



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

FERNANDO TERUHIKO HATA

**CONSÓRCIO DE PLANTAS E ACAROFUNA ASSOCIADA
À PLANTAS ESPONTÂNEAS EM MORANGUEIRO**

Londrina
2017

FERNANDO TERUHIKO HATA

**CONSÓRCIO DE PLANTAS E ACAROFAUNA ASSOCIADA
À PLANTAS ESPONTÂNEAS EM MORANGUEIRO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina para a obtenção do título de doutor.

Orientador: Prof. Dr. Maurício Ursi Ventura.

Londrina
2017

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

Hata, Fernando Teruhiko .

Consórcio de plantas e acarofauna associada à plantas espontâneas em morangueiro / Fernando Teruhiko Hata. - Londrina, 2017.

81f.il.

Orientador: Maurício Ursi Ventura.

Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2017.

Inclui bibliografia.

1. Plantas companheiras - Tese. 2. Neopamera bilobata - Tese. 3. Ácaro predador - Tese. 4. Razão equivalente de terra - Tese. I. Ventura, Maurício Ursi . II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. III. Título.

FERNANDO TERUHIKO HATA

**CONSÓRCIO DE PLANTAS E ACAROFAUNA ASSOCIADA À
PLANTAS ESPONTÂNEAS EM MORANGUEIRO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina para a obtenção do título de doutor.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Maurício Ursi Ventura
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof. Dr. Adriano Thibes Hoshino
Universidade Norte do Paraná – Unopar

Prof. Dr. Ayres de Oliveira Menezes
Júnior
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof^a. Dr^a. Camilla de Andrade Pacheco
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Pesquisador Dr. Samuel Roggia
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária –
Embrapa Soja

Londrina, 20 de julho de 2017.

AGRADECIMENTOS

Sou grato primeiramente a Deus por todo o meu ser e pelas Graças concedidas,

Ao meu pai, Valcir Noboschide Hata; minha mãe, Yolanda Teruko Saito Hata e minha irmã, Vanessa Sayuri Hata, por serem a minha inspiração e base, por dar suporte, forças e incentivo em todos os processos da minha vida,

À minha esposa, amiga e companheira, Natalia Norika Yassunaka Hata, por ser minha inspiração, me incentivar e dar forças, por ser tão compreensiva e me fazer buscar sempre o melhor de mim,

Ao meu orientador Maurício Ursi Ventura, por sempre estar disponível e me incentivar a ser um ser humano, cidadão e profissional melhor,

Aos meus familiares, tias, tios, primos e primas, em especial às tias Setsuko e Toyoko Hata e família Yassunaka, pelo apoio e incentivo,

Aos professores Ayres de Oliveira Menezes Jr. e Amarildo Pasini pelas contribuições dadas ao trabalho durante o exame de qualificação,

Ao Engenheiro Agrônomo, Nilson Zacarias Bernabé Ferreira, pela colaboração e incentivo durante a realização do trabalho,

Aos agricultores, Adilson Gallo, Carminha, João Malvezi, Nelson e Sônia Tamura, Roberley e Sandra de Marialva e Eloi Müller, do distrito de Warta, por ceder parte da área de produção para realização dos experimentos e pelos conhecimentos e experiências compartilhados,

À Natália Hata, Vanessa Hata, Iara Muniz Camacho, Maria Tereza, Vinádio Lucas Béga, pela colaboração nas avaliações a campo,

Ao Prof. Gustavo Fregonezi, Davi Tramontina, “Bié”, “Irmão”, Angelo, Paiquerê por estar sempre de pronto para colaborar com os nossos trabalhos,

Ao Prof. Giliardi Dalazen, por auxiliar na correta identificação de espécie de planta espontânea,

À todas amigas e amigos, que além de tornarem o período de pós-graduação ainda mais agradável, promoveram meu crescimento pessoal e profissional,

Ao Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, por todo suporte dado durante a realização do trabalho,

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pela bolsa cedida durante o doutorado.

