-scale interactions of spatial and temporal cropland heterogeneity drive biological control of cereal aphids. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, 54: 1804-1813, 2017. DOI 10.1111/1365-2664.12910. Disponível em: <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/1365-2664.12910>. Acesso em: 10 jan. 2020.
- CHAMUENE, António et al. Investigating the Natural Mortality of *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae) on Cotton Crops in Tropical Regions Using Ecological Life Tables. **Environmental Entomology**, Oxford, v. 49, n. 1, p. 66-72, 2020. DOI: 10.1093/ee/nvz148 . Disponível em: <https://doi.org/10.1093/ee/nvz148>. Acessado em: 23 mai. 2020.

- CUNHA, J. A. S.; ANDRADE, E. B.; SILVA, P. R. R.; BARROS, R. F. M. Araneofauna (Arachnida, Araneae) in conventional and organic crops of watermelon (*Citrullus lanatus*) in northeastern Brazil. **Revista Colombiana de Entomología**, Bogotá, v. 41, n. 1, 2015. Disponível em: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0120-04882015000100011](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0120-04882015000100011). Acesso em: 10 mar. 2020.
- DIB, H.; LIBOUREL, G.; WARLOP, François. Entomological and functional role of floral strips in an organic apple orchard: Hymenopteran parasitoids as a case study. **Journal of Insect Conservation**, London, v. 16, n. 2, p. 315-318, 2012. DOI 10.1007/s10841-012-9471-6. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10841-012-9471-6>. Acessado em: 20 mai. 2020.
- D'ÁVILA, V. A.; AGUIAR-MENEZES, E. L.; GONÇALVES-ESTEVEZ, V.; MENDONÇA, C. B. F.; PEREIRA, R. N.; SANTOS, T. M. Morphological characterization of pollens from three Apiaceae species and their ingestion by twelve-spotted lady beetle (Coleoptera: Coccinellidae). **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 76, n. 3, p. 796-803, 2016. DOI 10.1590/1519-6984.07615. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1519-69842016000300796&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-69842016000300796&lng=en&nrm=iso). Acesso em: 06 out. 2020.
- EUBANKS, M. D.; STYRSKY, J. D. Effects of plant feeding on the performance of omnivorous “predators”. In: WACKERS, F. L.; RIJN, P. C. J. VAN; BRUIN, J. (Orgs.). **Plant-Provided Food for Carnivorous Insects**. Cambridge: Cambridge University Press, 2005. p. 148–177. DOI 10.1017/CBO9780511542220.007. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/books/plantprovided-food-for-carnivorous-insects/effects-of-plant-feeding-on-the-performance-of-omnivorous-predators/8F0E65E848E5BFB8E3554A2AAD5B5102>. Acesso em: 18 mar. 2020.
- FERNANDES, F. S.; RAMALHO, F. S.; MALAQUIAS, J. B.; GODOY, W. A.; SANTOS, B. D. B. Interspecific Associations between *Cycloneda sanguinea* and Two Aphid Species (*Aphis gossypii* and *Hyadaphis foeniculi*) in Sole-Crop and Fennel-Cotton Intercropping Systems. **PloS one**, San Francisco, v. 10, n. 8, p. e0131449, 2015. DOI 10.1371/journal.pone.0131449 Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0131449> Acesso em: 22 fev. 2020.
- FINCH, S.; COLLIER, R. H. The influence of host and non-host companion plants on the behaviour of pest insects in field crops. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Amsterdam, v. 142, n. 2, p. 87-96, 2012. DOI 10.1111/j.1461-0248.2005.00782.x. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1570-7458.2011.01191.x>. Acesso em: 8 jan. 2020.
- FINKE, D. L.; DENNO, R.F. Spatial refuge from intraguild predation: Implications for prey suppression and trophic cascades. **Oecologia**, New York, v. 149, n° 2, p. 265–275, 2006. ISSN: 00298549, DOI: 10.1007/s00442-006-0443-y. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00442-006-0443-y>. Acesso em: 18 abr. 2020.

GONTIJO, L. M. Engineering natural enemy shelters to enhance conservation biological control in field crops. **Biological Control**, San Diego, v. 130, p. 155-163, 2019. DOI 10.1016/j.biocontrol.2018.10.014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2018.10.014>. Acesso em: 10 jan. 2020.

GONZÁLEZ, A.; LILJESTHRÖM, G.; MINERVINO, E.; CASTRO, D.; GONZÁLEZ, S.; ARMENDANO, A. Predation by *Misumenops pallidus* (Araneae: Thomisidae) on insect pests of soybean cultures in Buenos Aires Province, Argentina. **The Journal of Arachnology**, College Park, v. 37, n. 3, p. 282-286, 2009. DOI 10.1636/T08-63.1. Disponível em: <http://www.bioone.org/doi/full/10.1636/T08-63.1> Acessado em: 25 mai. 2020.

HATT, LESSANDO M.; BEERS, ELIZABETH H.; SNYDER, WILLIAM E. Flowers promote aphid suppression in apple orchards. **Biological Control**, San Diego v. 66, n. 1, p. 8-15, 2013. 10.1016/j.biocontrol.2013.03.007. Disponível em [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S104996441300056X?casa\\_token=C83b4iLvBwUAAAAA:it6DYZ1vhiUk4OASAZa0tHOpqrPohQq8vrArxa7viqIFPD3tcorr fHOzyU60q3IYMJJUAy0zDO9P](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S104996441300056X?casa_token=C83b4iLvBwUAAAAA:it6DYZ1vhiUk4OASAZa0tHOpqrPohQq8vrArxa7viqIFPD3tcorr fHOzyU60q3IYMJJUAy0zDO9P). Acesso em: 12 jan. 2020.

HE, H. M.; LIU, L. N.; MUNIR, S.; BASHIR; N. H.; YI, W. A. N. G.; JING, Y. A. N. G.; LI, C. Y. Crop diversity and pest management in sustainable agriculture. **Journal of Integrative Agriculture**, Beijing v. 18, n. 9, p. 1945-1952, 2019. DOI 10.1016/S2095-3119(19)62689-4. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095311919626894>. Acesso em: Acesso: em 10 jan. 2020.

HEIKKINEN, M. W.; MACMAHON, J. A. Assemblages of spiders on models of semi-arid shrubs. **The Journal of Arachnology**, College Park, v. 32, n. 2, p. 313-323, 2004. DOI: 10.1636/M02-1. Disponível em: <https://doi.org/10.1636/M02-1> . Acessado em: 22 mai 2020.

HEIL M, SILVA BUENO JC. Within-plant signaling by volatiles leads to induction and priming of an indirect plant defense in nature. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, [s.l.], v. 104, n. 13, p. 5467-5472, 2007. DOI 10.1073/pnas.0610266104. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17360371/>. Acesso em: 16 fev. 2020.

HEIL M. Induction of two indirect defences benefits Lima bean (*Phaseolus lunatus*, Fabaceae) in nature. **Journal of Ecology, Londres** 92: 527–536, 2004. DOI 10.1111/j.0022-0477.2004.00890.x. Disponível em: <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.0022-0477.2004.00890.x>. Acesso em: 16 fev. 2020.

HOGG, B. N.; BUGG, R. L.; DAANE, K. M. Attractiveness of common insectary and harvestable floral resources to beneficial insects. **Biological Control**, San Diego, v. 56, n. 1, p. 76-84, 2011. DOI 10.1016/j.biocontrol.2010.09.007. Disponível em: [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1049964410001994?casa\\_token=ifd1ih95NwEAAAAA:x8Tjsi91y2xQyfs2p\\_JBUfqyY1b8a3zEEfxslv4q90Q3YiYQsX92FAdi-ipB8NI8fDXiCNZ6AcET](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1049964410001994?casa_token=ifd1ih95NwEAAAAA:x8Tjsi91y2xQyfs2p_JBUfqyY1b8a3zEEfxslv4q90Q3YiYQsX92FAdi-ipB8NI8fDXiCNZ6AcET). Acesso em: 26 jan. 2020.

- KHALIQ, A.; JAVED, M.; SOHAIL, M.; SAGHEER, M. Environmental effects on insects and their population dynamics. **Journal of Entomology and Zoology studies**, Deli, v. 2, n. 2, p. 1-7, 2014. Disponível em: <http://www.entomoljournal.com/vol2Issue2/pdf/32old.1.pdf> Acesso em: 18 abr. 2020.
- KOST, C.; HEIL, M.. Increased availability of extrafloral nectar reduces herbivory in Lima bean plants (*Phaseolus lunatus*, Fabaceae). **Basic and Applied Ecology**, Jena, v. 6, n. 3, p. 237-248, 2005. DOI 10.1016/j.baae.2004.11.002. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1439179105000174>. Acesso em: 16 fev. 2020.
- LANDIS, D. A.; WRATTEN, S. D.; GURR, G. M. Habitat Management to Conserve Natural Enemies of Arthropod Pests in Agriculture. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 45, n° 1, p. 175–201, 2000. DOI: 10.1146/annurev.ento.45.1.175. Disponível em: <https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.ento.45.1.175>. Acesso em: 18 mar. 2020.
- LILJESTHRÖM, G.; MINERVINO, E.; CASTRO, D.; GONZALEZ, A. La comunidad de arañas del cultivo de soja en la provincia de Buenos Aires, Argentina. **Neotrop. Entomol.**, Londrina , v. 31, n. 2, p. 197-209, June 2002 . DOI: 10.1590/S1519-566X2002000200005. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1519-566X2002000200005&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-566X2002000200005&lng=en&nrm=iso). Acessado em: 25 mai 2020.
- LIXA, A. T.; CAMPOS, J. M.; RESENDE, A. L.; SILVA, J. C.; ALMEIDA, M. M.; AGUIAR-MENEZES, E. L. Diversidade de Coccinellidae (Coleoptera) em plantas aromáticas (Apiaceae) como sítios de sobrevivência e reprodução em sistema agroecológico. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 39, n. 03, p. 354-359, 2010. DOI 10.1590/S1519-566X2010000300007. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1519-566X2010000300007&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-566X2010000300007&lng=en&nrm=iso). Acesso em: 16 jan. 2020.
- LU, Z. X.; ZHU, P. Y.; GURR, G. M.; ZHENG, X. S.; READ, D. M.; HEONG, K. L.; XU, H. X. Mechanisms for flowering plants to benefit arthropod natural enemies of insect pests: Prospects for enhanced use in agriculture. **Insect Science**, Malden, v. 21, no 1, p. 1–12, 2014. DOI: 10.1111/1744-7917.12000. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/1744-7917.12000>. Acesso em: 10 mar. 2020.
- LUNDGREN, J. G.; MOSER, S. E.; HELLMICH, R. L.; SEAGRAVES, M. P. The effects of diet on herbivory by a predaceous lady beetle. **Biocontrol Science and Technology**, Abingdon, v. 21, n° 1, p. 71–74, 2011, DOI 10.1080/09583157.2010.524917. DOI Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09583157.2010.524917?journalCode=cbst20> . Acesso em: 18 mar. 2020.

MAGALHÃES, A. E.; MARTINS, C. H. Z.; VERÇOSA, D.; MASSUDA, K. F.; TRIGO, J. R. Ants visiting extrafloral nectaries and pyrrolizidine alkaloids may shape how a specialist herbivore feeds on its host plants. **Arthropod-Plant Interactions**, Dordrecht, v. 11, n. 5, p. 629-639, 2017. DOI 10.1007/s11829-017-9510-z. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11829-017-9510-z>. Acesso em: 16 fev. 2020.

MALAQUIAS, J. B.; RAMALHO, F. S.; DIAS, C. T. D. S.; BRUGGER, B. P.; LIRA, A. C. S.; WILCKEN, C. F.; ZANUNCIO, J. C. Multivariate approach to quantitative analysis of *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) and their natural enemy populations at different cotton spacings. **Scientific Reports**, London v. 7, p. 41740, 2017. DOI 10.1038/srep41740. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28181503/> Acesso em: 16 fev. 2020.

MARC, P.; CANARD, A. Maintaining spider biodiversity in agroecosystems as a tool in pest control. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Nova York, v. 62, n. 2-3, p. 229-235, 1997. DOI: 10.1016/S0167-8809(96)01133-4. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167880996011334>. Acessado em: 23 mai 2020.

MASONICK, P. ; HERNANDEZ, M.; WEIRAUCH, C. No guts, no glory: Gut content metabarcoding unveils the diet of a flower-associated coastal sage scrub predator. **Ecosphere**, Washington, v. 10, n. 5, 2019. DOI 10.1002/ecs2.2712 . Disponível em: <https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ecs2.2712>. Acesso em: 20 mai. 2020.

MCNEILL, C. A.; LIBURD, O. E.; CHASE, C. A. Effect of Cover Crops on Aphids, Whiteflies, and Their Associated Natural Enemies in Organic Squash. **Journal of Sustainable Agriculture**, Binghamton v. 36, n. 4, p. 382-403, 2012. DOI 10.1080/10440046.2011.611586. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10440046.2011.611586?scroll=top&needAccess=true>. Acesso em: 20 mai. 2020.

MEDEIROS, M. A. D.; RIBEIRO, P. D. A.; MORAIS, H. C. D.; CASTELO BRANCO, M.; SUJII, E. R.; SALGADO-LABORIAU, M. L. Identification of plant families associated with the predators *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) and *Hippodamia convergens* Guérin-Ménéville (Coleoptera: Coccinellidae) using pollen grain as a natural marker. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 70, nº 2, p. 293–300, 2010. DOI: 10.1590/s1519-69842010005000011.

MELO, L.N.; DE SOUZA, T.A.F.; SANTOS, D. Cover crop farming system affects macroarthropods community diversity in Regosol of Caatinga, Brazil. **Biologia**, Bratislava 74, 1653–1660, 2019. DOI 10.2478/s11756-019-00272-5. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.2478/s11756-019-00272-5#citeas>. Acesso em: 15 jun. 2020.

NAHAS, L.; GONZAGA, M. O.; DEL-CLARO, K. Emergent impacts of ant and spider interactions: herbivory reduction in a tropical savanna tree. **Biotropica**, Washington, v. 44, n. 4, p. 498-505, 2012. DOI 10.1111/j.1744-7429.2011.00850.x. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1744-7429.2011.00850.x> Acesso em: 25 mai. 2020.

NARANJO, S.; GIBSON, R. Phytophagy in predaceous Heteroptera: effects on life history and population dynamics. **Proceedings Entomological Society of America**, [s.l.], v. 1, p. 57–93, 1996. Disponível em: <https://naldc.nal.usda.gov/download/382/PDF>. Acesso em: 18 mar. 2020.

NYFFELER, M.; DEAN, D. A.; STERLING, W. L. Diets, feeding specialization, and predatory role of two lynx spiders, *Oxyopes salticus* and *Peucetia viridans* (Araneae: Oxyopidae), in a Texas cotton agroecosystem. **Environmental Entomology**, Lanhan, v. 21, n. 6, p. 1457-1465, 1992. DOI: 10.1093/ee/21.6.1457. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/ee/21.6.1457>. Acesso em: 23 mai 2020.

NYFFELER, Martin. Phytophagy in jumping spiders: the vegetarian side of a group of insectivorous predators. **Peckhamia**, [s.l.], v. 137, n. 1, p. 1-17, 2016. Disponível em: [https://edoc.unibas.ch/52373/#:~:text=Jumping%20spiders%20\(Salticidae\)%2C%20a,\(f%20acultative%20phytophagy\)](https://edoc.unibas.ch/52373/#:~:text=Jumping%20spiders%20(Salticidae)%2C%20a,(f%20acultative%20phytophagy)). Acesso em: 16 fev. 2020.

OGLU HUSEYNOV, Elchin Fizuli. The prey of the lynx spider *Oxyopes globifer* (Araneae, Oxyopidae) associated with a semidesert dwarf shrub in Azerbaijan. **The Journal of Arachnology**, College Park, v. 34, n. 2, p. 422-426, 2006. DOI: 10.1636/T04-18SC.1. Disponível em: <https://doi.org/10.1636/T04-18SC.1>. Acesso em: 22 mai 2020.

PATT, J. M., WAINRIGHT, S. C., HAMILTON, G. C., WHITTINGHILL, D., BOSLEY, K., DIETRICK, J., LASHOMB, J. H.. Assimilation of carbon and nitrogen from pollen and nectar by a predaceous larva and its effects on growth and development. **Ecological Entomology**, v. 28, nº 6, p. 717–728, 2003., DOI: 10.1111/j.1365-2311.2003.00556.x. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2311.2003.00556.x>. Acesso em: 1 mar. 2020.

RAMALHO, F. S.; FERNANDES, F. S.; NASCIMENTO, A. R. B.; NASCIMENTO, J. L.; MALAQUIAS, J. B.; SILVA, C. A. D. Assessment of fennel aphids (Hemiptera: Aphididae) and their predators in fennel intercropped with cotton with colored fibers. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 105, n. 1, p. 113-119, 2012. DOI 10.1603/EC11219 . Disponível em: <https://academic.oup.com/jee/article-abstract/105/1/113/845722?redirectedFrom=fulltext>. Acesso em: 18 abr. 2020.

RESENDE, A. L. S.; SOUZA, B.; FERREIRA, R. B.; AGUIAR-MENEZES, E. L. Flowers of Apiaceous species as sources of pollen for adults of *Chrysoperla externa* (Hagen)(Neuroptera). **Biological Control**, v. 106, p. 40-44, 2017. DOI: 10.1016/j.biocontrol.2016.12.007. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1049964416302547?via%3Dihub>. Acesso em: 06 out. 2020.

RESENDE, A.L.S.; HARO, M.M.; SILVA, V.F.; SOUZA, B.; SILVEIRA, L.C.P. Diversidade de predadores em coentro, endro e funcho sob manejo orgânico. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 79, n. 2, p. 193-199, 2012. DOI 10.1590/S1808-16572012000200007. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1808-16572012000200007&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1808-16572012000200007&lng=en&nrm=iso) .Acesso em: 16 jan. 2020.

RESPATIE, D. W.; YUDONO, P.; PURWANTORO, A.; TRISYONO, Y. A. The potential of *Cosmos sulphureus* Cav. extracts as a natural herbicides. In: **AIP Conference Proceedings**, New York, AIP Publishing LLC, 2019. p. 020077. DOI 10.1063/1.5141690. Disponível em: <https://aip.scitation.org/doi/abs/10.1063/1.5141690>. Acesso em: 18 abr. 2020.

RIEUX, R.; SIMON, S.; DEFRANCE, H. Role of hedgerows and ground cover management on arthropod populations in pear orchards. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 73, nº 2, p. 119–127, 1999. DOI: 10.1016/S0167-8809(99)00021-3. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167880999000213>. Acesso em: 18 abr. 2020.

RISCH, S. J. Insect herbivore abundance in tropical monocultures and polycultures: an experimental test of two hypotheses. **Ecology**, Brooklin, v. 62, n. 5, p. 1325-1340, 1981. DOI 10.2307/1937296. Disponível em: [www.jstor.org/stable/1937296](http://www.jstor.org/stable/1937296). Acesso: em 10 jan. 2020.

SCHERBER, C.; VOCKENHUBER, E. A.; STARK, A.; MEYER, H.; TSCHARNTKE, T. Effects of tree and herb biodiversity on Diptera, a hyperdiverse insect order. **Oecologia**, New York, v. 174, n. 4, p. 1387-1400, 2014. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00442-013-2865-7>. Acesso em: 18 abr. 2020.

SCHMAEDICK, M.A.; SHELTON, A. M. Arthropod predators in cabbage (Cruciferae) and their potential as naturally occurring biological control agents for *Pieris rapae* (Lepidoptera: Pieridae). **Canadian Entomologist**, Ottawa, v. 132, n. 5, p. 655-675, 2000. DOI 10.4039/Ent132655-5. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/canadian-entomologist/article/arthropod-predators-in-cabbage-cruciferae-and-their-potential-as-naturally-occurring-biological-control-agents-for-pieris-rapae-lepidoptera-pieridae/B3E0C399CCFDEA509E55A1D26A9BE9DF>. Acesso em: 25 mai. 2020.

SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; VILLA NOVA, N.A. **Manual de Ecologia dos Insetos**. São Paulo, Agronomica Ceres, 1976. 419 p.

SIVINSKI, J.; WAHL, D.; HOLLER, T.; AL DOBAI, S.; SIVINSKI, R. Conserving natural enemies with flowering plants: Estimating floral attractiveness to parasitic Hymenoptera and attraction's relationship to flower and plant morphology. **Biological Control**, San Diego, v. 58, nº 3, p. 208–214, 2011. DOI: 10.1016/j.biocontrol.2011.05.002. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1049964411001034> Acesso em: 10 mar. 2020.

SUNDERLAND, K.; SAMU, F. Effects of agricultural diversification on the abundance, distribution, and pest control potential of spiders: a review. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Oxford, v. 95, n. 1, p. 1-13, 2000. DOI 10.1046/j.1570-7458.2000.00635.x. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1046/j.1570-7458.2000.00635.x>. Acesso em: 24 mai. 2020.

SYMONDSON, W. O. C.; SUNDERLAND, K. D.; GREENSTONE, M. H. Can generalist predators be effective biocontrol agents? **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 47, n. 1, p. 561-594, 2002. DOI: 10.1146/annurev.ento.47.091201.145240. Disponível em: <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.47.091201.145240>. Acesso em: 12 mai. 2020.

TAYLOR, R. M.; PFANNENSTIEL, R. S. Nectar feeding by wandering spiders on cotton plants. **Environmental Entomology**, Oxford, v. 37, n. 4, p. 996-1002, 2008. DOI 10.1603/0046-225x(2008)37[996:nfbwso]2.0.co;2. Disponível em <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18801266/> Acesso em: 18 abr. 2020.

TILMAN, D.; CASSMAN, K. G.; MATSON, P. A.; NAYLOR, R.; POLASKY, S. Agricultural sustainability and intensive production practices. **Nature**, Londres, v. 418, n. 6898, p. 671-677, 2002. DOI 10.1038/nature01014. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/nature01014#citeas>. Acesso: em 8 jan. 2020.

TOENNISSON, T. A; KLEIN, J.T.; BURRACK, H. Measuring the effect of non-crop flowering plants on natural enemies in organic tobacco. **Biological Control**, San Diego, v. 137, p. 104023, 2019. Disponível em: 10.1016/j.biocontrol.2019.104023. Acesso em: 18 mar. 2020.

TSCHARNTKE, T.; KLEIN, A. M.; KRUESS, A.; STEFFAN-DEWENTER, I.; THIES, C. Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity–ecosystem service management. **Ecology letters**, Oxford, v. 8, n. 8, p. 857-874, 2005. DOI 10.1111/j.1461-0248.2005.00782.x. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2005.00782.x> . Acesso em: 8 jan. 2020.

TSCHUMI, M.; ALBRECHT, M.; ENTLING, M. H.; JACOT, K. High effectiveness of tailored flower strips in reducing pests and crop plant damage. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 282, n. 1814, p. 20151369, 2015. DOI 10.1098/rspb.2015.1369. Disponível em: <https://royalsocietypublishing.org/doi/full/10.1098/rspb.2015.1369>. Acesso em: 15 mai. 2020.

UETZ, G. W.; HALAJ, J.; CADY, A. B. Guild structure of spiders in major crops. **Journal of Arachnology**, College Park, p. 270-280, 1999. Disponível em: [http://www.americanarachnology.org/JoA\\_free/JoA\\_v27\\_n1/ arac\\_27\\_01\\_0270.pdf](http://www.americanarachnology.org/JoA_free/JoA_v27_n1/ arac_27_01_0270.pdf). Acesso em: 10 mar. 2020.

VENZON, M.; ROSADO, M. C.; EUZÉBIO, D. E.; SOUZA, B.; SCHOEREDER, J. H. Suitability of leguminous cover crop pollens as food source for the green lacewing *Chrysoperla externa* (Hagen)(Neuroptera: Chrysopidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 35, n. 3, p. 371-376, 2006. DOI 10.1590/S1519-566X2006000300012. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1519-566X2006000300012](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-566X2006000300012). Acesso em: 12 jan. 2020.

WELTI, E. AR; PUTNAM, S.; JOERN, A. Crab spiders (T homisidae) attract insect flower-visitors without UV signalling. **Ecological Entomology**, v. 41, n. 5, p. 611-617, 2016. DOI 10.1111/een.12334. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/een.12334>. Acesso em: 6 jun. 2020.

WINKLER, K.; WÄCKERS, F. L.; KAUFMAN, L. V.; LARRAZ, V.; VAN LENTEREN, J. C. Nectar exploitation by herbivores and their parasitoids is a function of flower species and relative humidity. **Biological Control**, San Diego, v. 50, n. 3, p. 299-306, 2009. DOI 10.1016/j.biocontrol.2009.04.009. Disponível em: [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1049964409001078?casa\\_token=db8ZaT\\_MqsQAAAAA:68m8U7zGuldhH5rvzEfM896weTyyZFWkeP00kcM\\_pTubKliC\\_LIS\\_XbvILguQJP8QJzI5ZutiDBK](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1049964409001078?casa_token=db8ZaT_MqsQAAAAA:68m8U7zGuldhH5rvzEfM896weTyyZFWkeP00kcM_pTubKliC_LIS_XbvILguQJP8QJzI5ZutiDBK). Acesso em: 9 jun. 2020.

## **CAPÍTULO III**

### ***MIX* DE PLANTAS PARA ATRAÇÃO DE INIMIGOS NATURAIS E MANEJO DE FITÓFAGOS EM CULTIVO ORGÂNICO DE REPOLHO**

## RESUMO

A atração dos predadores para os sistemas agrícolas pode ser promovida de diferentes formas, entre elas, pela diversificação da paisagem agrícola, usando-se plantas cultivadas ou silvestres. Entretanto, para que a diversificação traga resultados positivos comprovados, é preciso saber mais sobre a artrópofauna associada às plantas e de que forma inseri-las no agroecossistema. Objetivou-se determinar quais as composições vegetais contendo quatro espécies de plantas mais contribuem para a atração e manutenção de artrópodes predadores. Os tratamentos foram formados pelas plantas cosmos (*Cosmos sulphureus* – Asteraceae), crotalária (*Crotalaria spectabilis* – Fabaceae), erva-doce (*Foeniculum vulgare* – Apiaceae) e feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* – Fabaceae) cultivadas de forma solteira e em consórcio, tendo a vegetação espontânea como testemunha. Os tratamentos consistiram das quatro espécies em cultivo solteiro, e em consórcio sob três densidades. O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso. Os cultivos foram conduzidos de maio a novembro de 2017 e as amostragens de artrópodos presentes foram realizadas usando-se um aspirador motorizado. Aranhas e insetos predadores foram triados, contabilizados e classificados em famílias. Calculou-se a frequência e constância das famílias de aranhas e insetos predadores. Para as famílias classificadas como muito frequentes e constantes realizou-se ANOVA simples e a flutuação populacional ao longo do ciclo das plantas. As médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ) com o pacote ‘ExpDes.pt’ no R. O cosmos e as plantas dos *mix* 1, 2 e 3 apresentaram o maior número total de predadores. A maior riqueza de famílias foi encontrada em cosmos, nos três *mixes* e na vegetação espontânea. Encontrou-se a maior constância de famílias nos três *mixes* e na vegetação espontânea, superando os demais tratamentos em cultivo solteiro. Destacaram-se nos três *mixes* as famílias de aranhas Oxyopidae e Thomisidae, e de insetos Chrysopidae e Coccinellidae. A flutuação populacional dos principais predadores, mostrou que estes se mantiveram presentes nos *mixes* durante todo o período de cultivo, apresentando picos durante a floração e na ocorrência de pulgões na erva-doce. Conclui-se os sistemas consorciados (*mixes*) são superiores aos cultivos solteiros para a maior parte dos parâmetros avaliados e atraem em maior número os predadores das famílias Oxyopidae, Thomisidae, Chrysopidae e Coccinellidae. O aumento da densidade de plantas nos *mixes* (10,8; 14,3 e 21,5 plantas.m<sup>-2</sup>) está correlacionado com o aumento de aranhas da família Araneidae, Oxyopidae e Thomisidae, portanto, apresentam potencial para uso na diversificação de áreas cultivadas.