HATA, Fernando Teruhiko. **Consórcio de plantas e acarofauna associada à plantas espontâneas em morangueiro**. 2017. 81 f. Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2017.

RESUMO

O objetivo do trabalho foi avaliar o consórcio entre plantas e acarofauna associada a plantas espontâneas em morangueiro. Foram realizados três experimentos: Para o primeiro experimento, foi avaliado o consórcio de alho em três densidades de cultivo em bags, entre as plantas de morangueiro, para controle de *Neopamera bilobata*, em estufa de produção de morangueiro, no sistema suspenso e consórcio de cebolinha chinesa sob as estruturas de produção de morangueiro e controle de *N. bilobata*. Foi avaliado o número de adultos e ninfas de *N. bilobata* em frutos verdes e maduros de morangueiro. Para o experimento com alho, redução de até 64% na população de *N. bilobata* foi alcançada. Em experimento com cebolinha chinesa, redução de até 47% foi observada. O segundo experimento foi realizado em três locais: em estufa, fazenda experimental e área de produção comercial. Foi avaliado o efeito do cultivo consorciado com densidades de alho em meio ao cultivo de morangueiro por meio da produção total de frutos de morangos e índice de uso razão equivalente de terra (RET). Os consórcios de alho não influenciaram na produção de morangueiro. Em todas as densidades de alho, em todas as áreas de cultivo, a RET foi maior do que “1”. O terceiro trabalho foi realizado em cinco estufas de produção de morangueiro no sistema suspenso. Foi avaliada a comunidade de plantas espontâneas presente sob as estruturas de morangueiro cultivado em sistema suspenso e a fauna de ácaros sobre as espécies de plantas espontâneas. Foram avaliados: abundância, porcentagem de área que cada espécie vegetal ocupava e locais onde a espécie. Foram contabilizadas 51 espécies de plantas espontâneas, pertencentes a 22 famílias botânicas. Dentre as plantas espontâneas associadas aos ácaros predadores, as que obtiveram maior abundância foram: *Urochloa mutica* (Forssk.) T.Q. (139), *Commelina benghalensis* L. (72), *Capsicum* spp. L. (41) e *Petroselinum crispum* (Mill.) Nym (40). Os representantes de ácaros predadores em maior abundância foram: *Neoseiulus californicus* (McGregor) (8.94%), *Neoseiulus anonymus* (Chant & Baker) (8.86%), *Euseius citrifolius* (Denmark & Muma) (7.42%) e *Euseius concordis* (Chant) (3.18%), presente em 31.37, 7.84, 13.73, 23.53% dos hospedeiros, respectivamente. Associações entre plantas e ácaros foram analisadas e discutidas.

Palavras-chave: Plantas companheiras. *Neopamera bilobata*. Ácaro predador. Razão equivalente de terra. *Fragaria* x *ananassa*.

HATA, Fernando Teruhiko. **Intercropping studies and mitefauna associated with weeds in strawberry crops**. 2017. 81 p. PhD Thesis presented to Post-graduate Program in Agronomy – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2017.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the intercrop between plants and conservative biological control in strawberry and pest control and fruit production. Three studies were carried out: Garlic intercropping evaluation was carried out in three bags densities, among the strawberry plants, to control *Neopamera bilobata*, in a strawberry production plant with suspended system, during three cycles and a Chinese chives intercropping under the structures of strawberry production and control of *N. bilobata* in two greenhouses, during one cycle. The number of adults and nymphs of *N. bilobata* on green and mature strawberry fruits was evaluated. For the garlic experiment, up to 64% reduction in the *N. bilobata* population was achieved. In experiment with Chinese chives, up to 47% reduction was observed. For the second work, three experiments were carried out: in greenhouse, experimental farm, and commercial production area. The effect of intercropping with garlic densities on strawberry cultivation was evaluated through strawberry yield and land equivalent ratio (LER). Garlic intercrop did not influence strawberry production. At all densities of garlic in all production areas the LER was higher than 1. The third work was carried out in five greenhouses producing strawberry in the suspended system. The community of spontaneous plants presents under the structures of strawberry cultivated and the fauna of mites on the plant species in greenhouses were evaluated. It was evaluated abundance, percentage of area that each vegetal species occupied, and locals where the species. For mite fauna, in each spontaneous plant found, 20% of the plant material was collected and abundance, relative frequency and mite richness were evaluated. There were 51 species of spontaneous plants belonging to 22 botanical families. Among the spontaneous plants associated with predatory mites, the ones that obtained the greatest abundance were: *Urochloa mutica* (Forssk.) T.Q. (139), *Commelina benghalensis* L. (72), *Capsicum* spp. L. (41), and *Petroselinum crispum* (Mill.) Nym (40). The most important predators were: *Neoseiulus californicus* (McGregor) (8.94%), *Neoseiulus anonymus* (Chant & Baker) (8.86%), *Euseius citrifolius* (Denmark & Muma) (7.42%) and *Euseius concordis* 3.18%), present in 31.37, 7.84, 13.73, 23.53% of the hosts, respectively. Associations between plants and mites were analyzed and discussed.

Key words: Companion planting. *Neopamera bilobata*. Predatory mites. Land equivalent ratio. *Fragaria* x *ananassa*.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	9
2.1	CULTURA DO MORANGUEIRO	9
2.2	ARTRÓPODES DE IMPORTÂNCIA ECONÔMICA E NOVAS PRAGAS EM MORANGUEIRO	11
2.2.1	ÁCARO-RAJADO – <i>TETRANYCHUS URTICAE</i>	12
2.2.2	LAGARTA DA COROA DO MORANGUEIRO – <i>DUPONCHELIA FOVEALIS</i>	13
2.2.3	PERCEVEJO DOS FRUTOS DO MORANGUEIRO – <i>NEOPAMERA BILOBATA</i>	14
2.2.4	DROSÓFILA DA ASA MANCHADA - <i>DROSOPHILA SUZUKII</i>	15
2.2.5	OUTROS INSETOS DE IMPORTÂNCIA ECONÔMICA	17
2.3	CULTIVOS CONSORCIADOS DE HORTALIÇAS	17
2.3.1	CULTIVOS CONSORCIADOS DE HORTALIÇAS E AVALIAÇÃO DA PRODUTIVIDADE	19
2.3.2	CULTIVOS CONSORCIADOS E PRAGAS AGRÍCOLAS	21
2.4	CULTIVOS CONSORCIADOS E PRAGAS AGRÍCOLAS	23
3	ARTIGO 1. CHINESE CHIVES AND GARLIC IN INTERCROPPING IN STRAWBERRY GREENHOUSES FOR <i>NEOPAMERA BILOBATA</i> SAY (HEMIPTERA: RHYPAROCHROMIDAE) CONTROL	26
4	ARTIGO 2. CULTIVO CONSORCIADO DE MORANGUEIRO E ALHO PROMOVE USO EFICIENTE DO SOLO	39
5	ARTIGO 3. OCORRÊNCIA DE ÁCAROS PREDADORES EM PLANTAS ESPONTÂNEAS EM MORANGUEIRO NO SISTEMA SUSPENSO	51
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	68
	REFERÊNCIAS	70

1. INTRODUÇÃO

A prática da agricultura moderna é considerada instável ecologicamente. Em áreas agrícolas, observa-se vastas extensões ocupadas por somente uma espécie de planta. A grande maioria das plantas cultivadas é manejada sob monocultivos. Nestas condições, frequentemente se observa explosão na população de pragas e doenças, e se não forem utilizados métodos de controle, perdas econômicas ocorrerão. Nestes sistemas, a população de insetos e ácaros tende a crescer muito rapidamente. Além disso, o uso de agroquímicos não seletivos, faz com que populações de inimigos naturais presentes nas áreas sejam reduzidas, tornando o controle natural menos eficaz e o agroecossistema cada vez mais vulnerável, ou seja, menos resiliente.