**Palavras-chave:** flores, produtividade, traça-das-crucíferas.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001

## ABSTRACT

In general, diversified agricultural systems have greater availability of natural enemies and food resources such as nectar and pollen. However, the interactions between plants and between them and arthropods influence the results of attractiveness. They need to be evaluated on a case-by-case basis. Bearing in mind that strips of flowers and cover crops attract predators of Lepidoptera and aphids, common pests in cabbage, the objective was to evaluate the effects of a mix of plants in organic cabbage (*Brassica oleraceae* var. *Capitata*) on the population phytophagous insects, their natural enemies and the production of the vegetable garden. The tested treatment consisted of a mix of cosmos (*Cosmos sulphureus* - Asteraceae), crotalaria (*Crotalaria spectabilis* - Fabaceae), fennel (*Foeniculum vulgare* - Apiaceae), and jack beans (*Canavalia ensiformis* - Fabaceae) with densities of 8, 25, 4, and 6 plants.m<sup>-2</sup>, respectively, totaling 21.5 plants.m<sup>-2</sup>; spontaneous vegetation was used as a 'positive control' and a plastic mulch as a 'negative control.' The treatments were used as a sideband to the main crop. The experimental design adopted was in randomized blocks, with a factorial scheme of sidebands x distances (1, 3, and 6 meters from the cabbage to sidebands). Crops were conducted from June to September 2018, totaling seven weeks of data collection. A sampling of arthropods was performed using a motorized vacuum cleaner. In the cabbage plants, aphids and caterpillars were captured and taken to the laboratory to record possible parasitism. For cabbage, the effect of bands and distances on the agronomic traits of production was evaluated. The main phytophages found in cabbage were the cabbage aphid (Aphididae) and *Plutella xylostella* (Plutellidae); in the mix sidebands, they highlighted the fennel aphid *Hyadaphis foeniculi* (Aphididae). The cultivation of cabbage with the mix's strips showed a greater abundance of parasitoids than the controls. The main predators found in cabbage cultivation were spiders, Syrphidae flies, fire ants *Solenopsis* sp., and the ladybugs Coccinellidae. The parasitoids found were *Diaeretiella rapae* (Braconidae) obtained from aphids, and *Oomyzus sokolowskii* (Eulophidae), obtained from *Plutella xylostella*. The diversification of cabbage plots using strips proved to be more productive than cultivation without mulch at the edges of the plots. The trophic interactions of these organisms are discussed. The use of mix in sidebands in cabbage cultivation has neutral effects on the incidence of crop pests and have beneficial effects in increasing the abundance of predators and parasitoids, head mass, and productivity

**Keywords:** flowers, productivity, diamondback moth.

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001.

# 1 INTRODUÇÃO

A diversificação dos sistemas agrícolas possibilita condições mais equilibradas em uma abordagem multitrófica das interações entre as plantas cultivadas, refúgios, fitófagos e os inimigos naturais. Os sistemas simplificados são mais susceptíveis para ataque de insetos fitófagos especialistas, pois a localização das plantas hospedeiras nesses sistemas são facilitadas devido à homogeneidade dos odores vegetais e à menor resistência dos agentes de biocontrole sobre as pragas. Plantas como o repolho são prejudicadas em monocultivos, principalmente pela menor disponibilidade de áreas de refúgio para os inimigos naturais interferindo no controle natural de pragas. Por outro lado, em sistemas diversificados a maior disponibilidade de inimigos naturais e de recursos alimentícios como néctar e pólen de flores para estes possibilitam maior equilíbrio no número de fitófagos dos cultivos adjacentes (LANDIS; WRATTEN; GURR, 2000; WINKLER et al., 2010)

As brássicas são plantas economicamente importantes para pequenos agricultores, sobretudo o repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*) pela boa aceitação do mercado consumidor em todo o Brasil, versatilidade gastronômica, resistência para o transporte na pós-colheita e rentabilidade econômica. Dentre as principais limitações na produção do repolho destacam-se algumas pragas como os pulgões (Hemiptera: Aphididae) e a traça-das-crucíferas *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae), que comprometem a sanidade da planta, a qualidade comercial das cabeças e a produtividade (HOLTZ et al., 2015). Nos sistemas convencionais de cultivo esses fitófagos são controlados com defensivos químicos sintéticos que além dos riscos de contaminação química ao meio ambiente, podem reduzir a biodiversidade faunística dos agroecossistemas e comprometer a segurança alimentar. Uma estratégia de manejo de pragas é a diversificação da paisagem, que pode ser obtida com o uso de plantas atrativas para inimigos naturais.

Em grandes culturas o papel da diversificação sobre o controle biológico mostra-se eficiente (FERNANDES et al. 2018; BOSEM BAILLOD et al., 2017). Nos cultivos hortícolas a diversificação das plantas atingiu resultados satisfatórios para a regulação de pragas e o aumento da diversidade e do número de inimigos naturais como em cultivos de alface consorciado com flores de cravo-de-defunto (*Tagetes erecta* L. – Asteraceae) e consórcio de berinjela, quiabo e tomate (ANBALAGAN et al., 2016; HARO, SILVEIRA, WILBY, 2018).

Estudos preliminares com plantas floríferas consorciadas com plantas comumente usadas como adubos verdes mostraram que cosmos (*Cosmos sulphureus* Cav. – Asteraceae), erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill. – Apiaceae), crotalária (*Crotalaria spectabilis* Roth – Fabaceae) e feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* L. DC – Fabaceae), atraem predadores generalistas como Coccinellidae, Chrysopidae, Thomisidae e Oxyopidae, frequentes, constantes e abundantes nessas plantas (BARROS et al., em processo de publicação). As famílias de aranhas (Thomisidae e Oxyopidae) são generalistas e as outras duas têm preferência por pulgões como presas, sendo assim a presença das plantas poderão contribuir para a redução desses insetos fitófagos em culturas onde eles causam danos econômicos. Essas plantas quando consorciadas oferecem maior diversidade de recursos como néctar extrafloral, abrigo, presas alternativas, sítio para acasalamento e oviposição para predadores onívoros, além disso, o cosmos e a erva-doce atraem parasitoides Hymenoptera da família Braconidae que são importantes parasitoides de pragas das crucíferas (EL-KAREIM; EL-NAGAR; MAROUF, 2011; HOGG; BUGG; DAANE, 2011).

Baseado nessas informações, com presente estudo objetivou-se avaliar o efeito de um *mix* de plantas usadas para a diversificação de cultivo orgânico de repolho (*B. oleraceae* var. *capitata*) sobre a população de insetos fitófagos, seus inimigos naturais e produção desta hortaliça.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### Instalação do experimento

O experimento foi conduzido em condições de campo, na área experimental da Embrapa Agrobiologia, no período de junho a setembro de 2018, utilizando-se delineamento em blocos casualizados em esquema fatorial. Foi avaliada uma composição de plantas cultivadas para atração de inimigos naturais, tendo como controle positivo a vegetação espontânea e como controle negativo um *mulch* plástico, representando a ausência de vegetação. O mix de plantas cultivadas foi composto por cosmos (*Cosmos sulphureus* Cav. – Asteraceae), crotalária (*Crotalaria spectabilis* Roth – Fabaceae), erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill. – Apiaceae) e feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* L. DC – Fabaceae), cujas densidades adotadas foram de 8, 25, 4 e 6 plantas.m<sup>2</sup>, respectivamente, totalizando 21,5 plantas.m<sup>2</sup>. O outro fator foi representado pelas distâncias de 1, 3 e 6 metros entre as faixas de cobertura e o repolho.

O experimento foi montado em uma área de 52 x 67 m e as parcelas (3 x 9 m) foram constituídas por uma faixa de 3 x 1 m com os tratamentos (*mix* de plantas cultivadas, plantas espontâneas e *mulch*) e 17 plantas de repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*) espaçadas em 0,40 x 0,60 m, distribuídas em seis linhas, equivalente a uma densidade de 41666 plantas/hectare. As parcelas e os blocos foram separados entre si com uma secção de, respectivamente, dez e oito metros lineares onde foram mantidas as ruas capinadas mecanicamente, conforme a área experimental (Figura 1).

Na faixa com *mix* de plantas cultivadas a erva-doce foi transplantada a partir de mudas aos 50 dias de semeadura e as demais plantas deste tratamento tiveram a semeadura feita em linhas diretamente em sulco de plantio no dia 19/06/2018, sendo a semeadura do feijão-de-porco atrasada em 15 dias. As mudas do repolho híbrido ‘Fuyutoyo’, escolhido por ter cabeças grandes, facilidade de comercialização e moderada resistência à *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*, foram cultivadas em bandejas de isopor com substrato comercial Carolina® enriquecido com húmus de minhoca em 10% e transplantadas também em 19/06/2018.

As fases fenológicas foram determinadas em dias após o transplante (DAT) do repolho sendo VI: 0 a 30, desenvolvimento inicial, III: 30 IV:38, V: 52, VI: 57, VII: 64, VIII:72; IX: 78 DAT (ANDALORO et al., 1983).



**Figura 1.** Visão geral da área experimental e das parcelas de repolho (*B. oleraceae* var. *capitata*) cultivado com faixas (a), *mix*<sup>1</sup> de plantas cultivadas (b), vegetação espontânea (c) e *mulch* (d). Seropédica, RJ, junho a setembro de 2018. <sup>1</sup>*Mix* é composto por cosmos, crotalária, erva-doce e feijão-de-porco na densidade de 21,5 plantas.m<sup>-2</sup>

Os procedimentos analíticos da fertilidade do solo da área experimental foram conduzidos conforme Nogueira e Souza (2005), e os teores médios encontrados na camada de 0-20 cm foram: 0,02 Al (cmolc/d), 2,50 Ca (cmolc/d), 3,245 H+Al (cmolc/d), 50,54 K (mg/L), 1,32 Mg (cmolc/d), 3,32 P (mg/L), e 5,54 pH (unid). A adubação adotada foi com base na legislação da agricultura orgânica, usando-se sulfato de potássio, termofosfato de rochas Yoorin®, torta de mamona e compostagem de poda urbana, respectivamente nas doses de 4,80; 13,55; 80,00 e 455,00 g.planta<sup>-1</sup>. Com exceção do termofosfato, as doses dos adubos e do composto foram parceladas em três vezes: 50% na adubação de fundação e 25% em cada adubação de cobertura.

Utilizou-se irrigação por aspersão de maneira suplementar para elevar a umidade do solo até cerca da capacidade de campo. Foram realizadas três aplicações do biofungicida *Trichoderma harzianum* (Tricobio®, Agribio) a 1%, tendo como alvo a *Rizoctonia solani*. Para o manejo de formigas cortadeiras *Atta* sp. (Hymenoptera: Formicidae), foram liberadas 50 g.m<sup>-2</sup> de pellets com sulfluramida a 0,2% (Mirex-SD®, Atta-Kill) no período de estabelecimentos das mudas, sendo suspenso aos 10 dias após o transplante.

## Amostragem de artrópodes

As coletas de artrópodes nas faixas (*mix*, vegetação espontânea e *mulch*) foram realizadas com um aspirador motorizado (modelo STIHL BG86C), passado da base ao ápice das plantas e também no *mulch* plástico, durante 20 segundos. As amostragens nas faixas se deram uma vez por semana, no período de 9:00 as 10:00 h num ponto amostral (0,6 x 0,8 m) no centro das faixas, representando o ponto zero (Figura 2).



**Figura 2.** Layout da parcela experimental mostrando os pontos de amostragem da artropodofauna nas faixas<sup>1</sup> atrativas e na cultura do repolho (*Brassica oleraceae* var. *capitata*). Seropédica, RJ, junho a setembro de 2018. <sup>1</sup> Faixas compostas por três tratamentos: *mix* de cosmos, crotalária, erva-doce e feijão-de-porco na densidade de 21,5 plantas.m<sup>2</sup>; vegetação espontânea; e *mulch* plástico

Tendo em vista que a captura de pulgões e lagartas por aspiração pode inviabilizar a identificação de fatores de mortalidade de pulgões e lagartas como predadores ou parasitoides associados conduziram-se vistorias no repolho. Em complemento, em cada região de amostragem, as plantas de repolho foram vistoriadas em média a cada sete dias no período de 9:30 às 11:30 h, durante 2 minutos, visando avaliar a ocorrência de colônias de pulgões, lagartas, predadores e obtenção de parasitoides nos respectivos hospedeiros. Se encontradas colônias de pulgões na face abaxial, essas foram recolhidas através do corte de um disco foliar 35 mm de diâmetro do terço mediano do repolho recolhendo a colônia com maior tamanho. Os pulgões capturados foram conduzidos ao Laboratório de Artrópodes da Embrapa Agrobiologia, contabilizados e confinados em placas de Petri no mesmo disco foliar de repolho, papel filtro umedecido no fundo e fechados com filme de Cloreto de Polivinila (PVC), permanecendo assim por até dez dias ou até a emergência de parasitoides dos pulgões mumificados. As amostras permaneceram em câmara climatizada com fotoperíodo de 12h, temperatura média de  $25 \pm 5$  °C e umidade relativa em  $60 \pm 10$  %.

A amostragem das lagartas ou pupas de lepidópteros também foi conduzida em todas as folhas da saia e da cabeça de uma planta durante dois minutos e foram consideradas amostras de até 10 desses indivíduos a partir do quarto instar para isolamento em laboratório e o registro de parasitismo. As lagartas e pupas foram alimentadas e confinadas em frasco de vidro contendo discos de repolho higienizados com água destilada, papel absorvente e coberto com tecido fino. Assim como os pulgões estas amostras também foram mantidas em câmara climatizada para a emergência e identificação das morfoespécies de parasitoides.

As formas imaturas ou adultas dos predadores encontrados sobre as plantas de repolho ou nas colônias de pulgões foram capturadas com potes plásticos com tampa, do tipo coletor universal. Os imaturos foram confinados e alimentados nas mesmas condições dos pulgões e lagartas para a emergência e identificação taxonômica.

### **Análise dos dados de artrópodes**

Os fitófagos presentes nas faixas e nas distâncias sobre as plantas de repolho foram avaliados e tiveram as morfoespécies identificadas, sobre as quais foram calculadas a abundância total (número de indivíduos por unidade de superfície) para determinar as espécies com maior infestação nas faixas e nas plantas de repolho. Para as morfoespécies com maior representatividade para as plantas de repolho foram avaliadas a média de morfoespécies por coleta e testou-se a normalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk ( $p > 0,05$ ) e quando necessário as médias foram transformadas em  $\log(x + 10)$  para a condução da análise de variância. Conduziu-se a análise de variância em esquema fatorial triplo  $3 \times 4 \times 7$  (ANOVA) em quatro blocos ao acaso e com três níveis de fatores nas faixas: *mix* de plantas cultivadas, controle negativo (*mulch* plástico) e controle positivo; as distâncias das faixas 0, 1, 3 e 6 m; e sete semanas durante cultivo do repolho. Quando significativo médias foram desdobradas nas interações e comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Nas faixas avaliou-se a abundância dos artrópodes predadores capturados nas faixas com o sugador, conduziu-se uma análise de variâncias simples (ANOVA) e testou-se as médias pelo teste de Calinski e Corsten baseado na distribuição F com 5% de probabilidade.

Nas plantas de repolho, avaliou-se e caracterizou-se as morfoespécies e contabilizou-se a riqueza. Sobre o número total (abundância) de parasitoides e predadores encontrados nas avaliações de vistoria em três distâncias das faixas tiveram os resíduos testados para a normalidade usando-se o teste de Shapiro-Wilk. Estudou-se as interações entre margens  $\times$  distâncias e margens  $\times$  semanas, onde conduziram-se duas análises de variância em esquema fatorial duplo em DBC (ANOVA). As médias precisaram ser transformadas em  $\log(x + 10)$  para atender aos princípios da normalidade. Quando significativa as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott com 5% de probabilidade.

Para compreender o papel das faixas e distância nos pulgões e no parasitismo destes estudou-se o efeito das faixas e das distâncias sobre a abundância dos pulgões, taxas de parasitismo e emergência, abundância e riqueza de parasitoides. O parasitismo de pulgões e da traça-da-crucíferas (*P. xylostella*) nas plantas de repolho foi avaliado em esquema fatorial duplo  $3 \times 3$ , sendo os fatores faixas e distâncias. Avaliaram-se a abundância (número de indivíduos por unidade de superfície) desses fitófagos encontrados e dos parasitoides obtidos, sendo a taxa de parasitismo e a viabilidade de emergência dos parasitoides calculadas como total de indivíduos parasitados e total de orifício de saída em múmias de pulgões e pupas, respectivamente, sobre o total de pulgões ou traça-da-crucíferas. Contabilizaram-se ainda abundância de parasitoides emergidos e a riqueza de parasitoides.

A normalidade dos resíduos foi avaliada pelo teste de Shapiro-Wilk ( $p > 0,05$ ), quando não significativos foram transformadas em  $\log(x + 10)$  e submetidos a análise de variância (ANOVA) e comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). A abundância de pulgões, taxa de parasitismo, taxa de emergência, abundância e riqueza de parasitoides de pulgões foram transformadas em  $\log(x + 10)$ , a taxa de parasitismo da traça-da-crucíferas, abundância parasitoides, abundância de *Cotesia* sp. e de *Oomyzus sokolowskii* foram transformadas em  $\log(x + 10)$ .

## Avaliação da qualidade e produtividade do repolho

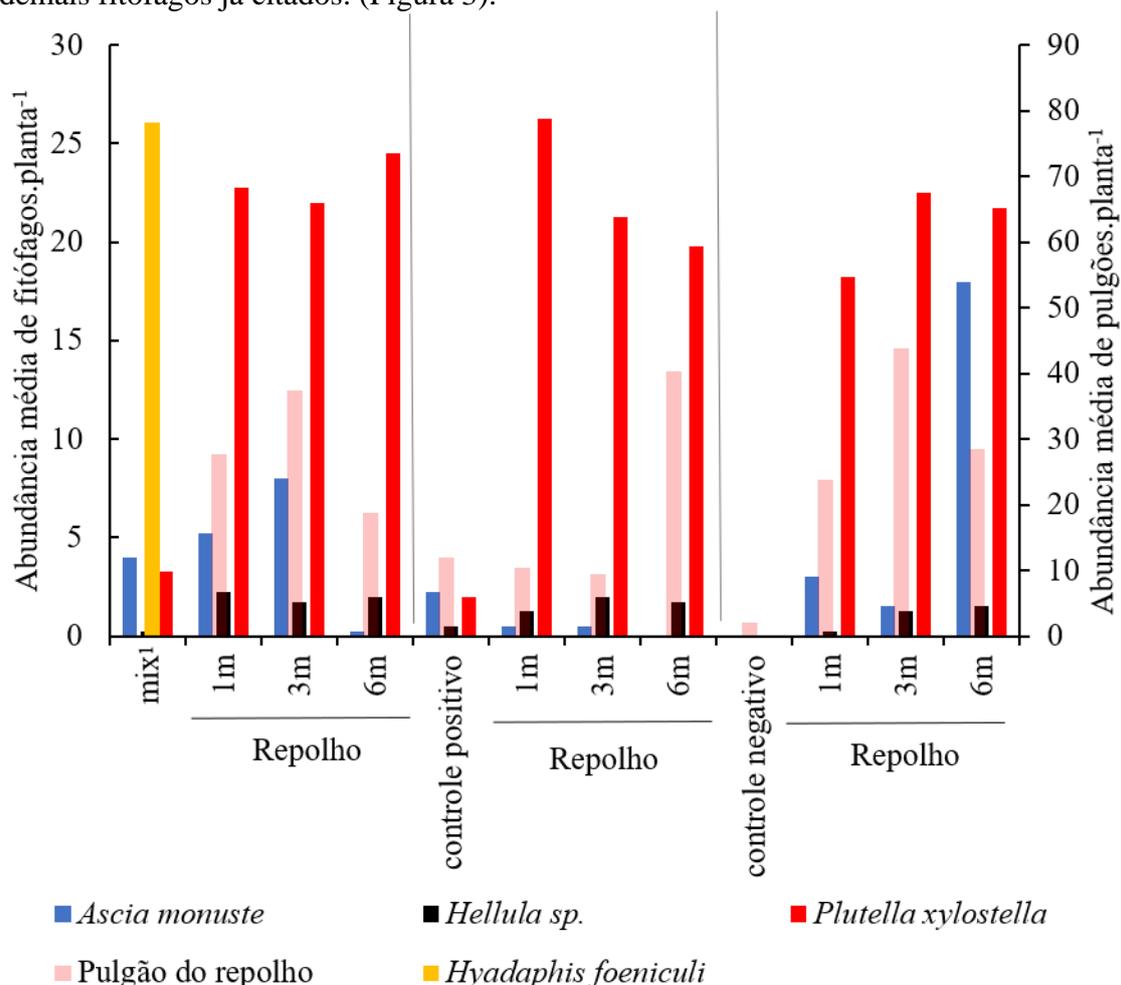
Para avaliação da produção de repolho sob a influência das faixas de plantas atrativas tomou-se seis plantas de repolho nos pontos amostrais 1, 3 e 6 metros, sobre as quais avaliaram-se os seguintes parâmetros biométricos: a) diâmetro transversal e longitudinal da cabeça em cm (mensurados com auxílio de um paquímetro digital com pinças alongadas); b) índice de formato da cabeça (obtido pela razão entre a altura e diâmetro da cabeça); c) massa fresca da cabeça em kg, determinadas em balança digital (Fililozza MF®) e produtividade estimada em t.ha<sup>-1</sup>.

As variáveis agronômicas diâmetro da cabeça (cm), altura da cabeça (cm), índice de formato da cabeça (relação entre os diâmetros longitudinal e transversal), massa da cabeça (kg) e produtividade (t ha) de repolho foram analisadas por meio de uma ANOVA em esquema fatorial duplo 3 x 3 com três faixas e três distâncias com significância de ( $p < 0,1$ ), a normalidade dos resíduos foram testados pelo teste de Shapiro-Wilk. As médias quando significativas foram comparadas pelo teste t de Student - LSD ( $p < 0,1$ ).

Analisou-se as variáveis agronômicas em um teste de esfericidade de Barlett's como premissas para a condução da análise de componentes principais (PCA), cujas médias foram normalizadas pela função *scale.unit* para torná-las comparáveis. Os dados foram escalados por:  $x_i - \text{média}(x) / \text{desvio padrão}(x)$  (ABDI; WILLIAMS, 2010). Os dados foram analisados com a função PCA no pacotes *FactoMineR* e *factoextra* (PAGÈS, 2002), onde foram extraídos: a) Autovalores e variações dos componentes principais; b) Resultados para os indivíduos e variáveis; c) Correlações das variáveis com os componentes principais. As variáveis foram arranjadas em nove grupos, sendo um qualitativo denominado “efeito de margem” com os fatores tipo de margem e distâncias, e oito quantitativos denominados formato (índice de formato da cabeça), tamanho (diâmetro e altura da cabeça de repolho), massa fresca da cabeça (kg) e produtividade (t.ha<sup>-1</sup>).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram capturados um total de 442 fitófagos nas faixas e 1978 nas plantas de repolho durante as sete semanas de coletas. As principais espécies de fitófagos capturados no repolho foram o pulgão do repolho (Aphididae) e a traça-das-crucíferas *Plutella xylostella* (Plutellidae), que ocorreram em maior número. Outros fitófagos não se destacaram ou ocorreram em apenas uma faixa ou um tratamento como o pulgão da erva-doce *Hyadaphis foeniculi* (Aphididae), que ocorreu apenas na erva-doce do *mix* e a curuquerê-da-couve *Ascia monuste* (Pieridae) e *Hellula sp.* (Pyralidae) que ocorreram apenas em plantas de repolho foram menos abundantes e não foram explorados como os demais fitófagos já citados. (Figura 3).

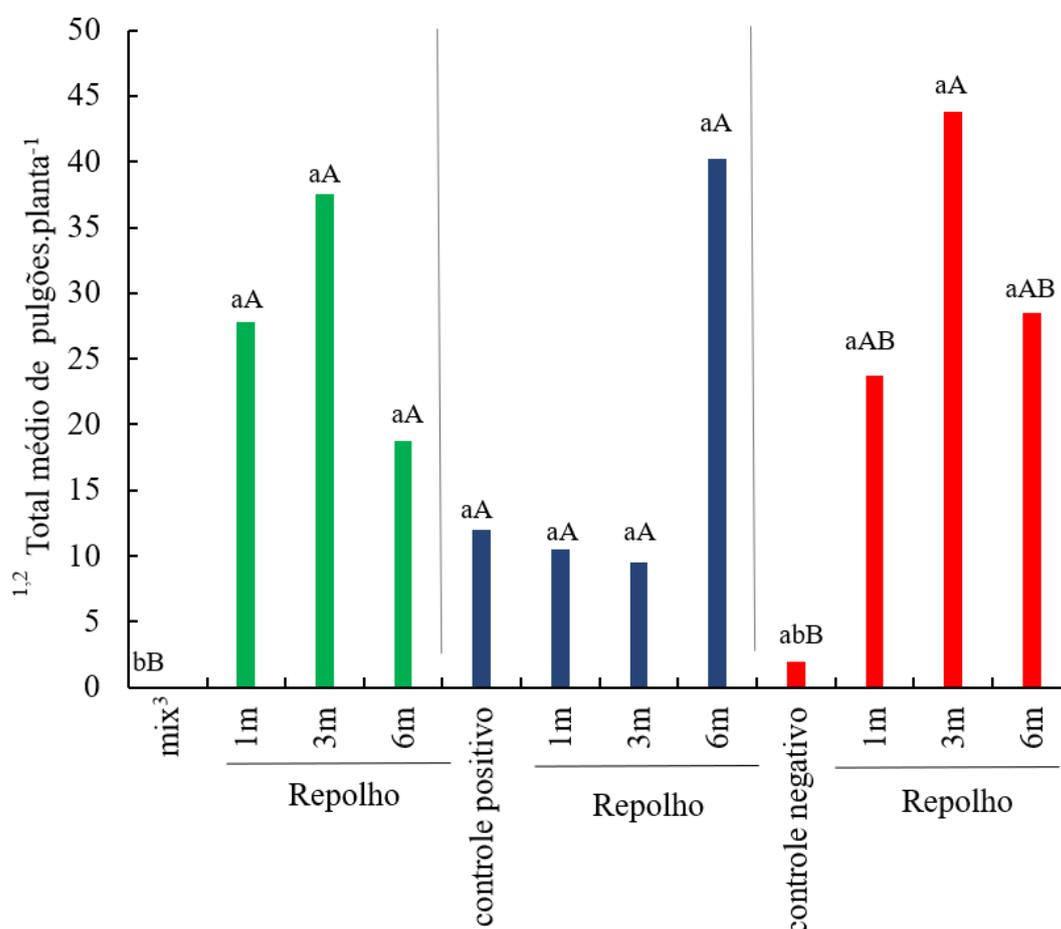


**Figura 3.** Abundância média de insetos fitófagos encontrados em faixas de cobertura e no cultivo de repolho (*B. oleraceae* var. *capitata*), em diferentes distâncias das faixas. Seropédica, RJ, junho a setembro de 2018. Controles negativo: cobertura com faixas de *mulch* plástico; Controle positivo: Cobertura com faixas compostas por vegetação

espontânea inseridas lateralmente nas parcelas com plantas de repolho. <sup>1</sup>O *mix* é composto por cosmos, crotalária, erva-doce e feijão-de-porco na densidade de 21,5 plantas.m<sup>-2</sup>

### 3.1 Influência das faixas de cobertura com *mix* sobre a população de pulgão (Aphididae) no repolho orgânico

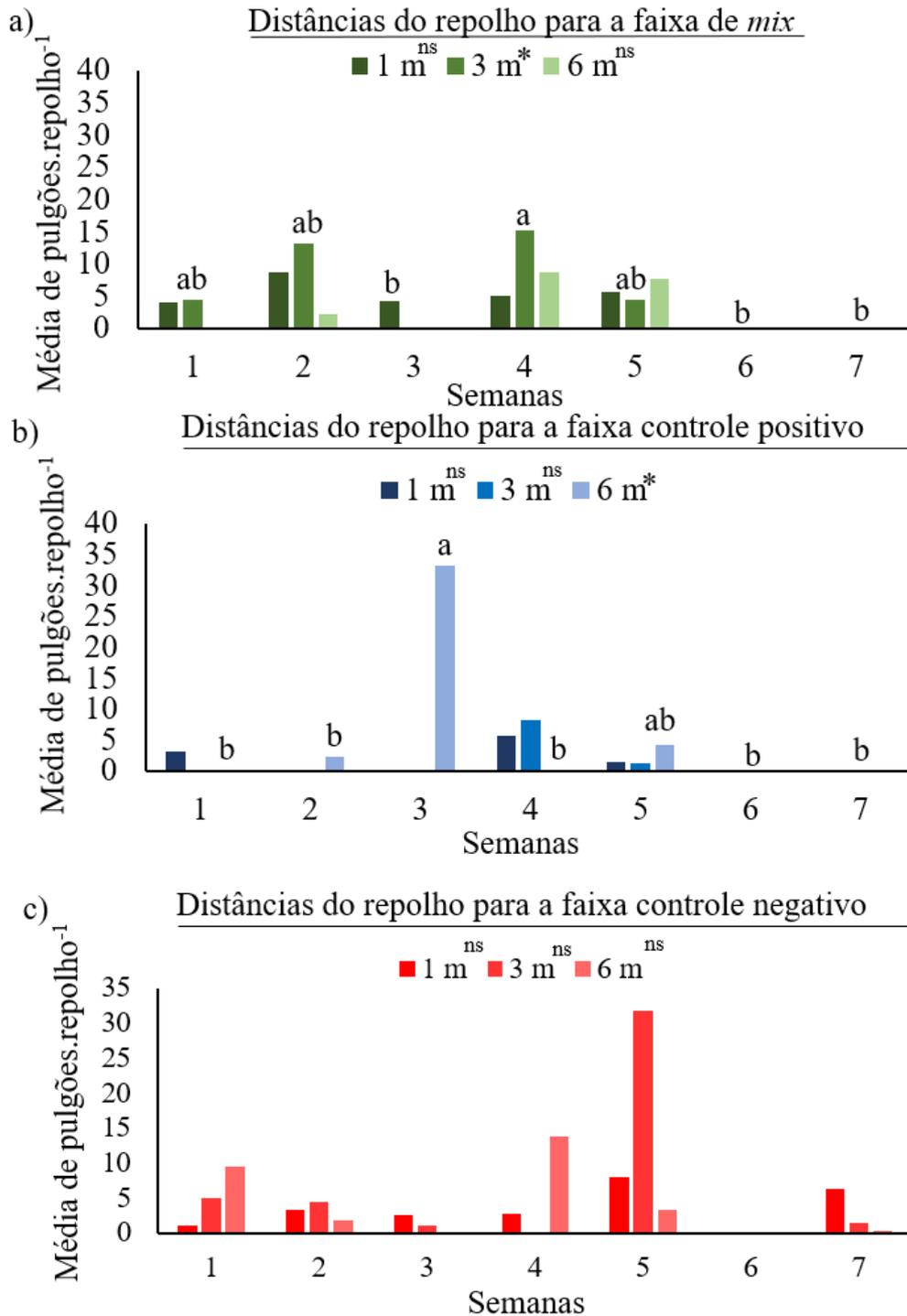
O pulgão do repolho na faixa *mix* apresentou a menor abundância, em comparação com o controle positivo (vegetação espontânea) e o controle negativo (*mulch*) ( $p < 0,05$ ). Quanto às distâncias, no tratamento com faixas de *mix* não foram encontrados pulgões na faixa, encontrou-se maior número total de pulgões apenas plantas de repolho, não sendo detectada diferença entre as distâncias ( $p < 0,05$ ). Estes resultados mostram que a faixa com o *mix* não contribui para o aumento do número dos pulgões do repolho. No controle negativo o total de pulgões foi maior na distância de três metros; no controle positivo não foram encontradas diferenças significativas entre os pontos 1, 3 e 6 m (Figura 4).