Para agricultores orgânicos, uma simples troca de pacotes tecnológicos (agroquímicos, adubação sintética), por adubação orgânica pesada, ou agroquímicos naturais, não é o ideal. Os produtos naturais, geralmente, têm um tempo maior de resposta no controle de pragas e doenças. Além disso, uma adubação inadequada, tanto orgânica, quanto convencional, pode provocar desbalanço nutricional nas plantas, tornando estas mais vulneráveis ao ataque de pragas e doenças.

Alguns agricultores orgânicos e técnicos extensionistas costumam dizer: “é melhor prevenir do que remediar” (aplicação de produtos). Então, o foco deve ser dado na utilização de medidas preventivas ao invés de curativas. Uso racional da adubação, variedades resistentes, promoção da biodiversidade, tanto de plantas, quanto da microbiota do solo, são importantes ferramentas para a construção da resiliência do sistema de produção.

Visando atender estes princípios, estudos prévios testaram e evidenciaram que o cultivo intercalar de alho em morango diminuiu significativamente a incidência do ácaro-rajado, *Tetranychus urticae*. Seria importante estudar se o efeito sobre o ácaro-rajado também ocorre sobre outras pragas. Outra questão que surge, é qual o efeito da introdução do alho sobre a produção do morango, do próprio alho, e no uso eficiente do solo.

Estudou-se, então, primeiramente o efeito do consórcio com alho e associação com cebolinha chinesa, ambas Amaryllidaceae, sobre a incidência do percevejo do fruto do morango. Também foi avaliado o uso eficiente do solo no consórcio de morango com diferentes densidades de alho. Finalmente, foi avaliada a ocorrência de ácaros predadores e fitófagos em plantas espontâneas em morango suspenso como eventual possibilidade de se testar futuramente seu uso no controle biológico conservativo de ácaros fitófagos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CULTURA DO MORANGUEIRO

O morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duchesne) é uma planta da família Rosaceae, de porte herbáceo, perene, cuja parte comestível é formada pelo crescimento do receptáculo carnoso e suculento, constituindo um pseudofruto (FILGUEIRA, 2000). É considerado um alimento funcional, por possuir altas concentrações de compostos bioativos, como vitamina C, ácido fólico, compostos fenólicos e flavonóides, além de excelentes características sensoriais (CEREZO et al., 2010; BASU et al., 2014).

A cultura do morangueiro apresenta grande importância socioeconômica em diversos municípios brasileiros. Seu cultivo exige cerca de 20 equivalentes-homem por hectare, pode proporcionar até 50 mil reais de receita, por hectare/ano ao agricultor, e por isso, apresenta alto retorno monetário em pequenas áreas (CARVALHO et al., 2014).

A produção nacional de morangos é estimada em 128 mil toneladas, em uma área de 3573 hectares, sendo que os principais estados produtores são Minas Gerais, Paraná, Rio Grande do Sul, São Paulo e Espírito Santo (EMATER-MG, 2012). No Paraná, o cultivo de morangueiro ocupa uma área de 697 hectares, com produção de aproximadamente 20 mil toneladas e produtividade de cerca de 800 gramas por planta (ANDRADE, 2015). As principais regiões produtoras são: São José dos Pinhais, Jaboti, Araucária e Pinhalão (SEAB/EMATER-PR, 2012).

No Brasil, a produção de morangueiro é predominantemente realizada no sistema convencional, com uso de fertirrigação mineral e em canteiros sobre o solo, com cobertura plástica (CARVALHO et al., 2014). Entretanto, novas tecnologias, como o cultivo suspenso (ou também chamado cultivo “sem solo” no qual as plantas são cultivadas em “bags” suspensos em estruturas de madeira), sistemas orgânico e de produção integrada têm ganhado cada vez mais adeptos.