**Figura 4.** Abundância média<sup>1</sup> de pulgões (Aphididae) encontrados em faixas de cobertura e no repolho, em diferentes distâncias das faixas (*mix*, controles negativo: cobertura com faixas de *mulch* plástico; Controle positivo: Cobertura com faixas compostas por vegetação espontânea). Seropédica, RJ, junho a setembro de 2018 <sup>1</sup>Médias transformadas em log (x+10). <sup>2</sup>Barras independente do tratamento seguidas de mesma letra minúscula e barras dentro de cada tratamento seguidas de mesmas letras maiúsculas não diferem

estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). <sup>3</sup>O *mix* é composto por cosmos, crotalária, erva-doce e feijão-de-porco na densidade de 21,5 plantas.m<sup>-2</sup>

Nas plantas de repolho cultivada com a faixa de *mix*, a flutuação populacional dos pulgões foi menor durante as semanas de avaliação, ocorrendo até a quinta semana de cultivo do repolho. No controle positivo, a ocorrência dos pulgões apresentou comportamento similar e no controle negativo os pulgões ocorreram até o final do período avaliado (Figura 5).



**Figura 5.** Médias<sup>1</sup> de pulgões em repolho cultivado em diferentes distâncias de faixas<sup>2</sup>. Seropédica, RJ, junho a setembro de 2018. <sup>1</sup>Médias transformadas em log (x+10); <sup>2</sup>barras independente das distâncias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si para pelo teste de Tukey (p < 0,05). a) repolho cultivado próximo de faixas com o *mix* composto por cosmos, crotalária, erva-doce e feijão-de-porco na densidade de 21,5

plantas.m<sup>2</sup>; b) Controle positivo: Cobertura com faixas compostas por vegetação espontânea; c) Controles negativo: cobertura com faixas de *mulch* plástico

As aranhas e as moscas Syrphidae foram os predadores que mais se destacaram no tratamento com a faixa de *mix*. Ocorreram também outros grupos de predadores que contribuem para a predação de pulgões como Chrysopidae e Coccinellidae. Estes inimigos naturais já se destacaram em estudo anterior (Capítulo 2) na predação de pulgões na erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill. – Apiaceae), o que favorece a manutenção destes agentes de biocontrole na área. No controle positivo as formigas *Solenopsis* sp1 (Hymenoptera: Formicidae) foram mais representativas e no controle negativo as aranhas (Araneae) se apresentaram em destaque (Tabela 1). Embora a maior abundância de Coccinellidae, Chrysopidae fossem esperadas nas plantas de repolho pela preferência por afídeos, formas imaturas destes foram encontradas, mas não se destacaram no repolho (Figura 6). Esses predadores compartilham nichos no repolho e a competitividade entre predadores pode resultar em migração ou predação intraguilda pela prevalência de predadores mais responsivos (FINKE; DENNO, 2006).

**Tabela 1.** Abundância média<sup>1</sup> de artrópodes predadores e parasitoides coletados em plantas de repolho em diferentes distâncias das faixas de cobertura<sup>2</sup>. Seropédica, RJ, julho a setembro de 2018

Artrópodes predadores	Mix			Controle positivo			Controle negativo		
	1m	3m	6m	1m	3m	6m	1m	3m	6m
Eutichuridae	0,75	0,25	0,25	0,5	0,5	0,25	0,75	0,25	0,5
Araneidae	0,5	0,5	0,5	1	0,5	0,25	0,75	0,5	0,25
Syrphidae	1,75	2,25	2	0,5	1,25	1,25	0,75	1,5	2,25
Psauridae	0	0	0	0,5	0	0	0,25	0,25	0
Formicidae <sup>3</sup>	0,25	0,75	0,75	5	5	5	0,25	0,25	0
Formicidae <sup>4</sup>	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0
Formicidae <sup>5</sup>	0,25	0	0	0,25	0	0	0,25	0	0,25
Chrysopidae	0,75	0	0,25	0,75	0	0	0	0	0
Oxyopidae	0	0	0,5	0,25	0	0	0	0,75	0
Coccinellidae	0,5	0,75	0,25	0,25	0,25	0	0,75	1	0,25
Araneae	2	2,25	0,5	1	0,25	0,75	1,25	1,5	1,25
Dolichopodidae	0	0	0	0	0	0	0	0,25	0,25
Staphylinidae	0	0	0	0	0,25	0	0	0	0
Miturgidae	0	0	0,25	0	0,25	0	0	0	0,25
Salticidae	0	0	0,25	0	0	0	0	0	0
Lampyride	0	0	0	0	0	0	0,75	0	0
Riqueza total	8	6	9	9	7	4	10	9	8

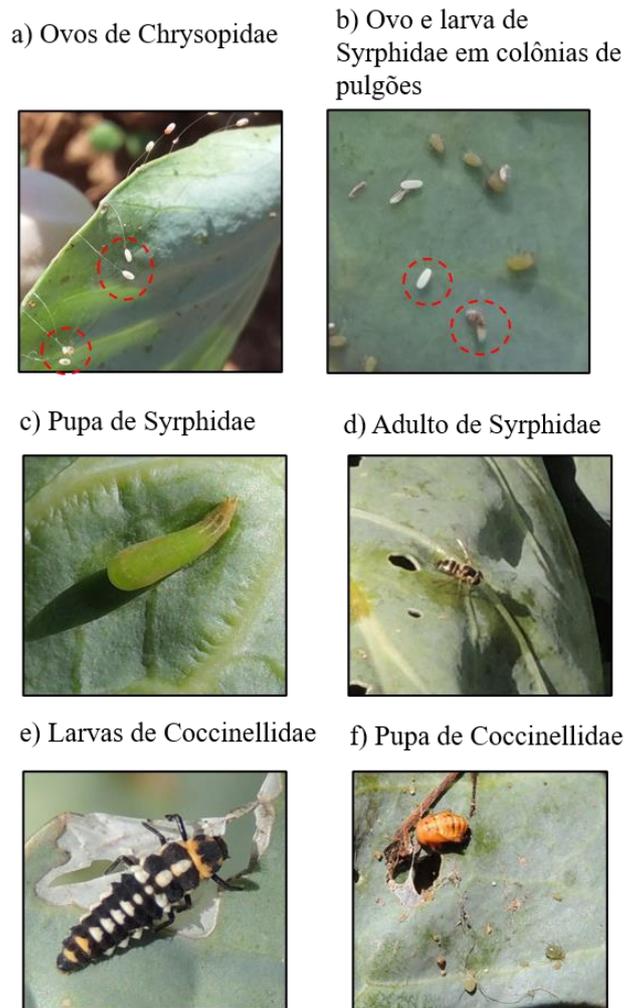
continua

continuação

Artrópodes parasitoides <sup>6</sup>		Mix			Controle positivo			Controle negativo		
		1m	3m	6m	1m	3m	6m	1m	3m	6m
Braconidae	<i>Diaeretiella</i> sp.	1	5,25	1	0	0,75	0,5	0,75	2	3,5
Braconidae	<i>Ahidius</i> sp.	0	0,25	0,25	0	0	0	0	0	0,5
Figitidae	<i>Alloxysta</i> sp.	0	0	0	0	0	0,25	0,25	0	0
Encyrtidae	<i>Syrfophagus</i> sp.	0,75	1	0,25	0	0	0,5	1,25	1,75	1
Encyrtidae	sp.1	0	0,25	0	0	0,25	0	0	0	0
Pteromalidae	<i>Asaphes</i> sp.	0,25	0,25	0	0	0	0	0	0	0,25
Riqueza total		3	5	3	0	2	3	3	2	4

<sup>1</sup>Média de sete semanas de coleta. <sup>2</sup>As faixas laterais são cobertas por: *mix* de plantas formado por cosmos, crotalária, erva-doce e feijão-de-porco na densidade de 21,5 plantas.m<sup>-2</sup>; vegetação espontânea (controle positivo); *mulch* plástico (controle negativo). <sup>3</sup>*Solenopsis* sp1, <sup>4</sup>*Pheidole* sp., <sup>5</sup>*Camponotus* sp2. <sup>6</sup>Parasitoides obtidos a partir de pulgões do repolho mumificados coletados em discos foliares de repolho com 35mm de diâmetro.

A maior ocorrência das moscas Syrphidae está associada às colônias dos pulgões do repolho, os estágios imaturos como ovos, larvas e pupas foram encontrados nas colônias de pulgões. Além destes, larvas e pupas de coccinelídeos também foram encontrados nas plantas de repolho (Figura 6). Segundo Fidelis et al. (2018) os principais predadores de pulgões em cultivo de repolho são os sirfídeos, coccinelídeos e formigas generalistas como *Solenopsis* sp. As moscas Syrphidae apresentam melhor desempenho biológico na presença de flores com pólen e néctar (LAUBERTIE; WRATTEN; HEMPTINNE, 2012). Esses dípteros são importantes fatores de mortalidade para os pulgões (Aphididae), observamos que estes fazem a postura nas colônias de pulgões ou sobre as folhas onde predam os pulgões após a emergência dos ovos. Esse comportamento pode ter influenciado o número de Syrphidae encontrado na distância de 6m do tratamento controle. Esses achados corroboram com Resende et al. (2006), que encontrou três espécies de Syrphidae em plantas de couve infestadas com o pulgão *Lipaphis pseudobrassicae* em Seropédica, RJ.



**Figura 6.** Predadores encontrados sobre plantas de repolho orgânico hospedeiro de pulgões (Aphiididae), cultivado com diferentes faixas de cobertura instaladas lateralmente: ovos de Chrysopidae (a); ovos, larvas, pupa e adultos de Syrphidae (b, c, d); larva e pupa de Coccinellidae (e, f). Seropédica, RJ, junho a setembro de 2018

Dentre os parasitoides obtidos nos pulgões obtidos *Diaeretiella* sp. foi o mais abundante, principalmente no repolho cultivado com a faixa de *mix* como já mencionado (Tabela 1), por esse motivo também se avaliou a abundância desse parasitoide.

Na análise de variância a abundância e o parasitismo dos pulgões não teve interação entre faixas e distâncias ( $p < 0,05$ ), dessa forma comparou-se as abundâncias de pulgões para os efeitos simples dos fatores principais das faixas e distâncias. Não houve diferença significativa entre as faixas ou distâncias para a abundância, taxa de parasitismo de pulgões e para a riqueza de parasitoides desses pulgões. A abundância de parasitoides nos pulgões foi maior no repolho com faixas do *mix* e do controle negativo ( $p < 0,05$ ) e não difere entre as distâncias. A taxa de emergência dos parasitoides não difere entre as faixas, porém, é maior aos 3m de distância das faixas ( $p < 0,05$ ). A abundância de *Diaeretiella* sp. é maior no repolho com faixas de *mix* comparado ao controle positivo ( $p < 0,1$ ) (Tabela 2).

**Tabela 2.** Abundância do pulgão (Aphididae) e de seu parasitismo em repolho diversificado com faixas com plantas atrativas. Seropédica, RJ, julho a setembro de 2018

Variáveis	mix <sup>1</sup>	Faixas		Distâncias			CV %
		controle positivo <sup>3</sup>	controle negativo <sup>2</sup>	1 m	3 m	6 m	
<sup>4</sup> Abundância do pulgão	28,00a	20,08a	32,00a	20,66a	30,25a	29,16a	21,15
<sup>4</sup> Taxa de parasitismo do pulgão	25,97a	19,4a	21,44a	13,93a	27,53a	25,36a	22,07
<sup>4</sup> Taxa de emergência de parasitoides nos pulgões	39,69a	27,18a	52,06a	26,65b	67,89a	24,38b	25,7
<sup>4</sup> Abundância de parasitoides nos pulgões	3,5a	0,75b	3,83a	1,50a	3,91a	2,66a	8,98
<sup>4</sup> Riqueza de parasitoides em pulgões	1,33a	0,58a	1,25a	0,66a	1,33a	1,16a	4,22
<sup>5</sup> Abundância de <i>Diaeretiella</i> sp.	2,41a	0,41b	2,08a	0,58a	2,67a	1,67a	6,98

<sup>1</sup>mix de plantas formado por cosmos, crotalária, erva-doce e feijão-de-porco na densidade de 21,5 plantas.m<sup>-2</sup>; <sup>2</sup>Controles negativo: cobertura com mulch plástico; <sup>3</sup>Controle positivo: cobertura com vegetação espontânea; Médias do mesmo fator seguidas de mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott <sup>4</sup>(p < 0,05) e <sup>5</sup>(p < 0,1).

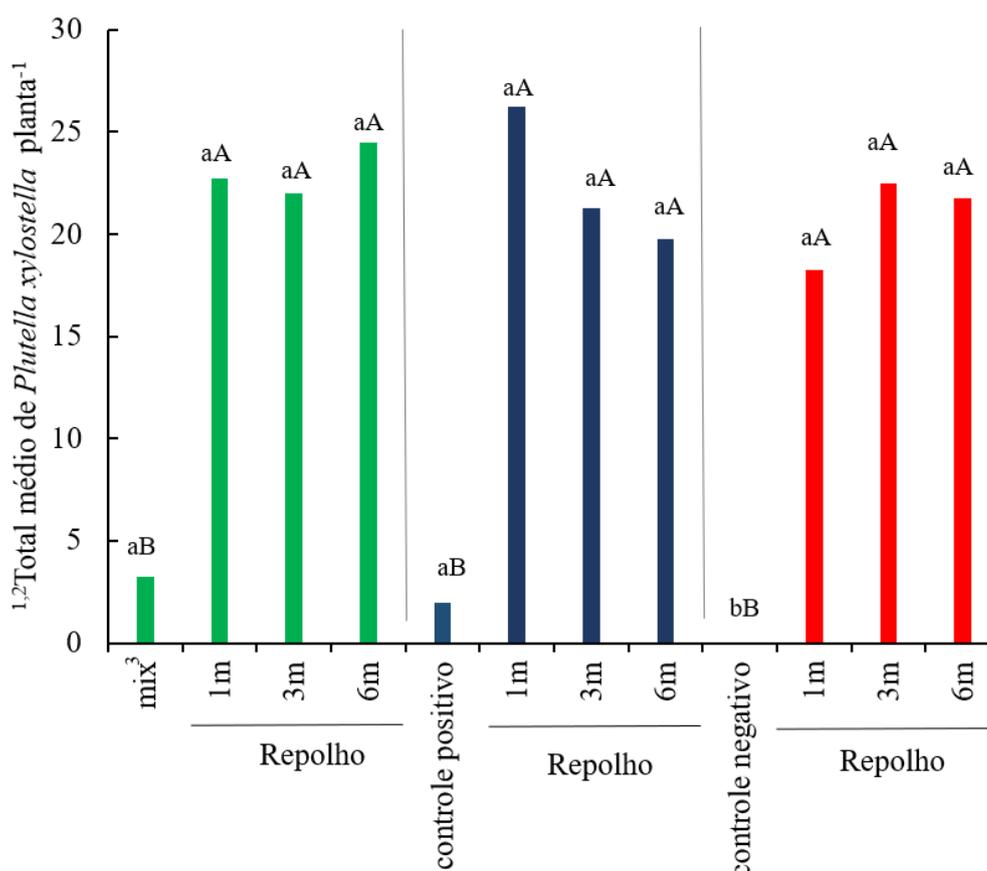
Os coccinelídeos podem não ter contribuído para predação dos pulgões, no repolho cujas formigas foram mais predominantes como no controle positivo. Embora não avaliado neste trabalho essas formigas podem ter prejudicado o desempenho dos coccinelídeos na predação dos pulgões. A proteção de formigas predadoras das colônias de pulgões aumenta a competição destes predadores com coccinelídeos, algumas espécies de coccinelídeos não suportam a agressividade das formigas durante a proteção aos pulgões nas relações mutualísticas e estes não conseguem se estabelecer (FINLAYSON; ALYOKHIN; PORTER, 2009).

Embora não se tenha encontrado diferença significativa na abundância dos pulgões, o controle negativo e o mix favoreceu a maior abundância de parasitoides de pulgões. Os parasitoides e hiperparasitoides dos pulgões podem mostrar-se mais abundantes em condições favoráveis de refúgio ou em alta disponibilidade dos hospedeiros, alterando a abundância e a taxa de parasitismo da espécie (SAMPAIO et al. 2017), o que poderia explicar parte dos resultados para o mix que, em tese oferece condições de refúgio. Embora as formigas *Solenopsis* sp. sejam capazes de reduzir a população outras pragas do repolho como as lagartas e pupas de *P. xylostella* (HARVEY; EUBANKS, 2005), estas em uma situação competitiva de escassez de presas poderiam romper com as interações mutualísticas e controlar colônias de pulgões (LUCAS, 2013), reduzindo por efeito direto a taxa de emergência de indivíduos já parasitados nos tratamentos aonde essa formigas foram mais abundantes, como no tratamento com o controle positivo.

No cultivo do repolho as cabeças são colhidas e não se permite o florescimento da planta, por esse motivo, não há fornecimento de recursos florais para inimigos naturais. O uso de flores para a diversificação dessa cultura pode trazer benefícios para o manejo de pragas como o aumento das taxas de parasitismo de fitófagos (BALMER et al., 2014). O que contribui para manter os pulgões abaixo do nível de dano e reduz a necessidade de intervenções químicas no manejo destes fitófagos.

### 3.2 Influência das faixas de cobertura sobre a população da traça-das-crucíferas *P. xylostella* (Plutellidae) no repolho.

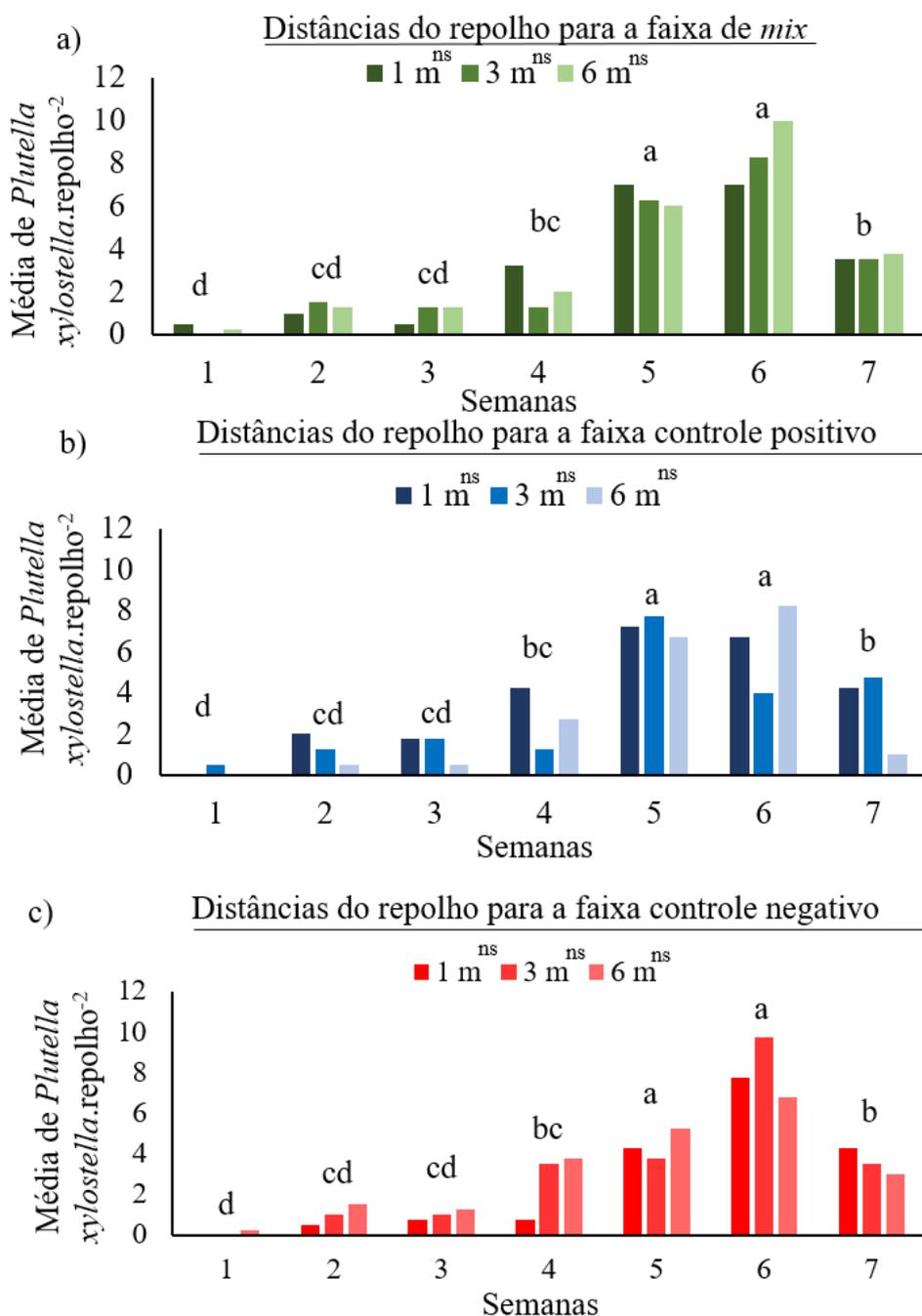
A abundância da traça-das-crucíferas entre as faixas ou entre as distâncias das faixas não diferiu estatisticamente entre comparação com os controles positivo (vegetação espontânea) ou negativo (*mulch*) ( $p < 0,05$ ). No estudo dentro de cada tratamento, em ambos os tratamentos, a traça-das-crucíferas apresentou a menor abundância nas faixas do que nas plantas de repolho ( $p < 0,05$ ). Estes dados mostram que a faixa com o *mix* não contribui para o aumento da abundância da traça das crucíferas no repolho (Figura 7).



**Figura 7.** Abundância média<sup>1</sup> de traça-das-crucíferas *Plutella xylostella* encontrados em faixas de cobertura e no repolho, em diferentes distâncias das faixas (*mix*, controles negativo: cobertura com faixas de *mulch* plástico; Controle positivo: Cobertura com faixas compostas por vegetação espontânea). Seropédica, RJ, junho a setembro de 2018  
<sup>1</sup>Médias transformadas em log (x+10). <sup>2</sup>Barras independente do tratamento seguidas de mesma letra minúscula e barras dentro de cada tratamento seguidas de mesmas letras maiúsculas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). <sup>3</sup>O *mix* é composto por cosmos, crotalária, erva-doce e feijão-de-porco na densidade de 21,5 plantas.m<sup>-2</sup>

O estudo do efeito das faixas e distâncias na ocorrência de lagartas de *P. xylostella* em plantas de repolho mostrou que as faixas testadas e as distâncias não têm efeito sobre

o aumento do número de lagartas ( $p < 0,05$ ). Entretanto, há efeito nas semanas tem sobre a ocorrência de *P. xylostella*, sendo as semanas 5 e 6 com a maior incidência da praga independente da distância ou da faixa testada (Figura 8).