As principais vantagens no cultivo suspenso são: possibilidade de produção durante o ano todo (com cultivares insensíveis ao fotoperíodo), redução em doenças, proteção contra efeitos de chuva e maior ventilação e ergonomia para o produtor, resultando em menor esforço e maior facilidade de realização das práticas culturais, como colheita, entre outros (GONÇALVES et al., 2016). Apesar do morango ser uma planta perene, ela é cultivada anualmente em cultivos em canteiros, por apresentar problemas fitossanitários que impossibilitam a cultura de continuar a produção após término do ciclo produtivo (RONQUE, 1998). Entretanto, com cultivo protegido, em sistema suspenso, devido aos benefícios já citados, os agricultores têm conseguido realizar o cultivo de morangueiro por mais de um ciclo produtivo (GALINA, ILHA e PAGNONCELLI, 2013). Na região de Marialva – PR, existem agricultores no terceiro ano de produção, com as mesmas mudas.

O morangueiro possui características botânicas que favorecem o acúmulo de resíduos de agroquímicos (DAROLT, 2008). As principais características são apresentar pseudofruto em diferentes estágios (maduros, verdes e em formação) na mesma planta e o pseudofruto não possuir casca. Por isso, dificulta-se o respeito ao período de carência a agroquímicos (DAROLT, 2008). Então, são necessárias medidas para evitar esse problema. Uma destas é não utilizar agroquímicos e com isso cresce o interesse em transição para os sistemas orgânicos de produção.

As técnicas de cultivo na agricultura orgânica têm evoluído muito nos últimos anos. A socialização do conhecimento prático dos agricultores, por meio de encontros, congressos e até mesmo em rodas de conversa entre eles; e pesquisas científicas, têm contribuído muito para o

avanço tecnológico no manejo orgânico. Como resultado deste conhecimento gerado, a produção orgânica é hoje uma realidade incontestável, que cresce a cada ano. Entre 2014 e 2015 o crescimento, no Brasil, foi de 25%, na comercialização de produtos de origem orgânica (ORGANICSNET, 2016).

Em se tratando de morangueiro orgânico, a produtividade média, em geral, é menor do que em sistemas convencionais, e este é um dos principais fatores que os agricultores optem por continuar utilizando fontes sintéticas para a produção de morangos (DAROLT, 2008).

Com uso do sistema suspenso em cultivo protegido as doenças tendem a ser reduzidas. Entretanto, problemas com altas populações de ácaros podem fazer com que a produtividade seja reduzida. Novas pragas podem surgir com a mudança do sistema produtivo. Com isso tudo, são necessárias mais pesquisas para aumento na produtividade do morangueiro no sistema orgânico, para que se torne mais atrativo aos olhos de agricultores.

2.2 ARTRÓPODES DE IMPORTÂNCIA ECONÔMICA E NOVAS PRAGAS EM MORANGUEIRO

Para a cultura do morangueiro, as principais pragas são o ácaro-rajado (*Tetranychus urticae* Koch) (Acari: Tetranychidae), ácaro do enfezamento - *Phytonemus pallidus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae), tripes (*Frankliniella occidentalis* Pergande), formigas (*Solenopsis* sp.), geralmente associadas a pulgões de raízes - *Aphis forbesi* (Weed) e pulgão verde do morangueiro - *Chaetosiphon fragaefolii* (Cockerell), que é vetor de virose para o morangueiro (CÉDOLA e GRECO, 2010; RONQUE, 2010; BERNARDI et al., 2015).

Pragas secundárias, como lagartas do complexo *Spodoptera* spp., que causam desfolhas têm causado injúrias em morangueiros da região de Marialva; entretanto, os agricultores têm realizado seu controle, sem maiores problemas. O percevejo marrom, *Euschistus heros* (Fabricius, 1798), tem sido relato em altas populações associadas ao pseudofruto do morangueiro. Esses insetos são observados, principalmente, após época de colheita de soja na região.