**Figura 8.** Médias<sup>1</sup> da traça-das-crucíferas *Plutella xylostella* em repolho cultivado em diferentes distâncias de faixas<sup>2</sup>. Seropédica, RJ, junho a setembro de 2018. <sup>1</sup>Médias transformadas em log (x+10); <sup>2</sup>barras independente das distâncias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si para pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). a) repolho cultivado próximo de faixas com o mix composto por cosmos, crotalária, erva-doce e feijão-de-parco na densidade de 21,5 plantas.m<sup>-2</sup>; b) Controle positivo: Cobertura com

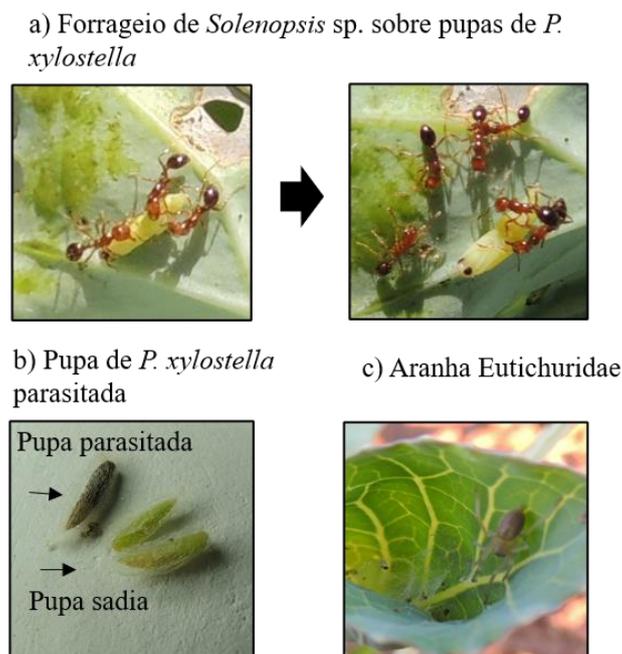
faixas compostas por vegetação espontânea; c) Controles negativo: cobertura com faixas de *mulch* plástico

Os prováveis predadores de *P. xylostella* encontrados durante as vistorias foram as aranhas Araneidae, Eutichuridae e Araneae de maneira geral em todos os tratamentos. Para as aranhas observadas durante a vistoria, não foi possível a identificação de todos os espécimes a nível de família em virtude do método amostral usado para captura dos pulgões e lagartas desencadearem comportamento de fuga nesses predadores, sendo nestes casos as mesmas classificadas apenas em ordem. Além destas, a formiga *Solenopsis* sp1 (Tabela 3), destacou-se no controle positivo, sendo encontradas realizando predação de larvas e pupas de *P. xylostella* em plantas de repolho (Figura 9).

**Tabela 3.** Abundância média<sup>1</sup> de inimigos naturais coletados em plantas de repolho em plantas de repolho em diferentes distâncias das faixas de cobertura<sup>2</sup>. Seropédica, RJ, julho a setembro de 2018

Artrópodes predadores	<i>Mix</i>			Controle positivo			Controle negativo			
	1	3	6	1	3	6	1	3	6	
Eutichuridae	0,75	0,25	0,25	0,5	0,5	0,25	0,75	0,25	0,5	
Araneidae	0,5	0,5	0,5	1	0,5	0,25	0,75	0,5	0,25	
Syrphidae	1,75	2,25	2	0,5	1,25	1,25	0,75	1,5	2,25	
Psauridae	0	0	0	0,5	0	0	0,25	0,25	0	
Formicidae	0,25	0,75	0,75	5	5	5	0,25	0,25	0	
Formicidae	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	
Formicidae	0,25	0	0	0,25	0	0	0,25	0	0,25	
Chrysopidae	0,75	0	0,25	0,75	0	0	0	0	0	
Oxyopidae	0	0	0,5	0,25	0	0	0	0,75	0	
Coccinellidae	0,5	0,75	0,25	0,25	0,25	0	0,75	1	0,25	
Araneae	2	2,25	0,5	1	0,25	0,75	1,25	1,5	1,25	
Dolichopodidae	0	0	0	0	0	0	0	0,25	0,25	
Staphylinidae	0	0	0	0	0,25	0	0	0	0	
Miturgidae	0	0	0,25	0	0,25	0	0	0	0,25	
Salticidae	0	0	0,25	0	0	0	0	0	0	
Lampyride	0	0	0	0	0	0	0,75	0	0	
Riqueza total	8	6	9	9	7	4	10	9	8	
Artrópodes parasitoides <sup>3</sup>										
Eulophidae	<i>Oomyzus sokolowskii</i>	8,75	17	13	0	14,3	2	11,5	12	4,5
Braconidae	<i>Cotesia</i> sp.	0,25	0,25	0	0,75	0,25	0,25	0	0,25	0
<sup>4</sup> Hymenoptera		0,25	0,75	0,25	0	0	0,5	0	1,25	0,25

<sup>1</sup>Média de sete semanas de coleta. <sup>2</sup>As faixas laterais são cobertas por: *mix* de plantas formado por cosmos, crotalária, erva-doce e feijão-de-porco na densidade de 21,5 plantas.m<sup>2</sup>; vegetação espontânea (controle positivo); *mulch* plástico (controle negativo). <sup>3</sup>Parasitoides obtidos a partir de lagartas e pupas de *Plutella xylostella* coletados em folhas de repolho. <sup>4</sup>Micro vespas observadas sobre as folhas de repolho durante a vistoria.



**Figura 9.** Predadores encontrados sobre plantas de repolho orgânico hospedeiro de *Plutella xylostella*, cultivado com diferentes faixas de cobertura instaladas lateralmente: Formigas *Solenopsis* predando pupas de *P. xylostella* (a); Pupas de *P. xylostella* parasitadas (b), Aranha Eutichuridae preparando emboscada(c). Seropédica, RJ, junho a setembro de 2018

O estudo do efeito das faixas, distâncias e semanas na abundância de lagartas de *P. xylostella* em plantas de repolho mostrou que as faixas testadas e as distâncias não tiveram efeito sobre os parâmetros avaliados para a abundância da praga e taxa de parasitismo de *P. xylostella*, abundância dos parasitoides em *P. xylostella*, abundância de *Cotesia* sp. e de *Oomyzus sokolowskii* ( $p < 0,05$ ) (Tabela 4).

**Tabela 4.** Abundância média<sup>1</sup> de *Plutella xylostella* e de seu parasitismo em repolho diversificado com faixas com plantas atrativas. Seropédica, RJ, julho a setembro de 2018

Variáveis	Mix <sup>1</sup>	Faixas		Distâncias			CV %
		Controle positivo <sup>2</sup>	Controle negativo <sup>3</sup>	1	3	6	
<sup>4</sup> Abundância de <i>P. xylostella</i>	23,08a	22,42a	20,83a	22,42a	21,92a	22,00a	39,28
<sup>4</sup> Taxa de parasitismo	34,86a	29,4a	21,01a	19,68a	38,91a	26,67a	22,96
<sup>4</sup> Abundância de parasitoides	13,08a	5,83a	9,41a	7,08a	14,67a	6,58a	17,29
<sup>4</sup> Abundância de <i>Cotesia</i> sp.	0,16a	0,41a	0,08a	0,33a	0,25a	0,08a	1,99
<sup>4</sup> Abundância de <i>Oomyzus sokolowskii</i>	12,91a	5,41a	9,34a	6,75a	14,42a	6,5a	17,48

<sup>1</sup>mix de plantas consorciadas formado pelas espécies cosmos, crotalária, erva-doce e feijão-de-porco na densidade de 21,5 plantas.m<sup>-2</sup>; <sup>2</sup>Controles negativo: cobertura com mulch plástico; <sup>3</sup>Controle positivo: cobertura com vegetação espontânea; <sup>2</sup> Médias do mesmo fator seguidas de mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott <sup>4</sup>( $p < 0,05$ ).

A interação entre o número total de predadores e parasitoides nas plantas de repolho sob diferentes distâncias das faixas com as semanas não foi significativa ( $p < 0,05$ ). Assim, avaliaram-se as médias para os efeitos simples dos fatores principais para o número de predadores e parasitoides no repolho quando associado com as diferentes faixas laterais. Constatou-se que a abundância de predadores não se diferenciou dos controles positivo e negativo, enquanto a de parasitoides foi igual ao controle negativo, ambos superiores ao controle positivo ( $p < 0,05$ ), entretanto, o número de predadores e parasitoides não diferiram nas distâncias estudadas ( $p < 0,05$ ) (Tabela 5).

O maior número de lagartas ocorreu nas semanas 4, 5 e 6 (Figura 8) o total de parasitoides obtidos durante a vistoria foi maior nas semanas 4, 5 e 7, sendo o parasitoide mais representativo a espécie *Oomyzus sokolowskii* como parasitoide de *P. xylostella* ocorrendo em praticamente todas os tratamentos. Os predadores apresentaram maior ocorrência nas semanas 3 e 5 (Tabela 5).

**Tabela 5.** Abundância média<sup>1</sup> de predadores e parasitoides em repolho diversificado com faixas com plantas atrativas. Seropédica, RJ, julho a setembro de 2018

Faixas	Predadores <sup>4</sup>	Parasitoides <sup>4</sup>	Estágios fenológicos
<i>Mix</i> <sup>1</sup>	0,90a	3,17a	-
Controle positivo <sup>2</sup>	1,22a	1,15b	-
Controle negativo <sup>3</sup>	0,84a	2,31a	-
Distâncias			-
1 m	1,09a	1,40a	-
3 m	1,02a	2,86a	-
6 m	0,87a	2,12a	-
CV %	2,4	4,94	-
Semanas			Repolho <sup>5</sup>
1	0,34b	0,22b	III
2	0,53b	1,40b	IV
3	1,71a	1,35b	V
4	0,95b	3,74a	VI
5	2,40a	4,29a	VII
6	0,35b	0,0b	VIII
7	0,70b	3,88a	IX
CV %	5,14	6,35	

<sup>1</sup>*mix* de plantas consorciadas formado pelas espécies cosmos, crotalária, erva-doce e feijão-deporco na densidade de 21,5 plantas.m<sup>-2</sup>; <sup>2</sup>Controles negativo: cobertura com mulch plástico; <sup>3</sup>Controle positivo: cobertura com vegetação espontânea; <sup>4</sup>As médias foram transformadas em  $\log(x + 10)$ ; <sup>5</sup>Médias do mesmo fator seguidas de mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ); <sup>5</sup>Dias após transplante do repolho (DAT), desenvolvimento inicial no estágio III: 30 DAT, IV:38 DAT, V: 52 DAT, VI: 57 DAT, VII: 64 DAT, VIII:72 DAT; IX: 78 DAT.

Duas das plantas que constituem o *mix* testado *Cosmos sulphureus* – Asteraceae e *Crotalaria spectabilis* – Fabaceae floresceram a partir da semana 5, fase em que o repolho estava no estágio fenológico VII (64 DAT)(Tabela 5). As demais plantas do *mix* não atingiram o período de floração antes do fim do ciclo do repolho. O aumento do número de fitófagos nas semanas 4 a 6, estádios fenológicos VI a VIII do repolho (57 a 72 DAT) pode estar fortemente associado a maior concentração de compostos secundários e açúcares redutores nas folhas do repolho que são fago-estimulantes para *P. xylostella* que ocorreu mais nessas semanas (CARVALHO et al., 2008; SARFRAZ; DOSDALL; KEDDIE, 2006). Além da maior abundância de presas no repolho as flores de cosmos e

crotalária presentes nas faixas com *mix* oferecem refúgio, néctar floral e favoreceram a manutenção de *Solenopsis* sp. (Hymenoptera: Formicidae), que acessam estes recursos como fontes de carboidratos simples, recursos necessários para utilização na busca dessas lagartas no repolho.

O cultivo de repolho na distância de 1 metro do *mix* apresentou uma riqueza total de sete táxons de artrópodes parasitoides, o controle negativo quatro táxons e o positivo apenas um táxon. Nessa mesma distância, à medida que esses tratamentos apresentaram menor diversidade de parasitoides aumentou-se a diversidade de predadores com oito táxons no *mix*, dez no controle negativo e nove no controle positivo. A quantidade de famílias de parasitoides coletadas é diretamente dependente do número de hospedeiros fitófagos capturados devido a condução da coleta por vistoria. Com isso, maior é possibilidade de que predadores possam compartilhar o mesmo nicho e os parasitoides poderiam ser prejudicados pela maior predação de fitófagos hospedeiros.

### 3.3 Comunidade de predadores nas faixas de cobertura inseridas lateralmente no cultivo de repolho

No *mix* a presença de abundância de predadores foi maior do que o controle positivo e negativo ( $p < 0,05$ ) (Tabela 6). Isso confirma resultados de ensaios anteriores que mostram a superioridade do *mix* em comparação a vegetação espontânea para a atração de artrópodes predadores (Capítulo 2). Os predadores Thomisidae e formigas *Solenopsis* sp1 se destacaram na faixa com o *mix* e na vegetação espontânea (Tabela 7).

**Tabela 6.** Abundância de artrópodes predadores nas faixas de cobertura inseridas lateralmente no cultivo de repolho orgânico. Seropédica, RJ, julho a setembro de 2018

Tratamentos <sup>1</sup>	Predadores <sup>2</sup>
Mix	36,5 a
Controle positivo	33,7 b
Controle negativo	2,0 c
CV(%)	53,45

<sup>1</sup>*mix* de plantas formado pelas espécies cosmos, crotalária, erva-doce e feijão-de-porco na densidade de 21,5 plantas.m<sup>-2</sup>; Controles negativo: cobertura com faixas de mulch plástico; Controle positivo: Cobertura com faixas compostas por vegetação espontânea inseridas lateralmente nas parcelas com plantas de repolho;<sup>2</sup>Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Calinski e Corsten baseado na distribuição F ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 7.** Abundância média <sup>1</sup> de artrópodes encontrados em faixas de cobertura inseridas lateralmente no cultivo de repolho. Seropédica, RJ, julho a setembro de 2018

Artrópodes predadores <sup>1</sup>	Mix <sup>1</sup>	Controle positivo <sup>2</sup>	Controle negativo <sup>3</sup>
Antochoridae	0,5	3,25	0
Araneidae	1,75	1,25	0
Carabidae	1	0,25	0
Chrysopidae	2	0,75	0,25
Coccinellidae	4,75	2,75	0,25
Dolichopodidae	1,75	4	0,25
Eutichuridae	2,5	0,75	0

Nabidae	0,5	2,25	0
Oxyopidae	3,5	1	0,25
Formicidae <sup>4</sup>	0,5	1,5	0
Formicidae <sup>5</sup>	1	0	0
Formicidae <sup>6</sup>	0,5	0,5	0
Formicidae <sup>7</sup>	5,5	4,25	0,5
Salticidae	0,5	0,75	0,5
Sphecidae	0,25	1,25	0
Thomisidae	10	9,25	0

<sup>1</sup>Os artrópodes predadores com média total menor que 1 não foram considerados para essa caracterização. <sup>1</sup>*mix* de plantas formado pelas espécies cosmos, crotalária, erva-doce e feijão-de-porco na densidade de 21,5 plantas.m<sup>2</sup>; <sup>2</sup>Controles negativo: cobertura com mulch plástico; <sup>3</sup>Controle positivo: cobertura com vegetação espontânea; <sup>4</sup>*Brachymyrmex* sp1, <sup>5</sup>*Camponotus* sp1, <sup>6</sup>*Pseudomyrmex* sp1, <sup>7</sup>*Solenopsis* sp1.

Dentre os predadores as formigas *Solenopsis* sp1. foram encontradas em posição de destaque nas faixas com controle positivo e o *mix* (Tabela 7), também encontrados nas plantas de repolho com faixas do controle positivo (Tabela 3), o que sugere existir uma relação com esses refúgios. Segundo Wilson (2003) esses predadores se estabelecem em áreas antropizadas e abertas como os agroecossistemas. Almeida et al. (2007) encontraram *Solenopsis invicta* em nove diferentes cultivos anuais e perenes em um sistema agroecológico em Seropédica-RJ. As condições microclimáticas e a composição da paisagem, sobretudo de áreas abertas de cultivo, interferem na composição das espécies e determinam a sobrevivência de formigas dominantes como *Solenopsis* spp. (PACHECO et al., 2013).

Durante as vistorias sobre as plantas de repolho observou-se a predação de *Solenopsis* sp. sobre lagartas e pupas de *P. xylostella* em período diurno, uma associação semelhante com *Pheidole* sp. predando estágios imaturos desse lepidóptero foi relatada por Silva-Torres et al. (2010). Parasitoides como *O. sokolowskii* que ocupam o mesmo nicho e representando fatores de mortalidade para *P. xylostella*, podem ser suprimidos pelo predomínio e predação intraguilda das formigas *Solenopsis* sp. (HARVEY; EUBANKS, 2005), o que explica a menor abundância de parasitoides no controle positivo (Tabela 5). Sendo assim, a menor abundância dos parasitoides desse lepidóptero no repolho cultivado com faixas controle positivo pode ser explicado pela predação de lagartas parasitadas.

Os recursos oferecidos pelas flores que compõem o *mix*, cosmos e erva-doce fornecem pólen e néctar e atraem predadores como Carabidae, Coccinellidae, Staphylinidae, Anthocoridae, Nabidae, Pentatomidae, Neuroptera, as moscas *Eristalis* sp., *Ornidia obesa*, *Bithia* sp. e *Syrphus* sp. (Syrphidae) e as aranhas Lycosidae e Linyphiidae (ALDINI; MARTONO; TRISYONO, 2019; RESPATIE et al., 2019; GAMA et al., 2013; QURESHI et al., 2010). Em estudos anteriores também verificou-se que essas plantas favorecem um amplo grupo de inimigos naturais incluindo aranhas e coccinelídeos. Outras misturas de flores com o cosmos mostrou-se eficiente no atração de predadores para o controle de mosca branca (*Bemisia tabbaci*) e pulgões (Aphididae), além de atrair parasitoides (Hymenoptera) que contribuem para a regulação de outros fitófagos (HOGG; BUGG; DAANE; 2011; QURESHI et al., 2010).

### 3.4 Efeito de faixas de plantas em diferentes distâncias na biometria e produção de cabeças de repolho

Não houve interação entre as faixas e distâncias avaliadas para as variáveis diâmetro, altura e índice de formato da cabeça o cultivo de repolho, massa fresca de cabeças e produtividade no cultivo de repolho ( $p < 0,05$ ). Dessa forma comparou-se as médias das variáveis para os efeitos simples dos fatores principais das faixas e distâncias (Tabela 8).

O repolho cultivado com faixas de plantas atrativas em *mix* apresentaram maior massa de cabeças e maior produtividade do que o cultivo com o controle negativo, chegando a produzir em média  $4,2 \text{ t ha}^{-1}$  a mais nas distâncias do repolho para as faixas de plantas atrativas. Para estas variáveis não há efeito das distâncias nesses parâmetros ( $p < 0,1$ ). Não houve diferença significativa para o uso das faixas ou distâncias para o diâmetro, altura e o índice de formato de cabeça de repolho (Tabela 8).

**Tabela 8.** Valores médios relativos às características agronômicas das cabeças de repolho cultivadas sob a influência de diferentes faixas de cobertura e distâncias. Seropédica, RJ, julho a setembro de 2018

Características agronômicas	Faixas			Distâncias <sup>1</sup>			CV %
	<i>Mix</i> <sup>2</sup>	Controle negativo <sup>3</sup>	Controle positivo <sup>4</sup>	1	3	6	
Diâmetro da cabeça	14,58a	14,11a	14,68a	14,48a	14,36a	14,32a	6,53
Altura da cabeça (cm) <sup>5</sup>	11,90a	11,44a	11,87a	11,90a	11,73a	11,58a	4,99
Índice de formato da cabeça <sup>5</sup>	1,23a	1,23a	1,24a	1,22a	1,24a	1,24a	5,98
Massa da cabeça (kg) <sup>5</sup>	1,01a	0,90b	1,01a	0,99a	0,99a	0,94a	13,3
Produtividade ( $\text{t ha}^{-1}$ ) <sup>5</sup>	42,18a	37,75b	42,10a	41,60a	41,34a	39,10a	13,2

<sup>1</sup>Distâncias 1, 3 e 6 representam as distâncias, em metros, das plantas de repolho para as margens com faixas. <sup>2</sup>*mix* de plantas consorciadas formado pelas espécies cosmos, crotalária, erva-doce e feijão-deporco na densidade de  $21,5 \text{ plantas.m}^{-2}$ ; <sup>3</sup>Controles negativo: cobertura com mulch plástico; <sup>4</sup>Controle positivo: cobertura com vegetação espontânea; <sup>5</sup>Médias do mesmo fator seguidas de mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste t de Student ( $p < 0,1$ ).

O menor desempenho do repolho para as características agronômicas de massa de cabeça e conseqüentemente a produtividade no controle negativo, podem estar associados à indisponibilidade de áreas de refúgios (faixas) para os predadores de pragas do repolho. Os consórcios com áreas de refúgios são fundamentais para a manutenção de predadores próximo dos cultivos para exercerem pressão sobre as pragas da cultura. Segundo Asare-Bediako, Addo-Quaye e Mohamed (2010) o consórcio do repolho com plantas não hospedeiras de *P. xylostella* é menos atacado, apresenta menor nível de injúrias e maior rendimento quando comparado ao cultivo solteiro. Dessa forma, os danos provocados por *P. xylostella* nos cultivos solteiros, sem a áreas de refúgios com predadores, estressam as plantas e reduzem a produtividade da cultura (GROSSRIEDER et al., 2005).

A maior produtividade para este tratamento pode ser atribuída ao menor número

A análise multivariada das características agronômicas do repolho cultivado em função de diferentes faixas foi dividida para permitir a visualização do comportamento das variáveis estudadas. Na distância de 1, 3 e 6 m da margem, o primeiro e o segundo

componente principal (CP) explicam a maior parte da contribuição dos autovalores, cada uma com variância acumulada em 99,09, 96,22 e 98,86%, respectivamente (Tabela 9)

**Tabela 9.** Autovalores e variância percentual dos componentes principais (CP) do efeito de margens cultivadas com *mix*, vegetação espontânea e *mulch* em diferentes distâncias sobre características agrônômicas da produção de repolho cultivado em Seropédica, RJ no período de julho a setembro de 2018

Distância 1m	CP 1	CP 2	CP 3	CP 4	CP 5
autovalores	3,97	0,99	0,04	0,00	0,00
variância (%)	79,32	19,77	0,90	0,01	0,00
variância acumulada (%)	79,32	99,09	99,99	100,00	100,00
distância 3m					
autovalores	3,49	1,32	0,19	0,00	0,00
variância (%)	69,77	26,45	3,75	0,02	0,00
variância acumulada (%)	69,77	96,22	99,97	100,00	100,00
distância 6m					
autovalores	3,91	1,03	0,06	0,00	0,00
variância (%)	78,18	20,68	1,09	0,04	0,00
variância acumulada (%)	78,18	98,86	99,96	100,00	100,00

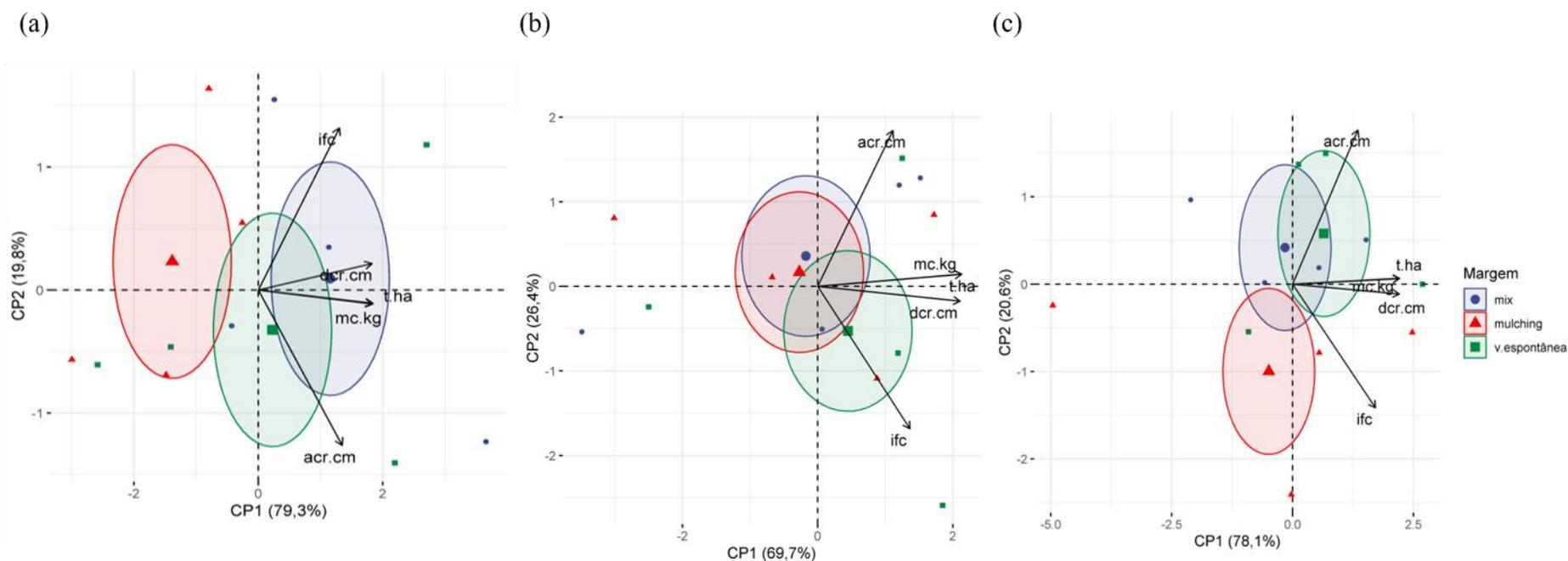
As variáveis com maiores contribuições e correlação de comunalidade ( $\text{Cos}^2 > 0,4$ ) para o componente 1 nas três distâncias foram diâmetro, índice de formato de cabeça, massa e produtividade. Para o componente 2 a variável a altura e índice de formato da cabeça apresentam tendências mais responsivas para as diferentes faixas testadas (Tabela 10).

A produção de repolho cultivado próximo das faixas de *mix* e o controle positivo em 1 e 6 m de distância apresentam tendências centrais mais correlacionadas com maior altura, diâmetro, massa e produtividade do que com o uso da faixa com *mulch*. Na distância de 3m o controle positivo mostra-se com maior correlação com a massa, produtividade diâmetro e índice de formato de cabeça do que a faixa com *mix* e *mulch*, respectivamente (Figura 10).

**Tabela 10.** Descrição da contribuição, comunalidade da contribuição de caracteres e correlação das variáveis agrônomicas em diferentes Componentes Principais (CP) do efeito de margens e de distâncias sobre características agrônomicas da produção de repolho

	Contribuição (%)		Comunalidade		Correlação	
	CP 1	CP 2	CP 1	CP 2	CP 1	CP 2
<b>Distância 1 m</b>						
Diâmetro da cabeça (cm)	24,55	1,37	0,97	0,01	0,99*	ns
Altura da cabeça (cm)	13,33	46,87	0,53	0,46	0,73*	-0,68*
Índice de formato da cabeça	12,43	51,04	0,49	0,50	0,70*	0,71*
Massa da cabeça (kg)	24,83	0,38	0,98	0,00	0,99*	ns
Produtividade (t ha <sup>-1</sup> )	24,86	0,35	0,99	0,00	0,99*	ns
<b>Distância 3 m</b>						
Diâmetro da cabeça (cm)	26,71	0,49	0,93	0,01	0,97*	ns
Altura da cabeça (cm)	7,44	53,88	0,96	0,71	ns	0,84*
Índice de formato da cabeça	11,18	44,97	0,39	0,59	0,62*	-0,77*
Massa da cabeça (kg)	27,35	0,34	0,95	0,00	0,98*	ns
Produtividade (t ha <sup>-1</sup> )	27,32	0,33	0,95	0,00	0,98*	ns
<b>Distância 6 m</b>						
Diâmetro da cabeça (cm)	25,09	0,24	0,98	0,00	0,99*	ns
Altura da cabeça (cm)	9,40	60,56	0,37	0,63	0,61*	0,79**
Índice de formato da cabeça	15,09	39,03	0,59	0,40	0,77*	-0,64*
Massa da cabeça (kg)	25,21	0,08	0,99	0,00	0,99*	ns
Produtividade (t ha <sup>-1</sup> )	25,21	0,09	0,99	0,00	0,99*	ns

Nota: Apenas os componentes principais 1 e 2 foram mantidos para descrição da contribuição e comunalidade. Significância da correlação das variáveis com os componentes principais, ns: não significativo \*  $p < 0,05$ .



**Figura 10.** Produção de repolho: Análise de componentes principais das variáveis agrônômicas da produção de repolho. (a) 1m, (b) 3m e (c) 6m representam as distâncias das plantas de repolho para as margens com faixas de *mix*, *mulch* e planta espontânea. As elipses representam o intervalo de confiança (IC=95%) do ponto médio para as variáveis agrônômicas: *acr.cm*: altura da cabeça (cm); *dcr.cm*: diâmetro da cabeça (cm); *ifc*: índice de formato da cabeça; *mc.kg*: massa da cabeça (kg) e *t.ha*: produtividade (t ha<sup>-1</sup>)

## 4 CONCLUSÕES

O uso de faixa lateral composta por cosmos (*Cosmos sulphureus*), erva-doce (*Foeniculum vulgare*), crotalária (*Crotalaria spectabilis*) e feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) no cultivo de repolho (*Brassica oleraceae* var. *capitata*) têm efeitos neutros sobre a incidência pragas como pulgões do repolho e a traça-das-crucíferas, têm efeitos benéficos no aumento da abundância de predadores e parasitoides, massa de cabeças e na produtividade da cultura.

## 5 REFERÊNCIAS

- ABDI, H.; LYNNE J.W. Principal component analysis. **Wiley interdisciplinary reviews: computational statistics**, Hoboken, v. 2, n. 4, p. 433-459, 2010. DOI 10.1002/wics.101. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/wics.101>. Acesso em: 30 mai. 2020.
- ALDINI, G. M.; MARTONO, E.; TRISYONO, Y. A.. Diversity of Natural Enemies Associated with Refuge Flowering Plants of *Zinnia elegans*, *Cosmos sulphureus*, and *Tagetes erecta* in Rice Ecosystem. **Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia**, Yogyakarta, v. 23, n. 2, 2019. DOI 10.22146/jpti.33947. Disponível em: <https://jurnal.ugm.ac.id/jpti/article/view/33947>. Acesso em: 18 jan. 2020.
- ALMEIDA, F.S; QUEIROZ, J.M.; MAYHÉ-NUNES, A.J. Distribuição e abundância de ninhos de *Solenopsis invicta* Buren (Hymenoptera: Formicidae) em um agroecossistema diversificado sob manejo orgânico. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 14, n. 1, p. 34-44, 2012. Disponível em: <https://www.floram.org/article/588e2216e710ab87018b4647>. Acesso em: 15 jun 2020.
- ANBALAGAN, V.; PAULRAJ, M. G.; IGNACIMUTHU, S.; BASKAR, K.; GUNASEKARAN, J.. Natural enemy (Arthropoda-Insecta) biodiversity in vegetable crops in Northeastern Tamil Nadu, India. **International Letters of Natural Sciences**, v. 53, p. 28-33, 2016. DOI 10.18052/www.scipress.com/ILNS.53.28. Disponível em: <https://www.scipress.com/ILNS.53.28> Acesso em: 02 jul. 2020.
- ANDALORO, J.T; ROSE, K. B.; SHELTON, A. M.; HOY, C. W; BECKER, R. F. Cabbage Growth Stages. **New York's Food and Life Sciences Bulletin**, Geneva, n° 101, p. 362-369, 1983. Disponível em: <https://ecommons.cornell.edu/handle/1813/5112>. Acesso em: 15 dez. 2019.
- ASARE-BEDIAKO, E. ; ADDO-QUAYE, A.A.; MOHAMMED, A. Control of Diamondback Moth (*Plutella xylostella*) on Cabbage (*Brassica oleracea* var *capitata*) using Intercropping with Non-Host Crops. **American Journal of Food Technology**, 5: 269-274, 2010. DOI 10.3923/ajft.2010.269.274. Disponível em: <https://scialert.net/abstract/?doi=ajft.2010.269.274>. Acesso em 02 jun. 2020.
- BALMER, O., GÉNEAU, C. E., BELZ, E., WEISHAUPT, B., FÖRDERER, G., MOOS, S., LUKA, H. Wildflower companion plants increase pest parasitism and yield in cabbage fields: Experimental demonstration and call for caution. **Biological Control**, Dordrecht, v. 76, p. 19-27, 2014. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1049964414000917>. Acesso em: 05. jul. 2020.
- BOSEM BAILLOD, A.; TSCHARNTKE, T.; CLOUGH, Y.; BATÁRY, P. Landscape-scale interactions of spatial and temporal cropland heterogeneity drive biological control of cereal aphids. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, 54: 1804-1813, 2017. DOI 10.1111/1365-2664.12910. Disponível em: <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/1365-2664.12910>. Acesso em: 10 jan. 2020.

CARVALHO, C. A. D.; SILVA, M. B. D.; OLIVEIRA, T. G. D.; LIMA, J. D. M.; ROSA, M. B. D. Estudo espectrométrico de diferentes estágios fenológicos da *Brassica oleracea* var. *capitata*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, São Paulo, v. 18, n. 2, p. 249-257, 2008.

EL-KAREIM, A.; EL-NAGAR, M. E.; MAROUF, A. E. Attractiveness and Effects of Insectary Plant Flowers on Certain Aphidophagous Insects as Bio-Agents. **Journal of Plant Protection and Pathology**, Pisa, v. 2, n. 6, p. 609-622, 2011. DOI 10.21608/jppp.2011.86506. Disponível em: [https://journals.ekb.eg/article\\_86506.html](https://journals.ekb.eg/article_86506.html). Acesso em 22 jun. 2020.

EL-KAREIM, A.; RASHED, A. A.; MAROUF, A. E.; FOUUDA, S. R. Attractiveness and Effects of some Flowering Plants on the Longevity and Foraging Behavior of Certain Predatory Insects. **Journal of Plant Protection and Pathology**, Pisa, v. 10, n. 11, p. 537-541, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1049964410001994>. Acesso em 22 jun. 2020.

FERNANDES, F. S.; RAMALHO, F. S.; MALAQUIAS, J. B.; GODOY, W. A.; SANTOS, B. D. B. Interspecific Associations between *Cycloneda sanguinea* and Two Aphid Species (*Aphis gossypii* and *Hyadaphis foeniculi*) in Sole-Crop and Fennel-Cotton Intercropping Systems. **PloS One**, v. 10, n. 8, p. e0131449, 2015. DOI 10.1371/journal.pone.0131449. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0131449>. Acesso em: 02 jul. 2020.

FIDELIS, E. G.; FARIAS, E. S.; SILVA, R. S., LOPES, M. C., SILVA, N. R.; PICANÇO, M. C. Natural factors regulating mustard aphid dynamics in cabbage. **Bulletin of entomological research**, London v. 109, n. 3, p. 325-332, 2019. DOI C. DOI: 10.1017/S0007485318000548. Disponível em <https://www.cambridge.org/core/journals/bulletin-of-entomological-research/article/natural-factors-regulating-mustard-aphid-dynamics-in-cabbage/0783D0ED9B86E97B1923CFC5C0B59F74>. Acesso em 01 jun. 2020.

FINKE, D. L.; DENNO, R.F. Spatial refuge from intraguild predation: Implications for prey suppression and trophic cascades. **Oecologia**, New York, v. 149, n. 2, p. 265–275, 2006. ISSN: 00298549, DOI: 10.1007/s00442-006-0443-y. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00442-006-0443-y>. Acesso em: 30 jun. 2020.

FINLAYSON, C. J.; ALYOKHIN, A. V.; PORTER, E. W. Interactions of native and non-native lady beetle species (Coleoptera: Coccinellidae) with aphid-tending ants in laboratory arenas. **Environmental entomology**, Oxford, v. 38, n. 3, p. 846-855, 2009. DOI: 10.1603/022.038.0338. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-8478199900030001410.1007/s00442-006-0443-y](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-8478199900030001410.1007/s00442-006-0443-y). Acesso em: 30 jun. 2020.

GAMA, J. S. N.; BRUNO, R. D. L. A.; QUIRINO, Z. G. M.; RAMALHO, F. D. S.; JÚNIOR, L. R. P. Comportamento de polinizadores e sistema reprodutivo de erva-doce cultivada em campo consorciado com algodão. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 26, n. 4, p. 39-47, 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/view/2679>. Acesso em: 11 mai. 2020.

GROSSRIEDER, M.; KIEFER, B.; KANG, S. I.; KUHLMANN, U Case study: knowledge transfer in cabbage IPM through farmer participatory training in DPR Korea. In: **Second international symposium on biological control of arthropods**. Davos, Switzerland, Riverside: USDA Forest Service, p. 318-332, 2005. Disponível em: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20073080070>. Acesso em 02 jun. 2020.

HARO M.M; SILVEIRA L.C.P.; WILBY .A.. Stability lies in flowers: Plant diversification mediating shifts in arthropod food webs. **PLoS ONE**, v.13, n.2, p. 1-18, e0193045, 2018. DOI 10.1371/ journal.pone.0193045. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/34521>. Acesso em: 02 jul. 2020.

HARVEY, C.T.; EUBANKS, M. D. Intraguild predation of parasitoids by *Solenopsis invicta*: a non-disruptive interaction. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Amsterdam, v. 114, n. 2, p. 127-135, 2005. DOI 10.1111/j.1570-7458.2005.00250.x. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1570-7458.2005.00250.x>. Acesso em: 11 ago. 2020.

HOGG, B. N.; BUGG, R. L.; DAANE, K. M. Attractiveness of common insectary and harvestable floral resources to beneficial insects. **Biological Control**, Dordrecht, v. 56, n. 1, p. 76-84, 2011. DOI 10.1016/j.biocontrol.2010.09.007. Disponível em: [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1049964410001994?casa\\_token=ifd1ih95NwEAAAAA:x8Tjsi91y2xQyfs2p\\_JBUfqyYlb8a3zEEfxslv4q90Q3YiYQsX92FAdi-ipB8NI8fDXiCNZ6AcET](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1049964410001994?casa_token=ifd1ih95NwEAAAAA:x8Tjsi91y2xQyfs2p_JBUfqyYlb8a3zEEfxslv4q90Q3YiYQsX92FAdi-ipB8NI8fDXiCNZ6AcET). Acesso em: 26 jan. 2020.

HOLTZ, A. M.; RONDELLI, V. M.; CELESTINO, F. N.; BESTETE, L. R.; CARVALHO, J.D. **Pragas das brássicas**. Colatina, ES:IFES, E-book,p. 230. v.1. n.1. 2015. Disponível em: <https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/item/2351/1/BRT-LivroPragasdasBrassicass-ifes.pdf> Acesso em: 06. jul. 2020.

LAUBERTIE, E. A.; WRATTEN, S. D.; HEMPTINNE, J.L. The contribution of potential beneficial insectary plant species to adult hoverfly (Diptera: Syrphidae) fitness. **Biological Control**, Dordrecht v. 61, n. 1, p. 1-6, 2012. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1049964411003537>. Acesso em: 06. jul. 2020.

LUCAS, É. Intraguild predation among aphidophagous predators. **European Journal of Entomology**, České Budějovice, v. 102, n. 3, p. 351-364, 2013. DOI 10.14411/eje.2005.052. Disponível em: [https://www.eje.cz/artkey/eje-200503-0005\\_Intraguild\\_predation\\_among\\_aphidophagous\\_predators.php](https://www.eje.cz/artkey/eje-200503-0005_Intraguild_predation_among_aphidophagous_predators.php) Acesso em: 11 ago. 2020.

PACHECO, R.; VASCONCELOS, H. L.; GROG, S.; CAMACHO, G. P.; FRIZZO, T. L. The importance of remnants of natural vegetation for maintaining ant diversity in Brazilian agricultural landscapes. **Biodiversity and conservation**, Oxford v. 22, n. 4, p. 983-997, 2013. DOI 10.1007/s10531-013-0463-y . Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10531-013-0463-y#citeas>. Acesso em 01 jun. 2020.

PAGÈS, JÉRÔME. Analyse factorielle multiple appliquée aux variables qualitatives et aux données mixtes. **Revue de statistique appliquée**, France. 50, n. 4, p. 5-37, 2002. Disponível em: <https://eudml.org/doc/106525>. Acesso em: 30 mai. 2020.

QURESHI, S. A.; MIDMORE, D.J.; SYEDA, S. S.; REID, D.J. A comparison of alternative plant mixes for conservation bio-control by native beneficial arthropods in vegetable cropping systems in Queensland Australia. **Bulletin of entomological research**, London, v. 100, n. 1, p. 67-73, 2010. DOI 10.1017/S0007485309006774. Disponível em: <http://era.daf.qld.gov.au/id/eprint/1682/>. Acesso em: 22 jun. 2020.

RESENDE, A. L.; SILVA, E. E.; SILVA, V. B.; RIBEIRO, R. L.; GUERRA, J. G.; AGUIAR-MENEZES, E. L. First record of *Lipaphis pseudobrassicae* Davis (Hemiptera: Aphididae) and its association with predator insects, parasitoids and ants in kale (Cruciferae) in Brazil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 35, n. 4, p. 551-555, ago. 2006. Disponível em [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1519-566X2006000400019&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-566X2006000400019&lng=pt&nrm=iso). acesso em 30 jun. 2020. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2006000400019>.

RESPATIE, D. W.; YUDONO, P.; PURWANTORO, A.; TRISYONO, Y. A. The potential of *Cosmos sulphureus* Cav. extracts as a natural herbicides. In: **AIP Conference Proceedings**, [s.l.]. AIP Publishing LLC, 2019. p. 020077. DOI 10.1063/1.5141690. Disponível em: <https://aip.scitation.org/doi/abs/10.1063/1.5141690>. Acesso em: 18 abr. 2020.

SAMPAIO, M. V.; KORNDÖRFER, A. P.; PUJADE-VILLAR, J.; HUBAIDE, J. E. A.; FERREIRA, S. E.; ARANTES, S. O.; ... CABALLERO-LÓPEZ, B. Brassica aphid (Hemiptera: Aphididae) populations are conditioned by climatic variables and parasitism level: a study case of Triângulo Mineiro, Brazil. **Bulletin of entomological research**, London, v. 107, n. 3, p. 410, 2017. Disponível em: <https://europemc.org/article/med/28316286>. Acesso em: 06. jul. 2020.

SARFRAZ, M.; DOSDALL, L. M.; KEDDIE, B. A. Diamondback moth–host plant interactions: implications for pest management. **Crop protection**, Oxford v. 25, n. 7, p. 625-639, 2006. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0261219405002565>. Acesso em: 30 jun. 2020.

SILVA-TORRES, C. S.; PONTES, I. V.; TORRES, J. B.; BARROS, R. New records of natural enemies of *Plutella xylostella* (L.)(Lepidoptera: Plutellidae) in Pernambuco, Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 39, n. 5, p. 835-838, 2010. DOI 10.1590/S1519-566X2010000500028. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1519-566X2010000500028&lng=en&nrm=iso&tlng=en](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-566X2010000500028&lng=en&nrm=iso&tlng=en). Acesso em: 30 jun. 2020.

WILSON, E. O. **La hiperdiversidad como fenomeno real: el caso de Pheidole**. p. 363–370. In: F. Fernández (ed.). *Introducción a las hormigas de la región Neotropical*. Bogotá, Colômbia, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, xxv + 424 p. 2003. Disponível em: <http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/32961/978-958-8151-23-6.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 15 jun 2020.

WINKLER, K.; WÄCKERS, F. L.; TERMORSHUIZEN, A. J.,; VAN LENTEREN, J. C. Assessing risks and benefits of floral supplements in conservation biological control. **BioControl**, Suíça v. 55, n. 6, p. 719-727, 2010. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10526-010-9296-8>. Acesso em 02 jun. 2020.

## **CAPÍTULO IV**

### **MIX DE PLANTAS PARA ATRAÇÃO DE INIMIGOS NATURAIS E MANEJO DE FITÓFAGOS EM CULTIVO ORGÂNICO DE FEIJÃO COMUM**

## RESUMO

Nos sistemas agrícolas simplificados o cultivo do feijão (*Phaseolus vulgaris* – Fabaceae) está mais predisposto a problemas fitossanitários, por ser uma cultura de ciclo curto, onde geralmente as comunidades de inimigos naturais são mais instáveis. Espera-se que a disponibilidade de refúgios com oferta de recursos alimentícios como néctar floral e pólen e abrigos para inimigos naturais possam contribuir no manejo de pragas no feijoeiro. Assim, tendo em vista que faixas com *mix* de plantas cultivadas atraem inimigos naturais de pragas comuns no feijoeiro, objetivou-se avaliar o efeito de faixas com *mix* de plantas cultivadas sobre a comunidade de artrópodes e produção do feijoeiro comum, quando usadas para a diversificação funcional do cultivo. O tratamento testado foi constituído de uma composição das plantas cosmos (*Cosmos sulphureus* – Asteraceae), crotalária (*Crotalaria spectabilis* – Fabaceae), erva-doce (*Foeniculum vulgare* – Apiaceae) e feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* – Fabaceae) cultivadas nas densidades de 8, 25, 4 e 6 plantas.m<sup>2</sup>, respectivamente, totalizando 21,5 plantas.m<sup>2</sup> (*mix*). O experimento teve dois controles: um positivo, composto por vegetação espontânea e outro negativo, representado por *mulch* plástico para servir de referência à capina total. O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso, em esquema fatorial com três faixas (*mix*, vegetação espontânea e *mulch* plástico) e três distâncias (1, 3 e 6 metros) do feijoeiro até a respectiva faixa). As amostragens foram realizadas usando-se um aspirador motorizado em uma área de 1m<sup>2</sup> nas faixas e nos feijoeiros, durante oito semanas. As espécies principais de insetos fitófagos com potencial de praga coletadas nos feijoeiros foram *Empoasca kraemeri* (Hemiptera: Cicadellidae), *Caliothrips phaseoli* e *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae); os predadores correlacionados com estes foram *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae) e *Franklinothrips vespiformis* (Thysanoptera: Aeolothripidae). O feijoeiro com *mix* teve redução da infestação de *E. kraemeri* e *C. phaseoli* em até 3m de distância da faixa com *mix* por efeito dessas duas espécies predadoras. Esses fitófagos e os predadores Anthocoridae flutuaram com o aumento das distâncias no feijoeiro para as faixas do *mix*. Os índices de diversidade de espécies de predadores nos feijoeiros foram maiores naqueles com faixas do *mix* do que nos controles. A produtividade de feijão foi maior no feijoeiro cultivado com faixas de *mix* e no controle negativo, as distâncias das faixas não tem efeito sobre a produtividade. Assim, concluiu-se que a faixa do *mix* é benéfica para a atração de artrópodes predadores como *F. vespiformis* e *O. insidiosus* nas plantas de feijoeiro em proximidades de 1 e 3 metros, conservam artrópodes predadores e regula a infestação de *E. kraemeri* e *C. phaseoli* no feijoeiro em até 3m de distância. O cultivo de feijão em até 6m de distância do *mix* não prejudica a produtividade de grãos. Portanto, o uso de faixas com o *mix* mostra-se promissor para o manejo de artrópodes e a diversificação funcional no cultivo de feijão.

**Palavras-chave:** flores, tripes, cigarrinha.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

## ABSTRACT

In simplified farming systems the cultivation of beans (*Phaseolus vulgaris* - Fabaceae) is more predisposed to phytosanitary problems, as it is a short cycle crop, where usually the communities of natural enemies are more unstable. It is expected that the availability of shelters with food resources such as floral nectar and pollen and shelters for natural enemies can contribute to the pest management in the bean plant. Thus, considering that strips with a mix of cultivated plants attract natural enemies of common pests in the bean plant, we aimed to evaluate the effect of strips with a mix of cultivated plants on the community of arthropods and production of common beans, when used for the functional diversification of cultivation. The treatment tested was constituted of a plants composition of cosmo (*Cosmos sulphureus* - Asteraceae), rattlebox (*Crotalaria spectabilis* - Fabaceae), fennel (*Foeniculum vulgare* - Apiaceae) and jack bean (*Canavalia ensiformis* - Fabaceae) cultivated in densities of 8, 25, 4 and 6 plants.m<sup>-2</sup>, respectively, totaling 21.5 plants.m<sup>-2</sup> (mix). The experiment had two controls: one positive, composed of spontaneous vegetation, and the other negative, represented by plastic mulch to serve as reference to the whole weed. The experimental design adopted was in random blocks, in a factorial scheme with three ranges (mix, spontaneous vegetation and plastic mulch) and three distances (1, 3 and 6 meters) from the bean plant to the respective range). The samples were performed using a motorized vacuum cleaner on an area of 1m<sup>2</sup> on the strips and beans for eight weeks. The main phytophagous insect species with pest potential collected in the beans were *Empoasca kraemeri* (Hemiptera: Cicadellidae), *Caliothrips phaseoli* and *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae); the predators correlated with these were *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae) and *Franklinothrips vespiformis* (Thysanoptera: Aeolothripidae). The bean with mix had reduction of the infestation of *E. kraemeri* and *C. phaseoli* in up to 3m of distance of the band with mix by effect of these two predatory species. These phytophagous and the predators Anthocoridae floated with the increase of the distances in the bean plant to the ranges of the mix. The rates of diversity of predator species in the bean trees were higher in those with mix ranges than in the controls. Bean productivity was higher in the bean plant cultivated with mix ranges and in the negative control, the range distances have no effect on productivity. Thus, it is concluded that the mix range is beneficial for the attraction of predatory arthropods such as *F. vespiformis* and *O. insidiosus* in bean plants near 1 and 3 meters, conserves predatory arthropods and regulates the infestation of *E. kraemeri* and *C. phaseoli* in bean plants up to 3m away. The bean cultivation in up to 6m of distance from the mix does not harm grain productivity. Therefore, the use of strips with the mix shows promising for arthropod management and functional diversification in bean cultivation.

**.Keywords:** flowers, thrips, leafhopper.

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001.

# 1 INTRODUÇÃO

A manipulação de habitats nos sistemas agrícolas promove serviços ecossistêmicos como a conservação de inimigos naturais e maximiza o controle biológico de pragas. Dessa forma, os cultivos agrícolas dependem cada vez menos de insumos agroquímicos de fontes não renováveis (FIEDLER; LANDIS; WRATTEN, 2008; SNYDER, et al. 2006). Entretanto, pouco se sabe quais são as contribuições para os principais cultivos agrícolas brasileiros, entre eles o do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L. – Fabaceae).

Um dos principais problemas fitossanitários do cultivo do feijoeiro são causados em sua maioria por *Caliothrips brasiliensis*, *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae) e *Empoasca kraemeri* (Hemiptera: Cicadellidae) (FERNANDES et al., 2010; PEREIRA et al. 2010). Esses insetos comprometem o desenvolvimento vegetativo da planta e prejudicam a produtividade da planta. Os defensivos químicos usados para o controle destas pragas podem representar custos ao meio ambiente e ao produtor.

Uma vez que diversos inimigos naturais estão associados ao controle biológico no feijoeiro (CRUZ et al. 2012; FERNANDES et al., 2010; PEREIRA et al., 2010), estratégias como a diversificação da paisagem com o uso de plantas atrativas pode favorecer a permanência de inimigos naturais na paisagem. Esses inimigos naturais são favorecidos quando encontram refúgios na paisagem com condições ecológicas de permanência como diversidade botânica com recursos alimentícios suplementares como o pólen e o néctar.

Estudos preliminares com consórcios entre plantas floríferas e de cobertura mostraram que essas plantas são atrativas para predadores generalistas em maior intensidade durante a floração. Estes predadores visitam as plantas em busca de recursos alimentícios e se estabelecem em busca de refúgio (Capítulo 2 dessa tese). Outros autores também citam o cosmos e a erva-doce como atrativas para predadores (EL-KAREIM et al., 2019; EL-KAREIM; EL-NAGAR; MAROUF, 2011; HOGG; BUGG; DAANE, 2011) e que podem controlar pragas do feijoeiro.

Tendo em vista as características atrativas que essas plantas oferecem para a artropodofauna de predadores, as quais podem impulsionar o controle biológico por artrópodes predadores com o recrutamento e a manutenção de predadores generalistas, a abundância e a diversidade de espécies podem, assim, contribuir com a redução dos níveis de infestação de fitófagos na cultura do feijoeiro.

Considerando que faixas com plantas cultivadas atraem inimigos naturais, objetivou-se avaliar o efeito de faixas com *mix* de plantas cultivadas sobre a comunidade de artrópodes e produção do feijoeiro comum, quando usadas para a diversificação funcional do cultivo.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### Caracterização do experimento

O experimento foi conduzido no campo experimental da Embrapa Agrobiologia, no período de setembro a dezembro de 2018, utilizando o feijoeiro preto (*Phaseolus vulgaris* L. – Fabaceae) cultivar IPR-Tuiuiú, cultivado em área com faixa lateral. O delineamento foi em blocos casualizados com parcelas subdivididas composto de: *Mix* de plantas (tratamento), vegetação espontânea (controle positivo) e *mulch* plástico (controle negativo) e quatro distâncias de avaliação. O tratamento principal foi representado por um *mix* de plantas cultivadas composto por cosmos (*Cosmos sulphureus* Cav. – Asteraceae), crotalária (*Crotalaria spectabilis* Roth – Fabaceae), erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill. – Apiaceae) e feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* L. DC – Fabaceae), cujas densidades de plantio foram de 8, 25, 4 e 6 plantas.m<sup>-2</sup>, respectivamente, totalizando de 21,5 plantas.m<sup>-2</sup>. O controle positivo foi representado pela vegetação espontânea e o negativo por um *mulch* plástico preto.

Cada parcela foi composta por uma área de 3,0 x 9,0 m (Figura 1) contendo 12 plantas de feijão.m<sup>-1</sup>, distribuídas em seis linhas espaçadas de 0,50 m, e uma faixa lateral de 3,0 x 1,0 m do *mix* de plantas floríferas, plantas espontâneas ou *mulch*, todos semeados em 27/09/2018. O feijoeiro foi usado em sucessão ao cultivo de repolho (*Brassica oleraceae* var. *capitata*), portanto, as faixas com *mix* e plantas espontâneas já estavam formadas e as plantas desenvolvidas (97 dias após o plantio). No *mix*, o cosmos e a crotalária se apresentavam em florescimento e a erva-doce e o feijão-de-porco estavam em estágio vegetativo, e na faixa com a vegetação espontânea, as plantas estavam com plena cobertura do solo. As parcelas e os blocos foram separados entre si com uma área de solo desnudo de dez e oito metros lineares, respectivamente, mantida por capinas (Figura 1).



passado do terço mediano ao ápice das plantas presentes em uma área de 1 m<sup>2</sup> no centro de cada ponto de coleta. As coletas foram realizadas durante 20 segundos, sempre às 9 horas da manhã.



**Figura 2.** Vista geral da parcela experimental de feijão com faixas de *mix*<sup>1</sup> de plantas atrativas para predadores, mostrando os pontos de amostragem de artrópodes: 0, 1, 3 e 6 m. <sup>1</sup>Mix de plantas cultivadas formado por cosmos (*Cosmos sulphureus*), crotafária (*Crotalaria spectabilis*), coentro (*Foeniculum vulgare*) e feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*)

Os artrópodes coletados foram mortos por congelamento, triados para separar os inimigos naturais e principais fitófagos, e posteriormente identificados em espécies e morfoespécies, através de comparação com os exemplares da coleção de trabalho do Laboratório de Controle Biológico da Embrapa Agrobiologia ou através da colaboração de taxonomistas de outras instituições: Luciano de Azevedo Moura (Especialista em Chrysomelidae, Museu de Ciências Naturais/Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul), Luis Cláudio Paterno Silveira (Especialista em Anthocoridae, DEPARTAMENTO DE ENTOMOLOGIA/ECA/UFLA) e Regina Célia Zonta de Carvalho (Especialista em Aphididae, Centro de Diagnóstico Marcos Enrietti /ADAPAR).

### Análise dos dados

Contabilizou-se o número total de fitófagos e predadores das classes Arachnida (Araneae) e Insecta. Os grupos de fitófagos e predadores mais importantes para a cultura do feijoeiro foram submetidos à análise de variância ANOVA em esquema simples ou fatorial e quando significativo o teste, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey e Fisher a 8% de probabilidade. Foram usados no modelo as médias de abundância às distâncias de zero, 1, 3 e 6 m das faixas, usando o pacote estatístico *ExpDes.pt*.

Todos os indivíduos passaram por triagem e identificação. A identificação dos insetos fitófagos foi feita somente naqueles onde a média por coleta teve constância maior ou igual a 50% (Constância = (número de coletas com a presença do morfoespécie / total de coletas efetuadas) \* 100). Devido à grande quantidade de indivíduos capturados, usou-se o seguinte protocolo e critério para escolher as espécies de predadores que foram posteriormente consideradas nas análises. Selecionou-se primeiramente aqueles *taxa* com valores de frequência relativa iguais ou maiores que 75%; em seguida, a planilha foi reordenada em ordem decrescente de abundância relativa. De posse dos *taxa* de maior abundância relativa (e que tinham frequência maior ou igual a 75%) efetuou-se um ponto de corte na lista onde o somatório das abundâncias relativas individuais perfaziam 75%. Assim, foram escolhidos 14 *taxa*.

Elaborou-se também, com esses taxa, um correlograma a partir de uma matriz de correlação de Sperman, que mais se ajusta aos dados não paramétricos, conduzidos no pacote estatístico *corrplot*. No correlograma são destacadas apenas as correlações significativas ( $p < 0,05$ ). A manipulação estatística dos dados foi realizada no ambiente R versão 3.6.5.

Para se verificar efeito da distância das faixas na abundância de artrópodes (número total de indivíduos por unidade de superfície), os valores médios de abundancia dos fitófagos e predadores foram analisados nas áreas ocupadas com feijoeiro-comum a zero, 1, 3 e 6 m de distância da faixa em coletas realizadas nas semanas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8. Os grupos avaliados foram os fitófagos mais representativos com as espécies de predadores encontradas em cada tratamento.

Os predadores com correlações significativas com as duas principais pragas do feijoeiro foram analisados em um diagrama de dispersão para o estudo das relações entre predadores e fitófagos em função dos tratamentos sob o efeito do tempo de cultivo.

Os perfis de diversidade e a riqueza estimada da artropodofauna de predadores, nas coberturas marginais e nos feijoeiros adotou-se a distância de três metros como um ponto mediano para simplificar a visualização dos perfis de diversidade. Utilizou-se o estimador de cobertura amostral dado pela Equação 1 segundo Chao e Jost (2012), os cálculos foram conduzidos pelo pacote iNEXT (iNterpolation/EXTrapolation) (HSIEH; MA; CHAO, 2016).

$$\hat{C}_n = 1 - \frac{f_1}{n} \left[ \frac{(n-1)f_1}{(n-1)f_1 + 2f_2} \right] \quad (1)$$

Temos então que:  $\hat{C}_n$  = intensidade da cobertura amostral;  $f_1$  = espécies representadas por exatamente um indivíduo na amostra de referência e  $f_2$  = número de espécies duplicadas na amostra de referência. Foram calculados a entropia de Hill para a diversidade de predadores (HILL, 1973). Este estimador inclui os três perfis de diversidade de espécies mais utilizadas: riqueza de espécies ( $q=0$ ), diversidade de Shannon-Wiener ( $q=1$ ; exponencial da entropia de Shannon-Wiener) e diversidade de Simpson ( $q=2$ ; inverso da dominância de Simpson) (CHAO et al., 2014), podendo ser calculado pela equação 2: em que:  $S$  = número de espécies;  $p_i$  = abundância relativa e  $q$  = é o parâmetro que determina a sensibilidade para a abundância relativa sobre os perfis de diversidade.

$$\left( \sum_{i=1}^S p_i^q \right)^{1/(1-q)} \quad (2)$$

Através das funções do pacote foram traçadas as curvas de amostragem por interpolação e extrapolação, baseadas na intensidade da cobertura amostral juntamente aos intervalos de confiança a 95% de probabilidade. Em todos os componentes de diversidade (i.e., números de Hill's por ordem de  $q=0, 1$  e  $2$ ), extrapolou-se o tamanho da amostra até 1000 indivíduos para evitar possíveis efeitos do tamanho da amostra nos componentes de diversidade. O método de aleatorização *bootstrap*, foi aplicado para obter variâncias aproximadas para cada perfil de diversidade em ( $q=1, 2$  e  $3$ ), e posteriormente construir os limites de confiança associados ( $\alpha = 0,05$ ).

O efeito das faixas sobre a produtividade do feijoeiro foi testado para homogeneidade e normalidade, em seguida analisou-se a produtividade de feijão em ( $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) em um esquema fatorial duplo (faixas X distâncias) por meio de uma análise de variância em blocos ao acaso seguido de teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

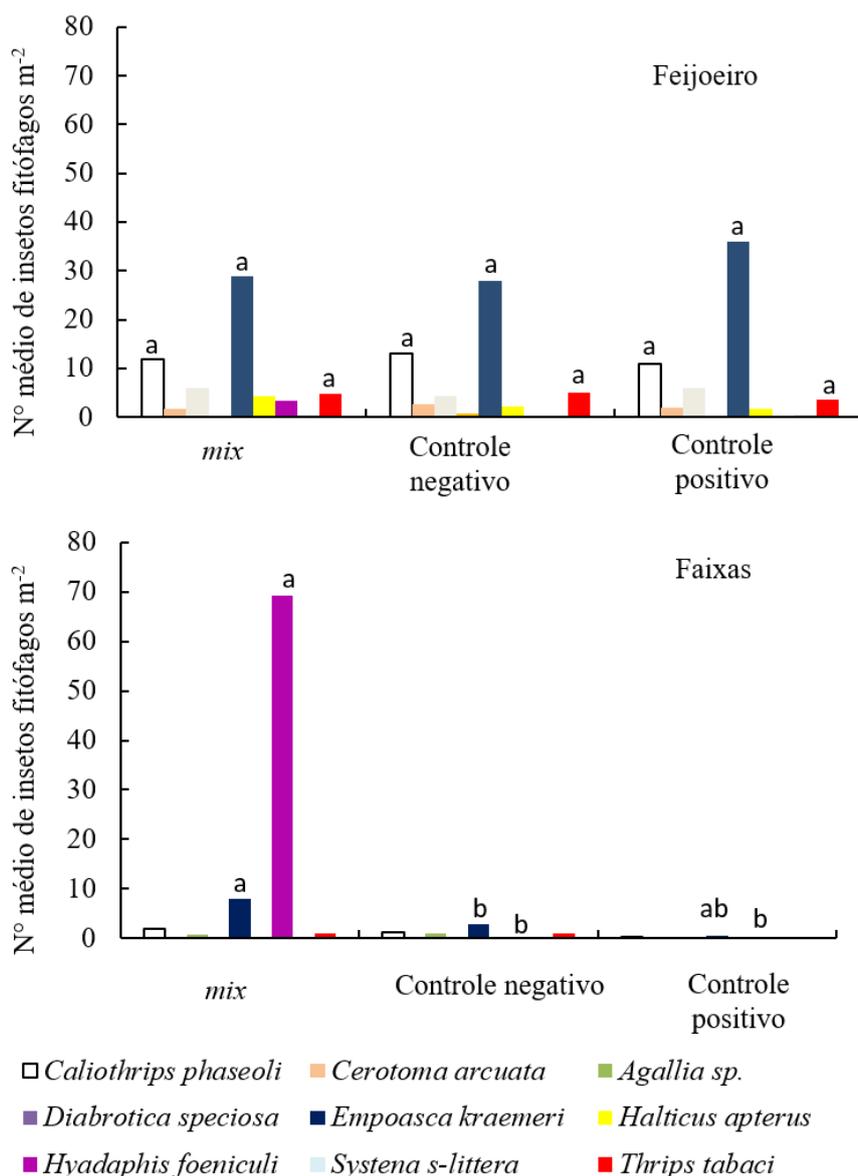
#### Avaliação dos insetos fitófagos no feijoeiro orgânico

Foram capturados um total de 12787 insetos fitófagos durante as oito semanas de coleta no feijoeiro em todos os tratamentos e estas pertencem a nove morfoespécies. As espécies que mais se destacaram foram a cigarrinha verde, *Empoasca kraemeri* Ross & Moore, 1957 (Cicadellidae), e o tripes-do-feijão, *Caliothrips phaseoli* (Hood, 1912) (Thripidae), com 52% e 20% respectivamente. As outras espécies que ocorreram em menor representatividade foram o pulgão *Hyadaphis foeniculi* (Aphididae), as vaquinhas *Cerotoma arcuata* (Oliver, 1971), *Diabrotica speciosa* (Germar 1824) e *Systema s-littera* (Bechyné, 1954) (Chrysomelidae), o tripes *Thrips tabaci* (Thripidae), a cigarrinha marrom *Agallia* sp. (Cicadellidae) e o percevejo *Halticus apterus* (L. 1758) (Miridae). Os insetos adultos da família Chrysomelidae ocorreram em baixas populações, embora o dano provocado por suas larvas tenha sido verificado nas raízes do feijoeiro, mas não quantificado.

A comunidade e o número médio de insetos fitófagos em geral, bem como a prevalência das espécies *E. kraemeri* e *C. phaseoli*, foram muito próximas e independentes da composição da faixa lateral ao cultivo de feijão (Figura 3).

Esses insetos encontrados constituem-se nas principais pragas do feijoeiro em sistemas tropicais, Fernandes et al. (2010) citam *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae), *Caliothrips brasiliensis* (Thysanoptera: Thripidae) e *Empoasca kraemeri* (Hemiptera: Cicadellidae) como os insetos fitófagos pragas mais abundantes em feijoeiro cultivado em Minas Gerais. Em outro estudo com feijoeiro nesse estado, Pereira et al. (2010) encontraram 12 herbívoros associados à cultura e *E. kraemeri* o mais frequente, seguido de outro cicadélido (*Circulifer* sp.) e de *Caliothrips brasiliensis*. Sendo estas pragas com ocorrência já registradas para o estado do Rio de Janeiro Estas pragas são de difícil controle principalmente pela ampla diversidade de plantas hospedeiras e a fácil dispersão entre os campos agrícolas.

Os fitófagos encontrados ocorreram em função da condição paisagística local e diversidade de plantas, o que pode ter uma função mediadora nas interações tróficas com os artrópodes predadores. A composição da comunidade e a população de fitófagos na cultura do feijoeiro são dependentes da diversificação da paisagem e do manejo agrônômico adotado no cultivo, sobretudo o manejo de cobertura do solo, que pode reduzir a infestação de pragas e o aumentar a produtividade (PEREIRA et al., 2010).



**Figura 3.** Número médio de insetos fitófagos em feijoeiro cultivado sob manejo orgânico e com presença de faixas laterais com diferentes coberturas. Seropédica, RJ, setembro a dezembro de 2018. Faixas: *mix* de plantas cultivadas (composto por *Cosmos sulphureus*, *Crotalaria spectabilis*, *Foeniculum vulgare* e *Canavalia ensiformis*), vegetação espontânea e *mulch* plástico). Em cada gráfico as médias da mesma espécie seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Dunn ( $p < 0,05$ )

Segundo Altieri et al. (1978), feijões cultivados em policultivos com milho tiveram 26% menos adultos de *E. kraemeri* do que quando cultivado em monocultura. Ao contrário, no trabalho realizado por nós, quando a diversificação foi inserida na forma de faixas, esses refúgios propostos no tratamento testado foram iguais aos controles positivo e negativo.

Encontrou-se no *mix* o pulgão *Hyadaphis foeniculi* em maior número que os controles positivo e negativo, encontrou-se também a cigarrinha *E. kraemeri*, esta última não diferiu do controle positivo ( $p < 0,05$ ), estes fitófagos são discutidos em seguida.

### 3.1 Inimigos naturais associados ao feijoeiro e às faixas laterais ao cultivo

Levando-se em conta a abundância de inimigos naturais no *mix*, em relação aos controles o *mix* apresentou abundância intermediária de predadores (Tabela 1). Nos feijoeiros a 1 m e 6 m de distância do *mix* a abundância de predadores foi maior que os controles positivo e negativo ( $p < 0,08$ ). A composição de artrópodes predadores das faixas do *mix* próximo do feijoeiro será discutida com base nos predadores em associação.

**Tabela 1.** Abundância da artrópodes predadores em faixas de cobertura disposto em lateralmente ao cultivo de feijoeiro e no próprio feijoeiro nas distância de 1, 3 e 6 metros da faixa

Abundância de predadores	Faixas		Feijoeiro	
	0m	1m	3m	6m
<i>Mix</i>	9,30bC	11,83aB	12,13aB	13,83aA
Controle positivo	12,97aA	9,93cB	12,30aA	12,47bA
Controle negativo	0,20cC	10,87bB	12,77aA	12,17bA

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas nas colunas e médias seguidas de mesmas letras maiúsculas nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Fisher a 8 % de probabilidade.

Os inimigos naturais, na sua maioria também foram encontrados no feijoeiro. Observa-se que, de forma geral, a abundância de artrópodes predadores no feijoeiro nas três distâncias avaliadas é superior àquela encontrada dentro do *mix*, como também foi observado no controle negativo, mostrando que a cultura também oferece condições para esses inimigos naturais.

Encontrou-se sobre os feijoeiros e na faixa coberta com *mix* de plantas aranhas das famílias Araneidae, Eutichuridae, Oxyopidae, Thomisidae e insetos predadores das famílias Aeolothripidae, Anthocoridae, Carabidae, Coccinellidae, Dolichopodidae, Formicidae, Miridae e Nabidae. No entanto, na tabela 2 são apresentadas apenas as espécies de predadores que apresentaram a frequência relativa superior a 75%. Sendo assim os predadores mais frequentes em todos os tratamentos foram *Orius insidiosus* e *Orius thyestes* (Anthocoridae), *Franklinothrips vespiformis* (Aeolothripidae), Thomisidae sp8 e sp12, *Pheidole* sp1 (Formicidae), *Condylostylus depressus*, *Condylostylus terminalis* e *Condylostylus* sp3 (Dolichopodidae), Dochochopodidae sp1 e sp5, Oxyopidae sp10, *Lebia concina* (Carabidae), *Scymnus* sp4. Estão nesses grupos os principais predadores de cigarrinhas e tripes em cultivos de feijoeiro e que contribuem para a regulação de pragas secundárias: as joaninhas, os percevejos dos gêneros *Orius*, as formigas *Pheidole*, além do tripe predador *Franklinothrips vespiformis* (CRUZ et al. 2012; FERNANDES et al., 2010; PEREIRA et al., 2010). Nesse sentido, as plantas do *mix* se assemelham às do controle positivo, funcionando como refúgio para diferentes grupos de artrópodes predadores que, em tese, podem exercer pressão sobre os diversos fitófagos da cultura do feijoeiro.

**Tabela 2.** Abundância da comunidade de artrópodes predadores em *mix* de plantas disposto em faixa lateral ao cultivo de feijoeiro e no próprio feijoeiro nas distâncias de 1, 3 e 6 metros da faixa

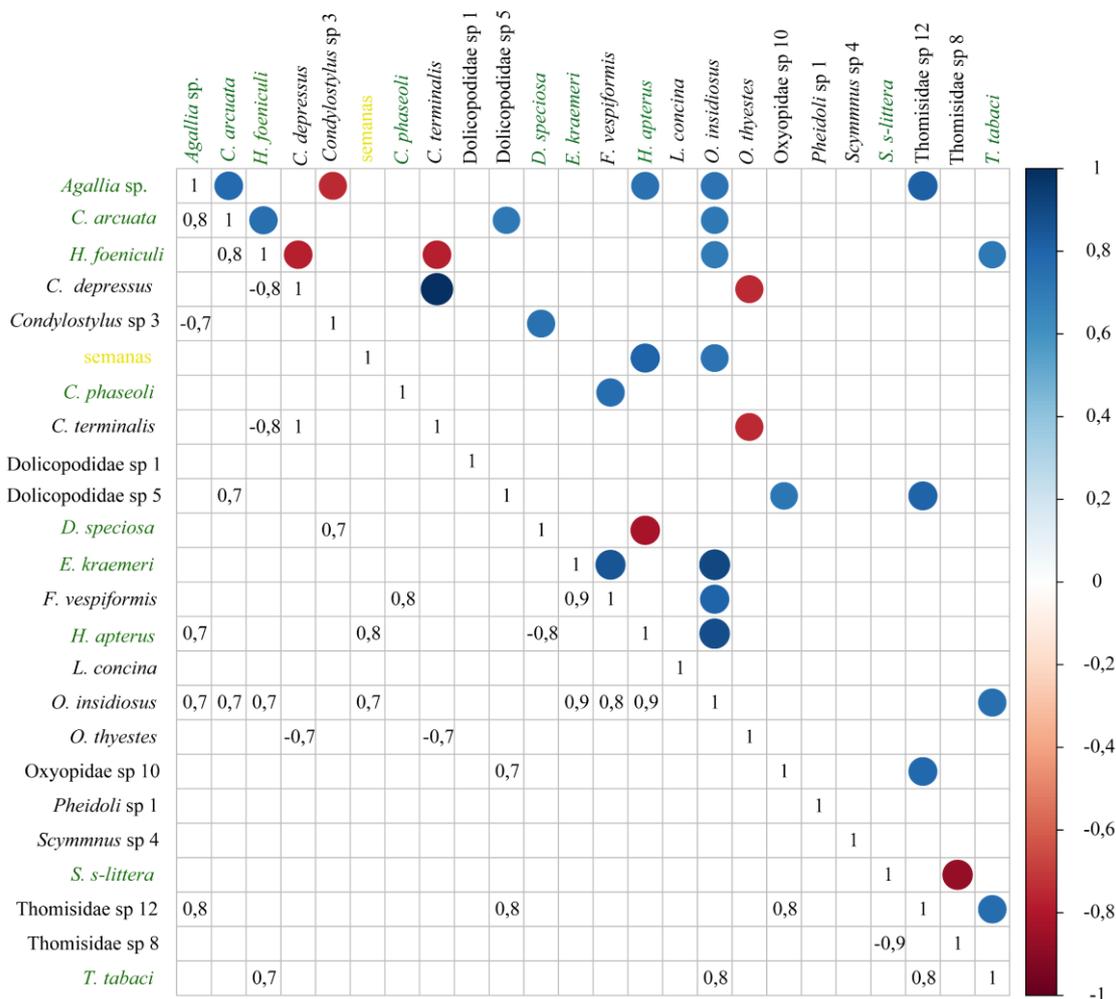
Artrópodes morfoespécies	Distâncias dos tratamentos												Total	Frequência	Frequência realtiva
	Mix <sup>1</sup>				Controle positivo <sup>2</sup>				Controle Negativo <sup>2</sup>						
	0	1	3	6	0	1	3	6	0	1	3	6			
<i>Orius insidiosus</i>	5	39	66	71	3	50	46	66	-	45	68	54	459	11	91,7
<i>Franklinothrips vespiformis</i>	5	47	45	20	8	28	51	26	-	22	34	32	286	11	91,7
Thomisidae sp8	12	4	3	10	26	12	12	13	-	8	10	5	110	11	91,7
<i>Pheidole</i> sp1	6	12	3	14	8	10	11	12	-	18	9	40	103	11	91,7
Dochopodidae sp5	2	16	3	15	4	17	12	11	-	4	2	7	86	11	91,7
<i>Condylostylus depressus</i>	3	12	11	19	5	5	10	6	-	3	4	8	78	11	91,7
Oxyopidae sp10	1	8	4	3	17	4	7	8	-	11	10	7	73	11	91,7
<i>Condylostylus terminalis</i>	-	3	5	7	1	2	8	9	1	5	10	6	51	11	91,7
Dochopodidae sp1	-	5	4	6	2	7	8	9	1	4	4	5	50	11	91,7
Thomisidae sp12	24	4	1	3	2	3	3	3	-	1	1	5	45	11	91,7
Condylostylus sp3	2	4	11	4		3	7	2	-	3	3	2	39	10	83,3
<i>Lebia concina</i>	1	3	6	5	1	3	8	1	-	3	6	1	37	11	91,7
<i>Scymnus</i> sp 4	23	2	1	1	2	1	1		-	3	1	-	35	9	75,0
<i>Orius thyestes</i>	2	6	-	7	-	1	7	3	-	1	8	2	35	9	75,0

<sup>1</sup> *Mix*: consórcio de plantas atrativas; <sup>2</sup> Controle positivo: vegetação espontânea; controle negativo: mulch plástico; <sup>3</sup> (-) indica ausência de espécie/morfoespécies.

Uma vez que observou-se pouca interferência das faixas sobre a população de inimigos naturais quando visto de forma abrangente, analisou-se a correlação entre os insetos fitófagos e os predadores encontrados no feijoeiro, através de um correlograma (Figura 4) para entender melhor as associações existentes. Nesse estudo, 14 morfoespécies de artrópodes predadores com frequência relativa maior que 75 % no feijoeiro foram correlacionados com as nove pragas encontradas. Entre as correlações fortes, o correlograma indicou associações positivas e negativas.

Entre aquelas correlações positivas fortes ou muito fortes (0,7 a 0,9) observou-se que o percevejo predador *O. insidiosus* correlacionou-se com dois terços dos insetos fitófagos encontrados no feijoeiro com correlação mais forte (0,9) com a cigarrinha (*E. kraemeri*) e com o mirídeo *H. apterus*. A aranha Thomisidae sp12 correlacionou

respectivamente com a cigarrinha marrom *Agallia sp.* e *T. tabaci*. O predador *F. vespiformis* teve correlação com a cigarrinha (*E. kraemeri*) e o tripses *C. phaseoli*. (Figura 4).



**Figura 4.** Correlograma da média de pragas e predadores.m<sup>-2</sup> capturados semanalmente em feijoeiro cultivado com uma faixa com um *mix* de plantas atrativas em Seropédica entre setembro e dezembro de 2018. Os fitófagos estão destacados na cor verde, predadores na cor preta e as semanas de cultivo do feijoeiro na cor amarela. As espécies com correlações de Spearman significativas positivas ou negativas, fortes ou muito fortes são apresentadas em azul ou vermelho ( $p < 0,05$ )

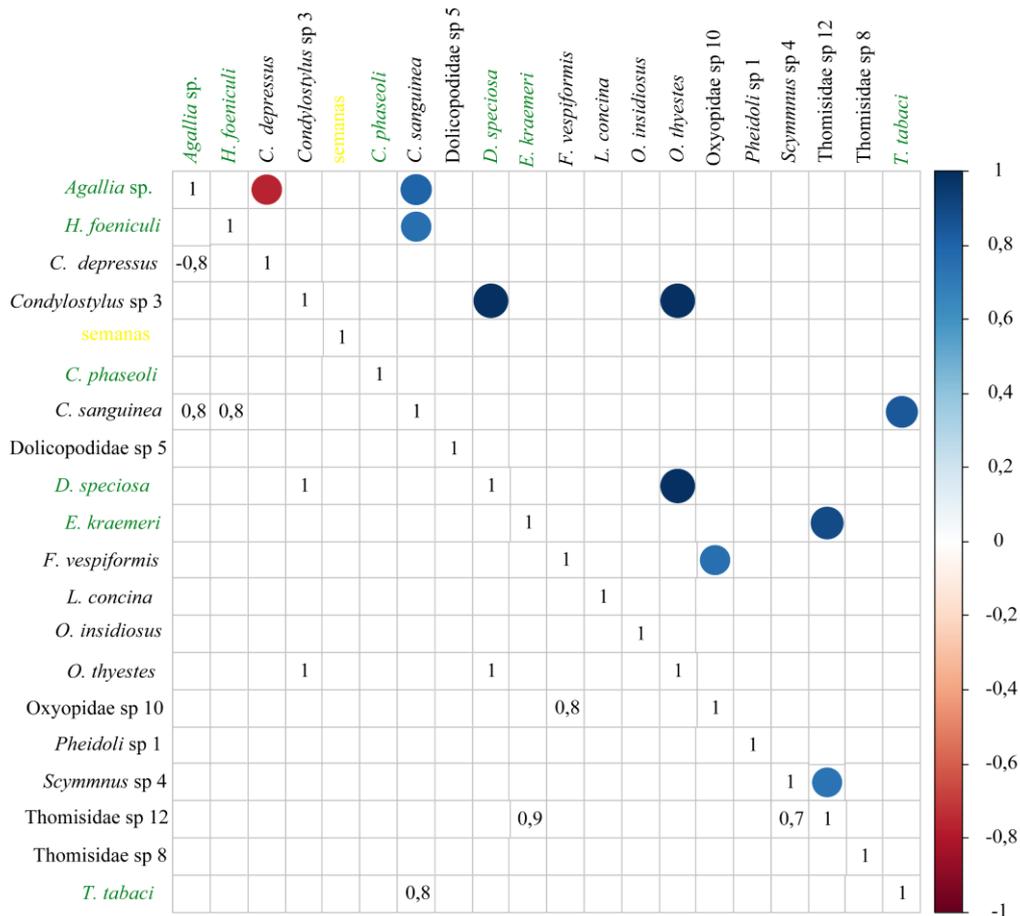
*O. insidiosus* foi descrito como um predador de ovos, ninfas e adultos da cigarrinha *Empoasca fabae* (Cicadellidae) em feijões do gênero *Vicia*, podendo preda em média 2,9 ninfas e 1,2 adultos por dia em condições de elevadas densidades da presa (ERLANDSON; OBRYCKI, 2010; MARTINEZ; PIENKOWSKI, 1982). O tripses predador *F. vespiformis* teve correlação positiva com as principais pragas do feijoeiro (*C. phaseoli* e *E. kraemeri*). Esse predador foi encontrado associado com *C. phaseoli* em feijão lima (*Phaseolus lunatus*) (FRANÇA et al., 2018), o que o coloca em posição de destaque nesse estudo. De fato, esse agente de controle biológico é conhecido por ser um importante predador dos tripses fitófagos, ácaros e outros pequenos artrópodes; também apresenta comportamento de predação sobre ovos ninfas de Cicadellidae (ARAKAKI; OKAJIMA, 1998; HODDLE et al., 2000). Embora esse predador não tenha se

correlacionado com outro tripses (*T. tabaci*) e nem como o outro cicadelídeo (*Agallia* sp.), o mesmo é usado para controle em roseiras em casas-de-vegetação na França em complemento ao ácaro *Neoseiulus cucumeris* (NAMMOUR et al., 2008) e é sempre citado como predador dessas espécies em diferentes cultivos. mostrando preferência ou falta de sincronia nas suas épocas de ocorrência.

O *O. insidiosus* e *F. vespiformis* compartilham do mesmo habitat que a cigarrinha, plantas de feijão, *E. kraemeri* e o tripses *C. phaseoli*, e estudos mostram que algumas espécies de predadores são capazes de realizar predação sobre as ninfas da cigarrinha (ERLANDSON; OBRYCKI).

Levando em conta as correlações negativas entre fitófagos e predadores, chama a atenção a associações entre *Systema s-littera* com Thomisidae sp8 (-0,9), bem como de *H. foeniculi*. com as moscas *C. depressus* (-0,8) e *C. terminalis* (-0,8). Essa associação negativa entre predador e fitófago pode indicar uma relação de densidade dependência, indicando uma relação de predação.

Tendo em vista que o objetivo do trabalho é avaliar a contribuição da faixa com *mix* de plantas para os inimigos naturais que atuam no feijoeiro, realizou-se a correlação entre os predadores mais importantes do feijoeiro e os fitófagos que se encontram no *mix*, através de um correlograma (Figura 5) para entender melhor as associações existentes. Sendo assim, 13 morfoespécies de artrópodes predadores com frequência relativa maior que 75 % na faixa de *mix* foram correlacionados com as seis pragas encontradas.



**Figura 5.** Correlograma da média de pragas e predadores.m<sup>-2</sup> capturados semanalmente em faixa com um *mix* composto por *Cosmos sulphureus* – Asteraceae, *Crotalaria spectabilis* – Fabaceae, *Foeniculum vulgare* – Apiaceae e *Canavalia ensiformis* – Fabaceae, cultivado em Seropédica entre setembro e dezembro de 2018. As espécies com correlações de Spearman significativas positivas ou negativas, fortes ou muito fortes são apresentadas em azul ou vermelho ( $p < 0,05$ )

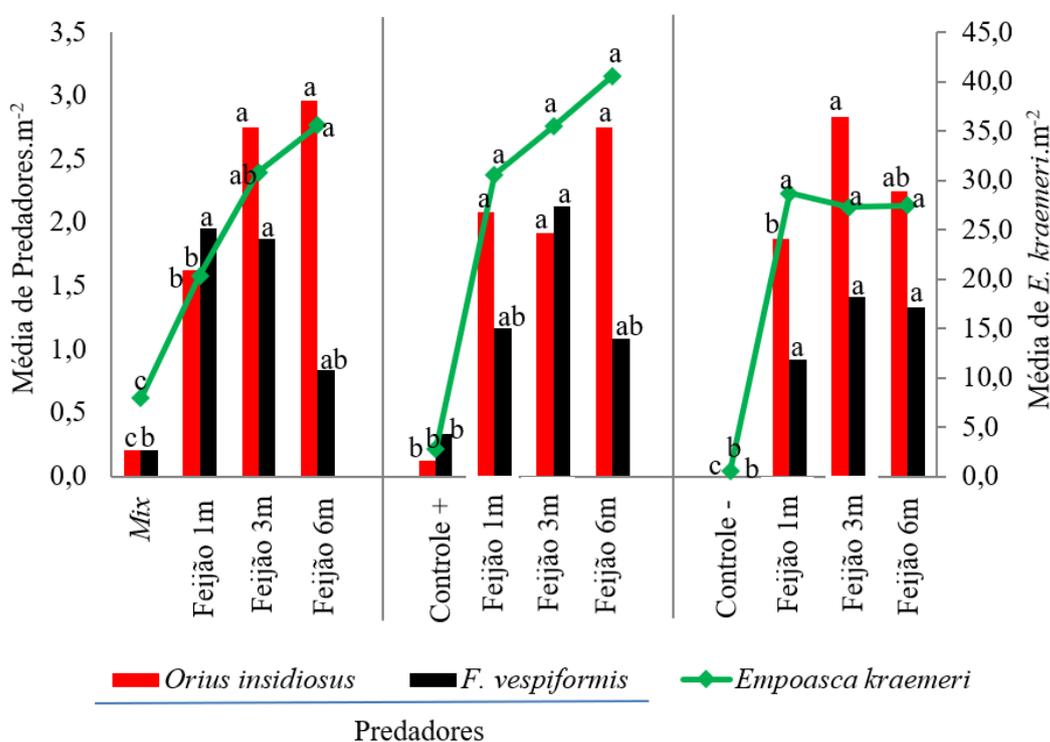
No feijoeiro o *Condylostylus* sp3, *O. insidiosus*, Thomisidae sp12 e Dolichopodidae sp5 estiveram correlacionados com a predação de pragas como *C. arcuata*, *Agallia* sp. e *T. tabaci* em uma condição que as plantas de feijão estavam mais próximas do *mix* e esses predadores encontram mais facilidade para regular a população desses fitófagos. Isso, por sua vez reduz a pressão de um complexo de pragas sobre o feijoeiro.

Embora os fitófagos *Agallia* sp. e *H. foeniculi* encontrados no *mix* não sejam tão importantes para o feijoeiro como *E. kraemeri* ou *C. phaseoli*, que podem representar reduções significativas na produtividade (MOURA et al. 2018). *H. foeniculi* é uma praga da erva-doce e serve de presa alternativa para coccinélídeos ou antocorídeos que exercem papéis regulatório sobre as principais pragas do feijoeiro como cigarrinhas e tripses (ERLANDSON; OBRZYCKI, 2010).

### 3.2 Contribuição da faixa *mix* para o controle biológico de *Empoasca kraemeri* em feijoeiro

Analisando a ocorrência de *E. kraemeri* e os dois predadores com alta correlação com essa espécie, observa-se que enquanto a faixa com o *mix* tem efeito na infestação de *E. kraemeri* em até 3m ( $p < 0,08$ ), *O. insidiosus* apresenta densidade dependente com a praga e ambos aumentam à medida que se afastam do *mix* ( $p < 0,08$ ), *F. vespiformis* reduz aos 6 m de distância do *mix*, mas não difere estatisticamente das distâncias. O trips predador contribuiu até 3 m de distância do *mix* e na ausência dele a população da praga aumenta na distância de 6 m. Ao contrário, mesmo apresentando uma alta correlação com a praga o antocorídeo se beneficia da praga sem controla-la. Entretanto, o efeito das distâncias do *mix* sobre a população da praga com os predadores, não ocorre nos controles negativo e positivo ( $p < 0,08$ ) (Figura 6).

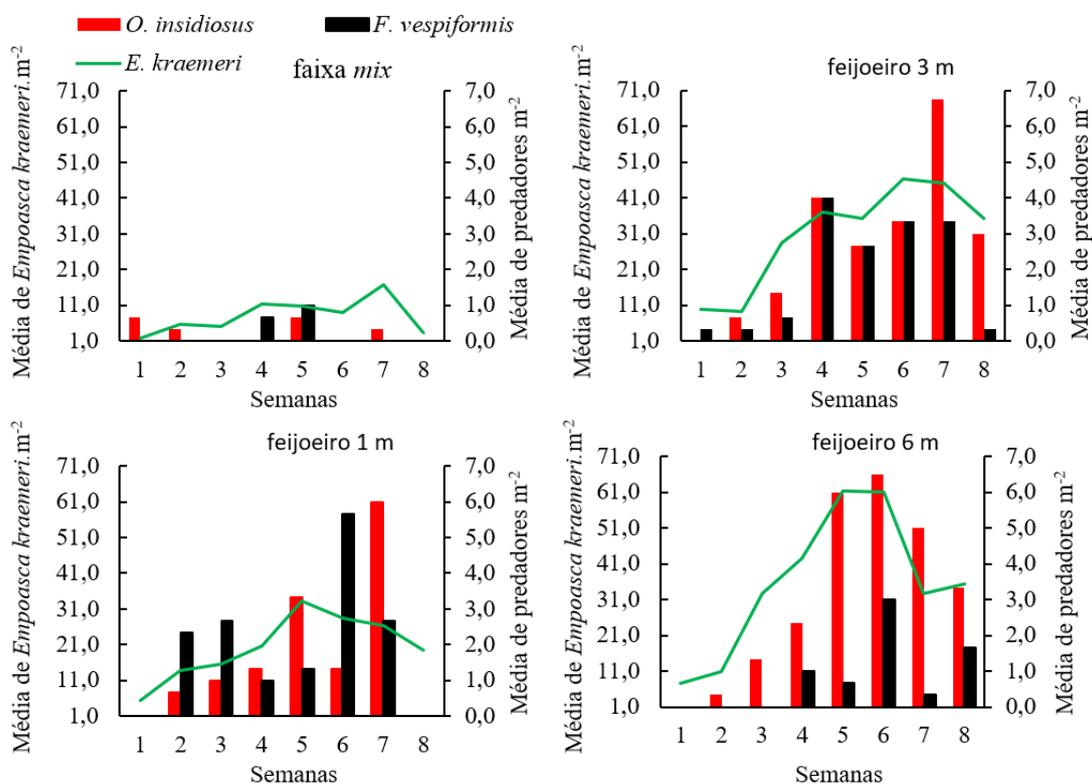
No feijoeiro cultivado com a faixa de vegetação espontâneas (controle +) ou sem a faixa de plantas (controle negativo) não foram encontrados efeitos das distâncias sobre a ocorrência das cigarrinhas. O anthocorídeo *O. insidiosus* e o trips predador *F. vesopiformis* mostraram associação com *E. kraemeri* no estudo da correlação no feijoeiro, embora nas faixas também tenha ocorrido *E. kraemeri*, isso se deve à proximidade com o feijoeiro, mesmo assim nas faixas com o *mix* houve um favorecimento para estes predadores do que no controle positivo e negativo, isso pode ser notado pela média de predadores e pragas nas distâncias proximais da faixa nos feijoeiros.



**Figura 6.** Número médio de *E. kraemeri* e dos predadores *Orius insidiosus* e *Frankilinothrips vespiformis* correlacionados em feijoeiros e diferentes faixas marginais (*mix*, controle positivo e controle negativo). Seropédica, RJ setembro a dezembro de 2018. Barras ou linhas do mesmo tratamento seguidas de mesma letra não diferem

estatisticamente entre si pelo teste de Fisher ( $p < 0,08$ ). *Mix* = *Cosmos sulphureus* – Asteraceae, *Crotalaria spectabilis* – Fabaceae, *Foeniculum vulgare* – Apiaceae e *Canavalia ensiformis* – Fabaceae; Controle + = vegetação espontânea; Controle - = *mulch* com plástico

Na flutuação populacional de *Empoasca kraemeri* e dos artrópodes predadores *O. insidiosus* e *F. vespiformis* fica mais clara esta interação predador-presa com uma relação de densidade dependência, que se intensifica com aumento das distâncias no feijoeiro para as faixas (Figura 7). A estabilização do aumento do número de cigarrinhas ocorreu mais precoce no feijoeiro em proximidade das faixas em 1 e 3 m, ao mesmo tempo em que apenas o aumento do número de *O. insidiosus* esteve associado como a redução da infestação desta cigarrinha. Isto sugere uma tendência de que as faixas de plantas atrativas são importantes para a redução da infestação das cigarrinhas no feijoeiro por ação direta ou indireta de predadores como o *O. insidiosus*.



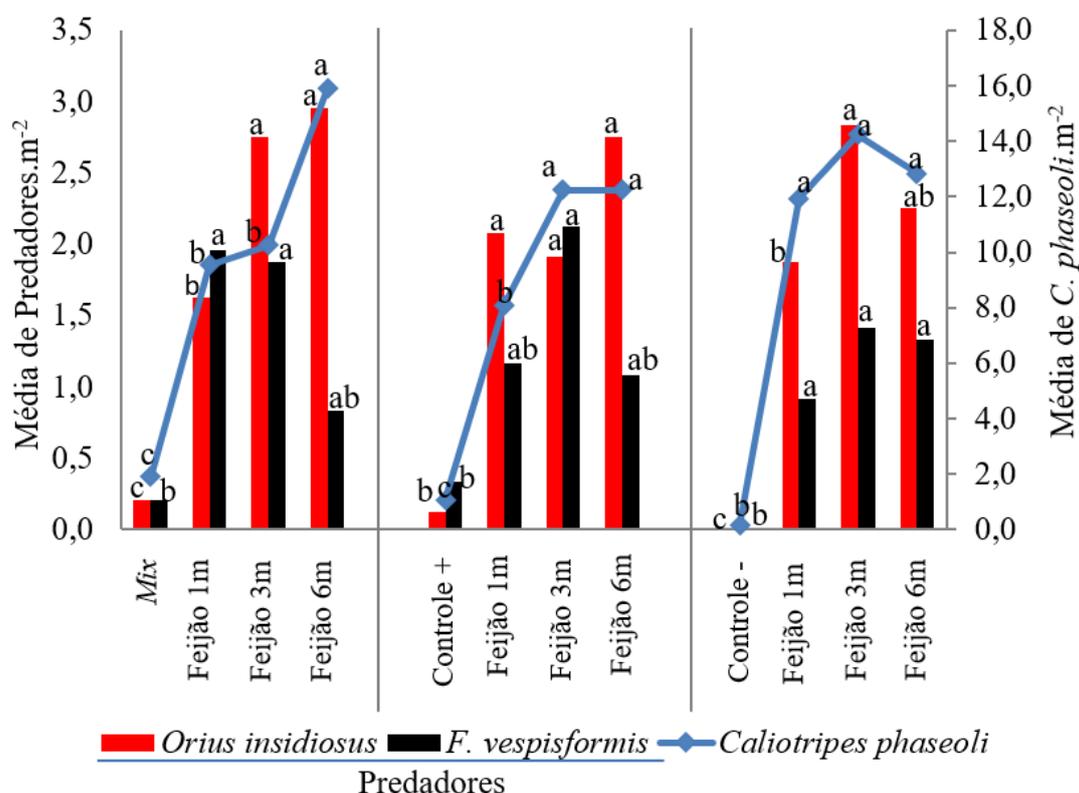
**Figura 7.** Flutuação populacional de *Empoasca kraemeri* e predadores *Orius insidiosus* e *Frankliniopsis vespiformis* em plantas de feijoeiro e em faixa lateral composta de *mix* de plantas. Seropédica, RJ, setembro a dezembro de 2018. *Mix* de plantas: *Cosmos sulphureus* – Asteraceae, *Crotalaria spectabilis* – Fabaceae, *Foeniculum vulgare* – Apiaceae e *Canavalia ensiformis* – Fabaceae

A elevada presença de flores e de alimentos alternativos como néctar e pólen de flores como o do cosmos, crotalária, erva-doce e feijão-de-porco que constituem o *mix* favoreceram predadores como *F. vespiformis* ou aranhas Thomisidae que constituem fatores de mortalidade para as cigarrinhas do feijão. A relação de *O. insidiosus* e *F.*

*vespiformies* com a segunda praga mais importante nesse estudo, *C. phaseoli*, cujos detalhes serão comentados a seguir.

### 3.3 Contribuição da faixa *mix* para o controle biológico de *Caliothrips phaseoli* em feijoeiro

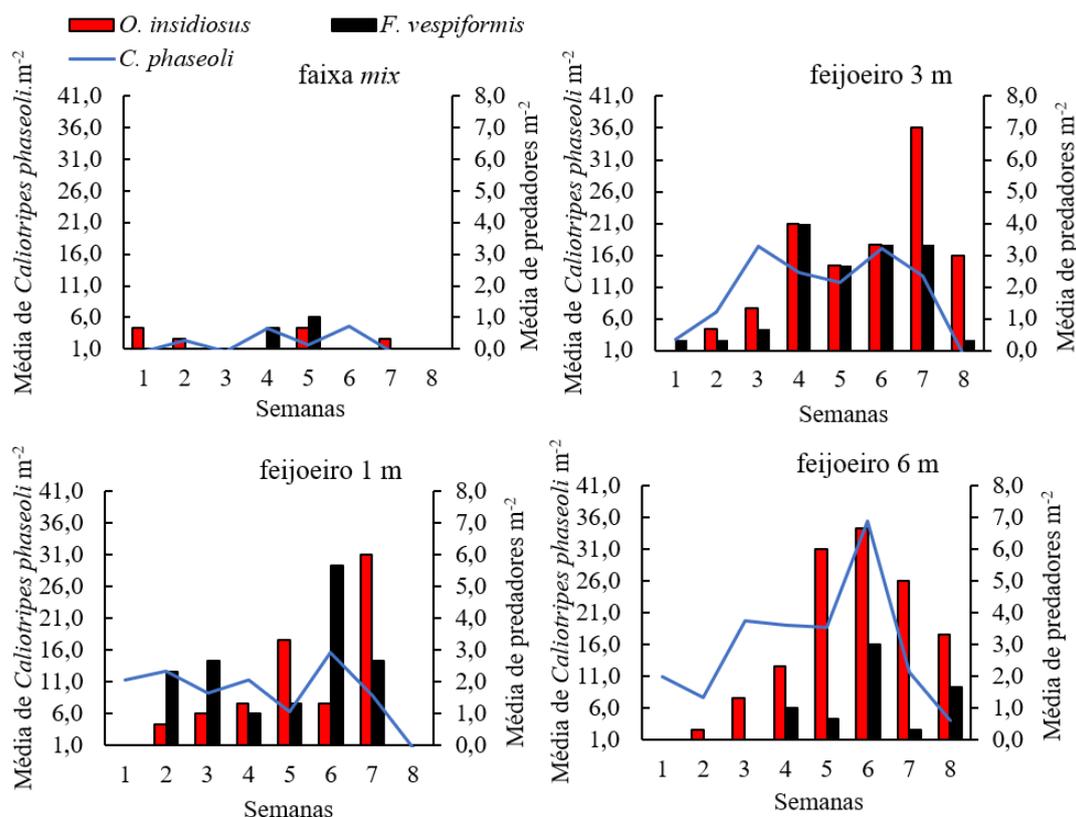
O feijoeiro cultivado em 1 ou 3m de distância das faixas com o *mix* apresentaram menor infestação de tripes *C. phaseoli* em comparação a maior distância da faixa, 6m ( $p < 0,08$ ), (Figura 8). O feijoeiro cultivado com a faixa de vegetação espontânea (Controle +) apresentou efeito sobre a infestação do tripes apenas na distância de 1m da faixa ( $p < 0,08$ ), no feijoeiro cultivado sem faixa de plantas (controle negativo) não foram encontradas diferenças significativas entre as distâncias ( $p < 0,08$ ). *C. phaseoli*, *O. insidiosus* e *F. vespiformis* apresentaram o mesmo efeito de densidade dependência que *E. kraemeri* conforme comentado anteriormente. Embora nas faixas tenha ocorrido *C. phaseoli* em pequenas quantidades isso ocorreu pela proximidade com o feijoeiro, mesmo assim nas faixas com o *mix* nota-se um favorecimento estatisticamente superior para os predadores do que na vegetação espontânea e ou no mulch.



**Figura 8.** Número médio de *Caliothrips phaseoli* e predadores *Orius insidiosus* e *Frankliniethrips vespiformis* correlacionados em feijoeiros e diferentes faixas marginais (mix, controle positivo e controle negativo). Seropédica, RJ setembro a dezembro de 2018. Barras ou linhas do mesmo tratamento seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Fisher ( $p < 0,08$ ). *Mix* = *Cosmos sulphureus* – Asteraceae, *Crotalaria spectabilis* – Fabaceae, *Foeniculum vulgare* – Apiaceae e

*Canavalia ensiformis* – Fabaceae; Controle + = vegetação espontânea; Controle - = mulch com plástico

A flutuação populacional de *C. phaseoli* e os predadores ocorreu de forma similar que aconteceu com as cigarrinhas. No feijoeiro a medida em que as distâncias das faixas foram menores (1 a 3 m) a queda da infestação do tripses aconteceu em resposta ao aumento do número de *F. vespiformis* de forma mais rápida. Na distância maior (6 m), o pico de tripses ocorreu de forma bem mais descontrolada do que nas distâncias menores do mix, sendo este na sexta semana de cultivo nos feijoeiros (Figura 9).



**Figura 9.** Flutuação populacional de *Caliotrips phaseoli* e predadores *Orius insidiosus* e *Frankilinothrips vespiformis* em plantas de feijoeiro e em faixa lateral composta de mix de plantas. Seropédica, RJ, setembro a dezembro de 2018. Mix de plantas: *Cosmos sulphureus* – Asteraceae, *Crotalaria spectabilis* – Fabaceae, *Foeniculum vulgare* – Apiaceae e *Canavalia ensiformis* – Fabaceae

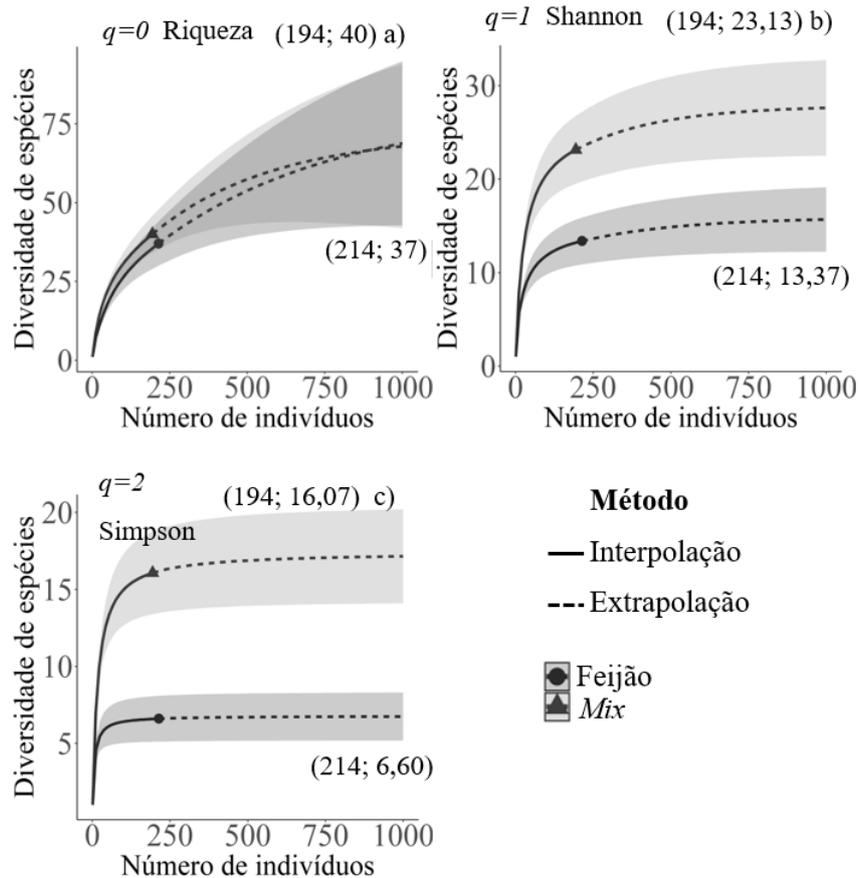
A interação entre os predadores *Orius insidiosus* e *Frankilinothrips vespiformis* com os insetos fitófagos *C. phaseoli* e *E. kraemeri* sobre as plantas de feijão próximo do mix parecem se complementar em uma rede de interações tróficas, muito embora outros predadores presentes na faixa podem regular a população das demais pragas do feijoeiro, mesmo sem atingirem patamares representativos. Os tripses também são predados por Coccinellidae (Coleoptera), Chrysopidae (Neuroptera), Syrphidae (Diptera) e por tripses predadores dos gêneros *Scolothrips* (Thysanoptera) (MICHEREFF FILHO, 2012). Esse compartilhamento de nicho favorece a predominância desses agentes no feijoeiro como ocorreu no nesse estudo.

Alguns estudos apontam que as dietas mistas com presas suplementadas com pólen, aumentam o desenvolvimento, a sobrevivência, fecundidade e a longevidade de artrópodes predadores do gênero *Orius spp.* (Anthocoridae) (NARANJO; GIBSON, 1996). Quando visitam as flores os insetos são atraídos pelos recursos como o néctar e pólen, no caso dos insetos predadores a inclusão desses alimentos podem fornecer nutrientes que são limitados nas dietas exclusivamente de presas, sendo estes artrópodes beneficiados com a diversificação da dieta (LUNDGREN et al., 2011; SINGER; BERNAYS, 2003). Por este motivo outros predadores como *C. sanguinea* ou Thomisidae que são generalistas onívoros assim como os antocorídeos e *F. vespiformis*, podem manter-se por mais tempo quando próximos das faixas de *mix*. O acesso a estes recursos de presas e flores é uma estratégia para aumento da sobrevivência, pois eventualmente predam tripes ou cigarrinhas que tentem forragear no feijoeiro próximo desses refúgios.

### **3.4 Perfis de diversidade de artrópodes predadores em feijoeiro com faixas de plantas atrativas e produtividade agrônômica do feijoeiro**

As curvas de riqueza de espécies apresentaram 40 e 37 espécies nas faixas (*mix*) e no feijoeiro, respectivamente (Figura 10 a). As estimativas de diversidade assintótica apresentaram o valor do índice de Shannon ( $S'$ ) variando de 23,13 para 13,37 nats. ind.<sup>-1</sup>, enquanto o índice de dominância de Simpson ( $D'$ ) variou de 16,07 para 6,60 na comunidade do *mix* e do feijoeiro, respectivamente. Independentemente do tamanho da amostra (por interpolação ou extrapolação), em ambos os estratos, os limites de confiança a 95% de probabilidade se sobrepõem, sugerindo semelhança para a riqueza de espécies ( $q=0$ ), entre as espécies do componente *mix* e no feijoeiro (Figura 10 a). De acordo com estes valores, a riqueza de predadores capturados na faixa e do feijoeiro foram estatisticamente iguais ( $p < 0,05$ ).

Nos índices de Shannon ( $S'$ ) e Simpson ( $D'$ ) houve divergências em ambas as facetas, ou seja, considerando-se as espécies raras ( $q=1$ ) e variações nas abundâncias ( $S'$ ) sugerem um maior número efetivo de espécies para a comunidade encontrada na faixa com *mix*. Quanto ao índice de Simpson ( $D'$ ) que considera o número efetivo de espécies dominantes ( $q=2$ ), este também foi maior no *mix* do que no feijoeiro (Figura 10 b, c).

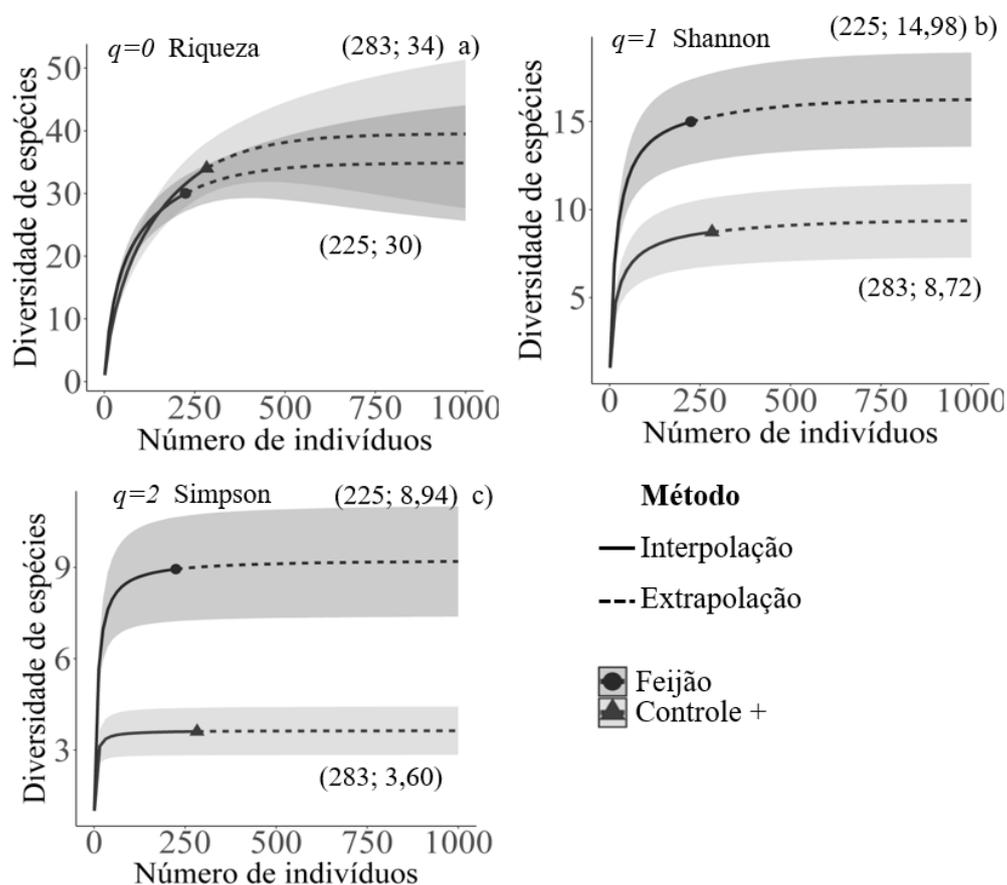


**Figura 10.** Perfis de diversidade e curvas de riqueza de espécies de artrópodes predadores feijoeiros sob influência de faixas com *mix* composto por *Cosmos sulphureus* – Asteraceae, *Crotalaria spectabilis* – Fabaceae, *Foeniculum vulgare* – Apiaceae e *Canavalia ensiformis* – Fabaceae. Curvas de amostragem por interpolação (—) e extrapolação (---), ambas com intervalos de confiança de 95% (áreas sombreadas). Os dados dos artrópodes sobre a cobertura marginal de um *mix* de plantas (*mix*) e em feijoeiro cultivado adjacente a três metros de distância (Feijão) são demonstrados pelos perfis de diversidade. Os pontos e triângulos sólidos representam os limites das amostras de referência, os números entre parênteses representam o número de indivíduos e o número efetivo de espécies ( $qD$  = números de Hill por ordem  $q$ )

As curvas de riqueza de espécies apresentaram 30 e 34 espécies nas faixas com o controle + (vegetação espontânea) e no feijoeiro, respectivamente (Figura 11 a). As estimativas de diversidade assintótica apresentaram o valor do índice de Shannon ( $S'$ ) variando de 8,72 para 14,98 nats ind<sup>-1</sup>, enquanto o índice de dominância de Simpson ( $D'$ ) variou de 3,60 para 8,94 na comunidade do controle + e do feijoeiro associado, respectivamente (Figura 11 b, c). Independentemente do tamanho da amostra (por interpolação ou extrapolação), em ambos os estratos os limites de confiança a 95% de probabilidade se sobrepõem, sugerindo semelhança para a riqueza de espécies ( $q=0$ ) do controle + e do feijoeiro, e de acordo com estes valores a diversidade de espécies do componente da margem e do feijoeiro foram estatisticamente iguais (Figura 11 a).

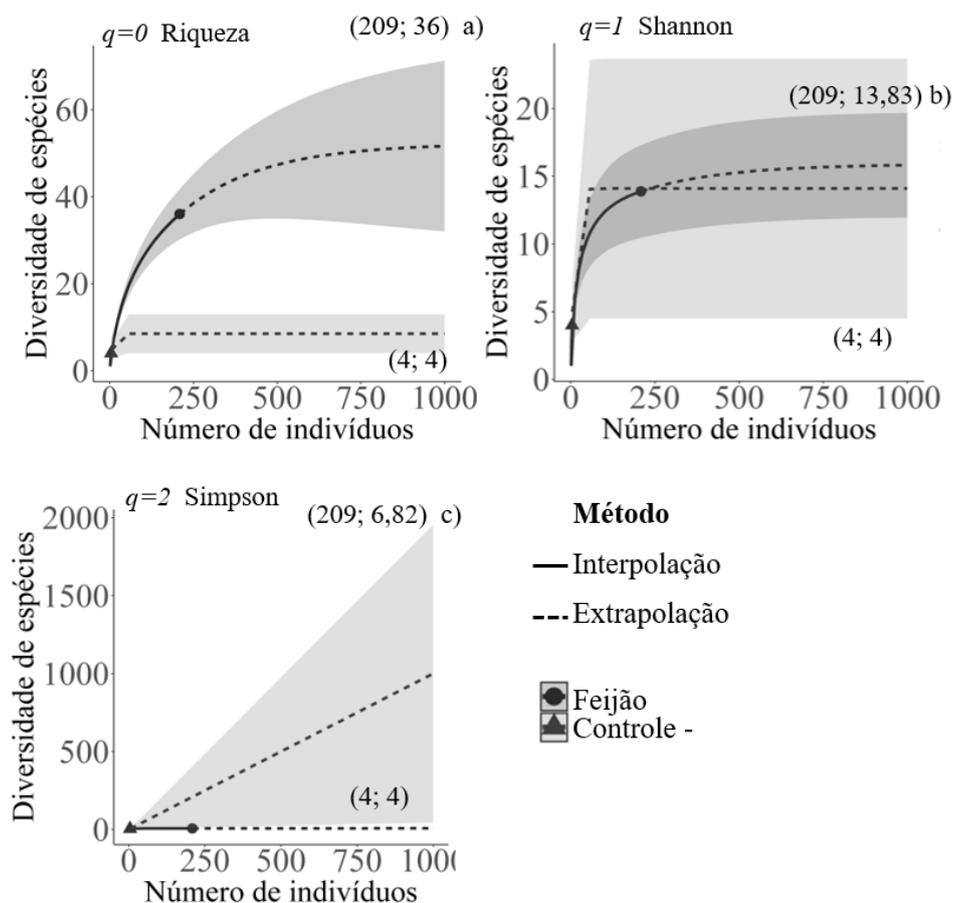
Entretanto, para os índices de Shannon-Wiener ( $S'$ ) e Simpson ( $D'$ ) houve divergências em ambas as facetas. As variações nas abundâncias ( $S'$ ) sugerem um menor

número efetivo de espécies para a comunidade encontrada no controle + que no feijoeiro adjacente (Figura 11 b). Quanto ao índice de Simpson ( $D'$ ) este também foi menor na comunidade encontrada na margem com o controle + (Figura 11 c).



**Figura 11.** Perfis de diversidade e curvas de riqueza de espécies de artrópodes predadores feijoeiros sob influência de faixas com vegetação espontânea. Curvas de amostragem por interpolação (—) e extrapolação (---), ambas com intervalos de confiança de 95% (áreas sombreadas). Os dados dos artrópodes sobre a cobertura marginal do controle + (vegetação espontânea) e em feijoeiro cultivado adjacente a três metros de distância (feijão) são demonstrados pelos perfis de diversidade. Os pontos e triângulos sólidos representam os limites das amostras de referência, os números entre parênteses representam o número de indivíduos e o número efetivo de espécies ( $qD$  = números de Hill por ordem  $q$ )

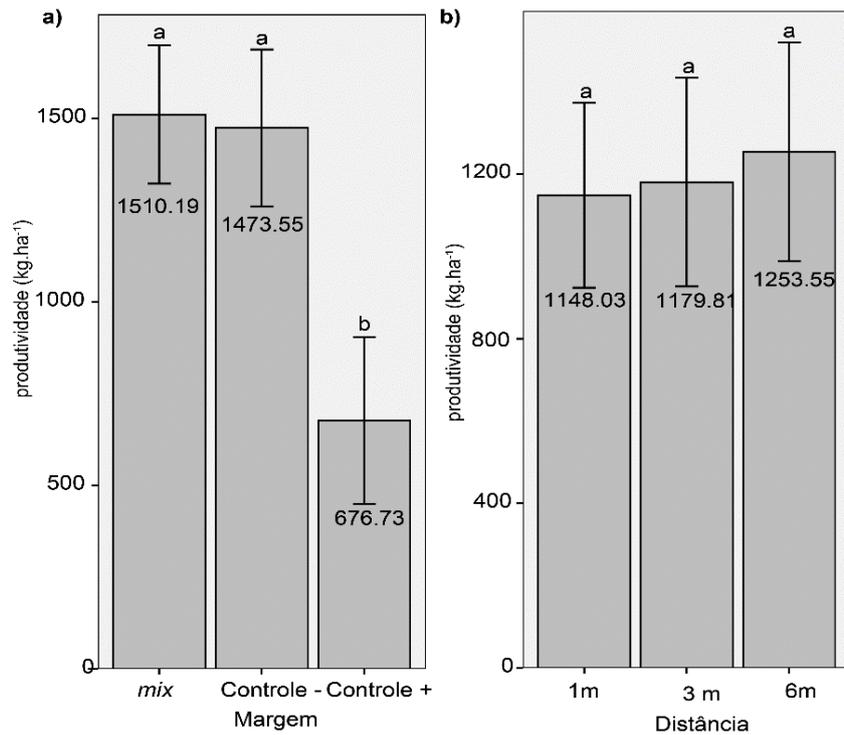
Apesar da discrepância com o tamanho das amostras encontradas sobre o controle – (*mulch* plástico), 4 indivíduos, as curvas de riqueza de espécies foram calculadas a partir da riqueza observada em 4 e 36 espécies na comunidade encontrada sobre controle – e no feijoeiro adjacente, respectivamente. As estimativas de diversidade assintótica apresentaram o valor do índice de Shannon-Wiener ( $S'$ ) variando de 4 para 13,8 nats ind<sup>-1</sup>, enquanto o índice de dominância de Simpson ( $D'$ ) variou de 4 para 6,82 na comunidade sobre a margem com o controle – e do feijoeiro adjacente, respectivamente. Em virtude do tamanho da amostra mesmo com a extrapolação não foram consideradas as comparações entre os predadores controle – com o feijão e os resultados de comparações entre as curvas estimadas por estes índices não podem ser exploradas normalmente (Figura 12 b, c;).



**Figura 12:** Perfis de diversidade e curvas de riqueza de espécies de artrópodes predadores feijoeiros em a influência de faixas de plantas. Curvas de amostragem por interpolação (—) e extrapolação (---), ambas com intervalos de confiança de 95% (áreas sombreadas). Os dados dos artrópodes sobre a cobertura marginal com o controle –(*mulch* plástico) e em um ponto mediano de feijoeiro cultivado adjacente a três metros de distância (feijão) são demonstrados pelos perfis de diversidade. Os pontos e triângulos sólidos representam os limites das amostras de referência, os números entre parênteses representam o número de indivíduos e o número efetivo de espécies ( $qD = \text{números de Hill por ordem } q$ )

As estimativas de diversidade de espécies de predadores pelos índices de Shannon e Simpson foram muito maiores nas faixas com *mix* (23,13 e 16,07) do que no controle + (8,72 e 3,60), respectivamente. Já nas plantas de feijão próximo faixas do *mix*, controle + e controle negativo a diversidade de predadores pelo índice de Shannon encontrada foram mais próximas 13,37 e 14,98, 13,83 respectivamente. Vale ressaltar que embora a diversidade seja similar, os estimadores de Shannon e Simpson apontam para uma menor abundância de predadores nos feijoeiros sem as faixas de plantas atrativas.

A interação da produtividade do feijoeiro da interação faixas X distâncias não foi significativa a 5% de probabilidade de erro. Assim, foram comparadas as médias de produtividade do feijoeiro para os efeitos principais. A produtividade de feijão foi maior no feijoeiro cultivado com faixas de *mix* e no controle negativo ( $p < 0,5$ ), as faixas com a vegetação espontânea não tiveram efeito sobre o aumento da produtividade do feijoeiro. As distâncias testadas não diferiram na produtividade dos feijoeiros. (Figura 13).



**Figura 13.** Produtividade de feijoeiros orgânico em kg.ha<sup>-1</sup> cultivado com uma faixa com um *mix* de plantas atrativas em Seropédica entre setembro e dezembro de 2018 em Seropédica, RJ. Barras seguidas de mesma letra em cada fator não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ); a) Faixas com *mix* composto por *Cosmos sulphureus* – Asteraceae, *Crotalaria spectabilis* – Fabaceae, *Foeniculum vulgare* – Apiaceae e *Canavalia ensiformis* – Fabaceae, vegetação espontânea e *mulch* plástico b) diferentes distâncias das faixas

## 4 CONCLUSÕES

A faixa com *mix* composta por cosmos (*Cosmos sulphureus*), erva-doce (*Foeniculum vulgare*), crotalária (*Crotalaria spectabilis*) e feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) é atrativa para artrópodes predadores como *Franklinothrips vespiformis* e *Orius insidiosus* nas plantas de feijoeiro em proximidade de 1 e/ou 3 metros e permitem a conservação de inimigos naturais nas plantas de feijoeiro, regula a infestação de *E. kraemeri* e *C. phaseoli* durante o cultivo do feijoeiro. Entretanto, as faixas com o *mix* não são superiores ao controle positivo (vegetação espontânea) nas condições testadas.

O fato das plantas do *mix* já estarem desenvolvidas no período do plantio do feijão contribuiu com a atração e a conservação de *Franklinothrips vespiformis*, *Orius insidiosus* e da comunidade de outros artrópodes predadores que foram encontrados nessas plantas.

O cultivo de feijão com faixas de *mix* próximas ou distantes em até 6 m não prejudica a produtividade de grãos em comparação ao controle negativo (*mulching* plástico), resultando em efeitos neutros.

Portanto, o uso de faixas com o *mix* mostra-se promissor para o manejo de artrópodes e a diversificação funcional no cultivo de feijão, entretanto, outros estudos precisam ser feitos para compreender as limitações da técnica e potencializar os efeitos benéficos.

## 5 REFERÊNCIAS

- ALTIERI, M. A.; FRANCIS, C. A.; VAN SCHOONHOVEN, A.; DOLL, J. DA Review of insect prevalence in maize (*Zea mays* L.) and bean (*Phaseolus vulgaris* L.) polycultural systems. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 1, p. 33-49, 1978. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0378429078900059>. Acesso em: 12 ago. 2020
- CHAO, A.; CHIU, C. H.; HSIEH, T. C.; DAVIS, T.; NIPPERESS, D. A.; FAITH, D. P. Rarefaction and extrapolation of phylogenetic diversity. **Methods in Ecology and Evolution**, Hoboken, v. 6, n. 4, p. 380-388, 2014. Disponível em: <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/2041-210X.12247>. Acesso em: 12 mai. 2019.
- CHAO, A.; JOST, L. Coverage-based rarefaction and extrapolation: standardizing samples by completeness rather than size. **Ecology**, Washington, v. 93, n. 12, p. 2533-2547, 2012. DOI 10.1890/11-1952.1. Disponível em: <https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1890/11-1952.1>. Acesso em: 12 mai. 2019.
- CRUZ, W. P.; SALGADO, F. H. M.; JÚNIOR, D. F. F.; FIDELIS, R. R. Nutrição e genética na ocorrência de pragas, inimigos naturais e ataque de minadoras em feijão comum (*Phaseolus vulgaris*). **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, Gurupi, v. 3, n. 1, p. 74-81, 2012. DOI 10.20873/jbb.uft.cemaf.v3n1.cruz. Disponível em: <https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/JBB/article/view/183/125>. Acesso em: 2 jul. 2020.
- EL-KAREIM, A.; EL-NAGAR, M. E.; MAROUF, A. E. Attractiveness and effects of insectary plant flowers on certain aphidophagous insects as bio-agents. **Journal of Plant Protection and Pathology**, Pisa, v. 2, n. 6, p. 609-622, 2011. DOI 10.21608/jppp.2011.86506. Disponível em: [https://journals.ekb.eg/article\\_86506.html](https://journals.ekb.eg/article_86506.html). Acesso em: 22 jun. 2020.
- EL-KAREIM, A.; RASHED, A. A.; MAROUF, A. E.; FOUUDA, S. R. Attractiveness and effects of some flowering plants on the longevity and foraging behavior of certain predatory insects. **Journal of Plant Protection and Pathology**, v. 10, n. 11, p. 537-541, 2019. DOI 10.21608/jppp.2019.67788. Disponível em: [https://journals.ekb.eg/article\\_67788.html](https://journals.ekb.eg/article_67788.html). Acesso em: 23 jun. 2020.
- ERLANDSON, L.A.W.; OBRYCKI, J. J. Predation of immature and adult *Empoasca fabae* (Harris) (Hemiptera: Cicadellidae) by three species of predatory insects. **Journal of the Kansas Entomological Society**, v. 83, n. 1, p. 1-6, 2010. Disponível em: <https://bioone.org/journals/Journal-of-the-Kansas-Entomological-Society/volume-83/issue-1/JKES802.08.1/Predation-of-Immature-and-Adult-Empoasca-fabae-Harris-Hemiptera/10.2317/JKES802.08.1.full>. Acesso em: 29 jun. 2020.
- FERNANDES, F. L.; PICANÇO, M. C.; SENA FERNANDES, M. E.; XAVIER, V. M.; MARTINS, J. C.; SILVA, V. F. Controle biológico natural de pragas e interações ecológicas com predadores e parasitóides em feijoeiro. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 1, 2010. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/7027>. Acesso em: 12 mai. 2019.

FIEDLER, A. K.; LANDIS, D. A. Plant characteristics associated with natural enemy abundance at Michigan native plants. **Environmental entomology**, Oxford, v. 36, n<sup>o</sup> 4, p. 878–86, 2007. DOI 10.1093/ee/36.4.878. Disponível em: <https://academic.oup.com/ee/article/36/4/878/469888>. Acesso em: 13 mai. 2020.

FIEDLER, A.K.; LANDIS, D.A.; WRATTEN, S.D. Maximizing ecosystem services from conservation biological control: the role of habitat management. **Biological Control**, San Diego, v. 45, n. 2, p. 254-271, 2008. DOI 10.1016/j.biocontrol.2007.12.009 Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1049964407003210?via%3Dihub>. Acesso em: 12 mai. 2019.

FRANÇA, S. M.; MELO JÚNIOR, L. C.; NETO, A. V. G.; SILVA, P. R. R.; LIMA, É. F. B.; MELO, J. W. S. Natural enemies associated with *Phaseolus lunatus* L.(Fabaceae) in Northeast Brazil. **Florida Entomologist**, v. 101, n. 4, p. 688-691, 2018. Disponível em: <https://bioone.org/journals/Florida-Entomologist/volume-101/issue-4/024.101.0408/Natural-Enemies-Associated-with-Phaseolus-lunatus-L-Fabaceae-in-Northeast/10.1653/024.101.0408.full>. Acesso em: 12 ago. 2020.

HILL, M. O. Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. **Ecology**, Washington, v. 54, n. 2, p. 427-432, 1973. DOI 10.2307/1934352 Disponível em: <https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2307/1934352>.

HOGG, B. N.; BUGG, R. L.; DAANE, K. M. Attractiveness of common insectary and harvestable floral resources to beneficial insects. **Biological Control**, San Diego, v. 56, n. 1, p. 76-84, 2011. DOI 10.1016/j.biocontrol.2010.09.007. Disponível em: [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1049964410001994?casa\\_token=ifd1ih95NwEAAAAA:x8Tjsi91y2xQyfs2p\\_JBUfqyYlb8a3zEEfxslv4q90Q3YiYQsX92FAdi-ipB8NI8fDXiCNZ6AcET](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1049964410001994?casa_token=ifd1ih95NwEAAAAA:x8Tjsi91y2xQyfs2p_JBUfqyYlb8a3zEEfxslv4q90Q3YiYQsX92FAdi-ipB8NI8fDXiCNZ6AcET). Acesso em: 26 jan. 2020.

HSIEH, T. C.; MA, K. H.; CHAO, A. iNEXT: an R package for rarefaction and extrapolation of species diversity (Hill numbers). **Methods in Ecology and Evolution**, v. 7, n. 12, p. 1451-1456, 2016. DOI 10.1111/2041-210X.12613 Disponível em: <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/2041-210X.12613>.

INAYAT, T. P.; RANA, S. A.; NAUREEN, R.; TAHIRA, R.; SADIQUI, M. J. I.; ABBAS, M. N. Predation rate in selected coccinellid (Coleoptera) predators on some major aphidid and cicadellid (hemipteran) pests. **International Journal of Agriculture and Biology**, v. 13, n. 3, 2011.

LUNDGREN, J. G. Nutritional aspects of non-prey foods in the life histories of predaceous Coccinellidae. **Biological Control**, v. 51, n<sup>o</sup> 2, p. 294–305, 2009. DOI: 10.1016/j.biocontrol.2009.05.016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S104996440900139X>. Acesso em: 12 jul. 2020.

MARTINEZ, D. G.; PIENKOWSKI, R. L. Laboratory Studies on Insect Predators of Potato Leafhopper Eggs, Nymphs, and Adults, **Environmental Entomology**, Oxford v. 11, n. 2, p. 361–362, 1982. DOI 10.1093/ee/11.2.361 Disponível em: <https://academic.oup.com/ee/article-abstract/11/2/361/2480195?redirectedFrom=fulltext> Acesso em: 15 set. 2020.

MOURA, M.F.; LOPES, M.C.; PEREIRA, R.R.; PARISH, J.B.; CHEDIAK, M.; ARCANJO, L.P.; CARMO, D.G.; PICANÇO, M.C. Sequential sampling plans and economic injury levels for *Empoasca kraemeri* on common bean crops at different technological levels. **Pest Management Science**, London v. 74, n. 2, p. 398-405, 2018. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ps.4720>. Acesso em: 29 jun. 2020.

NAMMOUR, D.; PIZZOL, J.; PONCET, C.; ZIEGLER, J.P.; VOISIN, S.; REYNAUD, P.; OLIVIER, N.; PARIS, B.; MAIGNET, P. Integrated pest management in rose greenhouses using *Franklinothrips vespiformis* against thrips. In: **International Workshop on Greenhouse Environmental Control and Crop Production in Semi-Arid Regions 797**. 2008. p. 291-296. DOI 10.17660/ActaHortic.2008.797.41 Disponível em: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2008.797.41>. Acesso em: 12 ago.2020.

NOGUEIRA, A.R.A.; SOUZA, G.B. **Manual de Laboratórios: Solo, Água, Nutrição Vegetal, Nutrição Animal e Alimentos**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2005. 313p.

PEREIRA, J. L.; PICANÇO, M. C.; PEREIRA, E. J. G.; SILVA, A. A.; JAKELAITIS, A.; PEREIRA, R. R.; XAVIER, V. M. Influence of crop management practices on bean foliage arthropods. **Bulletin of Entomological Research**, Londres, 100(6), 679-688, 2010. DOI 10.1017/S0007485310000039. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/handle/123456789/12648>. Acesso em: 12 mai. 2019.

SILVEIRA, L. C. P.; BUENO, V. H. P.; LOUZADA, J. N. C.; CARVALHO, L. M.. Percevejos predadores (*Orius* spp.) (Hemiptera: Anthocoridae) e tripes (Thysanoptera): interação no mesmo habitat. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 5, p. 767-773, 2005. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-67622005000500012](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622005000500012). Acesso em: 15 mai 2017.

SINGER, M. S.; BERNAYS, E. A. Understanding omnivory needs a behavioral perspective. **Ecology**, v. 84, n° 10, p. 2532–2537, 2003. DOI: 10.1890/02-0397. . Disponível em: <https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1890/02-0397>. Acesso em: 12 mai. 2019.

SIVINSKI, J.; WAHL, D.; HOLLER, T.; AL DOBAI, S.; SIVINSKI, R. Conserving natural enemies with flowering plants: Estimating floral attractiveness to parasitic Hymenoptera and attraction's relationship to flower and plant morphology. **Biological Control**, v. 58, n° 3, p. 208–214, 2011. ISSN: 10499644, DOI: 10.1016/j.biocontrol.2011.05.002. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1049964411001034>. Acesso em: 12 mai. 2019.

SNYDER, W.E.; SNYDER, G.B.; FINKE, D.L.; STRAUB, C.S. Predator biodiversity strengthens herbivore suppression. **Ecology Letters**, Oxford, 9: 789-796, 2006. DOI10.1111/j.1461-0248.2006.00922.x. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1461-0248.2006.00922.x>. Acesso em: 12 mai. 2019.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As questões levantadas com o término deste trabalho trazem à tona um leque de possibilidades promissoras e contribuições que a diversificação dos cultivos com flores e as plantas de cobertura podem agregar aos sistemas agrícolas tropicais de base orgânica, principalmente para a atração e refúgio de inimigos naturais. O uso de plantas em cultivo consorciado, como apresentado nessa tese, promove a conservação de inimigos naturais de pragas agrícolas, o que não é novidade em território Norte Americano e Europeu, entretanto, na agricultura brasileira o potencial deste e de outros serviços ecossistêmicos produzidos por esta prática ainda não é completamente explorado, compreendido e difundido como tecnologia social.

Como apresentado nos capítulos desta tese as plantas de cosmos, crotalária, erva-doce e feijão-de-porco, em cultivo consorciado, são bem adaptadas nas condições edafoclimáticas de Seropédica-RJ, apresentam a capacidade de atrair e conservar uma grande diversidade de inimigos naturais, e contribuem com o manejo de insetos e a diversificação em agroecossistemas como o de repolho e feijão sem redução de produtividade.

Um outro fator também importante do uso dessas plantas na diversificação dos cultivos é o a multifuncionalidade das espécies avaliadas nesse trabalho, que além de atrair inimigos naturais da maneira como foram estudadas nessa tese, o cosmos, a erva-doce, a crotalária e o feijão-de-porco podem representar fonte de renda secundária como a comercialização de flores e sementes, o que representa fonte de receita adicional para os agricultores.

A agricultura familiar brasileira que configura as pequenas e médias propriedades poderia beneficiar-se com o uso dessa prática e assim, agregar valor na produção por ser uma prática de base ecológica, e em alguns casos reduzindo a necessidade de intervenções com o uso de defensivos para o manejo de pragas. A consequência disso resultaria na produção de alimentos com menor demanda do uso de defensivos químicos tanto nos sistemas convencionais ou orgânicos, contribuindo assim para atender uma demanda do mercado consumidor nacional e internacional por segurança alimentar e responsabilidade ambiental.

Estudos como os desenvolvidos nessa tese para a atração de inimigos naturais e manejo de pragas nos cultivos de repolho e feijoeiro precisam ganhar mais espaço para validar o uso dessa prática em outras culturas e condições agrícolas no território brasileiro, o que favorece a sustentabilidade e possibilita à agricultura brasileira autonomia tecnológica para o manejo de pragas no contexto do controle biológico conservativo.

## 7 ANEXOS

20/01/2021

[https://sipac.ufrj.br/sipac/protocolo/documento/documento\\_visualizacao.jsf?idDoc=679599](https://sipac.ufrj.br/sipac/protocolo/documento/documento_visualizacao.jsf?idDoc=679599)



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA



**HOMOLOGAÇÃO DE TESE DE DOUTORADO Nº 12 / 2020 - DeptFITO (12.28.01.00.00.32)**

**Nº do Protocolo: 23083.070636/2020-01**

**Seropédica-RJ, 30 de dezembro de 2020.**

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE AGRONOMIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA  
ADAMASTOR PEREIRA BARROS

Tese submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutor em Fitotecnia**, no Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, Área de Concentração em Agroecologia.

TESE APROVADA EM 08/09/2020.

**Conforme deliberação número 001/2020 da PROPPG, de 30/06/2020**, tendo em vista a implementação de trabalho remoto e durante a vigência do período de suspensão das atividades acadêmicas presenciais, em virtude das medidas adotadas para reduzir a propagação da pandemia de Covid-19, nas versões finais das teses e dissertações as assinaturas originais dos membros da banca examinadora poderão ser substituídas por documento(s) com assinaturas eletrônicas. Estas devem ser feitas na própria folha de assinaturas, através do SIPAC, ou do Sistema Eletrônico de Informações (SEI) e neste caso a folha com a assinatura deve constar como anexo ao final da tese / dissertação.

Antonio Carlos de Souza Abboud, Ph.D. UFRRJ  
(Orientador)

Elen de Lima Aguiar Menezes, Drª. UFRRJ  
(Titular)

Margarida Goréte Ferreira do Carmo, Drª. UFRRJ  
(Titular)

Marcelo Perrone Ricalde, Dr. EMBRAPA Agrobiologia  
(Titular)

Alexandre José Ferreira Diniz, Dr. Esalq/USP  
(Titular)

*(Assinado digitalmente em 04/01/2021 17:03 )*  
ANTONIO CARLOS DE SOUZA ABOUD  
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR  
DeptFITO (12.28.01.00.00.00.32)  
Matricula: 1080064

*(Assinado digitalmente em 30/12/2020 11:51 )*  
ELEN DE LIMA AGUIAR MENEZES  
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR  
DeptEF (12.28.01.00.00.00.49)  
Matricula: 2223814

*(Assinado digitalmente em 30/12/2020 11:08 )*  
MARGARIDA GORETE FERREIRA DO CARMO  
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR  
PPGF (12.28.01.00.00.00.26)  
Matricula: 1213072

*(Assinado digitalmente em 20/01/2021 10:10 )*  
ALEXANDRE JOSÉ FERREIRA DINIZ  
ASSINANTE EXTERNO  
CPF: 054.803.676-41

*(Assinado digitalmente em 02/01/2021 15:23 )*  
MARCELO PERRONE RICARDE  
ASSINANTE EXTERNO  
CPF: 000.224.800-05

[https://sipac.ufrj.br/sipac/protocolo/documento/documento\\_visualizacao.jsf?idDoc=679599](https://sipac.ufrj.br/sipac/protocolo/documento/documento_visualizacao.jsf?idDoc=679599)

1/2

20/01/2021

[https://sipac.ufrj.br/sipac/protocolo/documento/documento\\_visualizacao.jsf?idDoc=679599](https://sipac.ufrj.br/sipac/protocolo/documento/documento_visualizacao.jsf?idDoc=679599)

Para verificar a autenticidade deste documento entre em  
<https://sipac.ufrj.br/public/documentos/index.jsp> informando seu número: **12**, ano:  
**2020**, tipo: **HOMOLOGAÇÃO DE TESE DE DOUTORADO**, data de emissão: **30/12/2020** e o  
código de verificação: **ab3bf4a0ff**

[https://sipac.ufrj.br/sipac/protocolo/documento/documento\\_visualizacao.jsf?idDoc=679599](https://sipac.ufrj.br/sipac/protocolo/documento/documento_visualizacao.jsf?idDoc=679599)

2/2