Além destes insetos-praga mais comumente encontrados em cultivos de morangueiro, o surgimento de três espécies de insetos têm merecido atenção especial, como pragas: *Drosophila suzukii* (Matsumura) (Diptera: Drosophilidae) (DEPRÁ et al., 2014); Lagarta da coroa do morangueiro, *Duponchelia fovealis* (Zeller) (Lepidoptera: Crambidae) (ZAWADNEAK et al., 2016) e Percevejo dos frutos, *Neopamera bilobata* Say (Hemiptera: Rhyparochromidae) (KUHN et al., 2014).

2.2.1. Ácaro-rajado – *Tetranychus urticae*

O ácaro-rajado é uma das principais pragas no morangueiro ao redor do mundo. É observado em maiores populações em lavouras de morangueiro a partir do mês de agosto, na região norte do Paraná (RONQUE, 2010). Apresentam coloração esverdeada ou laranjada e sua principal característica para identificação visual é um par de manchas escuras, no dorso do ácaro. Esta espécie possui ampla abrangência de hospedeiros, mais de 1100 espécies vegetais, pertencentes a mais de 140 famílias (GRBIC et al., 2011). Assim, é um dos mais importantes ácaros fitófagos no mundo (MORAES e FLECHTMANN, 2008).

O ciclo de vida deste ácaro varia de acordo com a temperatura, no geral, há redução do ciclo com aumento da temperatura: entre 8 e 12 dias a 30°C, e 17 dias a 20°C (CAPINERA, 2008). A reprodução pode ser sexuada ou assexuada, por partenogênese arrenótoca, onde a fêmea não fecundada origina machos. Os ovos são depositados sobre as teias ou diretamente sobre a folha, são de formato arredondado e a média de postura de uma fêmea é de 10 ovos por dia, a 25°C (ZHANG, 2003; MORAES e FLECHTMANN, 2008; BERNARDI et al., 2015).

O ácaro-rajado coloniza os folíolos de morangueiro principalmente na sua face inferior, causando, inicialmente pontos amarelados, evoluindo para manchas difusas de mesma coloração e posterior morte dos folíolos (BERNARDI et al., 2015). Seu ataque, mesmo com populações baixas (5 ácaros/cm²), pode causar redução na assimilação de CO₂ em cerca de 26%;

em altas populações (15 ácaros/cm²), a redução na assimilação de CO₂ chega a 60% (SANCES et al., 1979).

Quando as folhas ficam velhas, ou muito danificadas devido ao ataque do ácaro-rajado, a tendência é o deslocamento para folhas menos danificadas ou para plantas próximas. O caminhamento é a principal forma de dispersão a curtas distâncias (MORAES e FLECHTMANN, 2008). Em altas populações é formada massa de teias sobre as folhas mais altas do dossel da planta, o que facilita a dispersão a longas distâncias, pelo vento, ou pelo contato com homem e seus instrumentos de trabalho (MORAES e FLECHTMANN, 2008).

2.2.2. Lagarta da coroa do morangueiro – *Duponchelia fovealis*

A lagarta da coroa do morangueiro é um inseto polífago, com relato em 38 famílias botânicas, entre elas, solanaceae, euphorbiaceae, asteraceae e poaceae (BRAMBILA; STOCKS, 2010). As lagartas possuem coloração que variam entre o branco-creme a marrom-claro e medem 2-3cm, no último ínstar (BERNARDI et al., 2015). O adulto possui hábito noturno e coloração marrom-claro, com listras amarelas transversais; quando em repouso, o abdomen volta-se para cima, quase a um ângulo de 90° (BERNARDI et al., 2015; ZAWADNEAK et al., 2016). O ciclo de vida, entre ovo-adulto, é de cerca de 54 dias, a fêmea possui período de ovoposição, em média, de 16 dias e realiza a postura de 10 ovos por dia, a 25°C (BERNARDI et al., 2015).

Esta lagarta é nativa da região mediterrânea da europa e ilhas Canários (BRAMBILA; STOCKS, 2010). Atualmente, apresenta-se amplamente distribuída, principalmente, em países da Europa, Oriente-médio e África (BRAMBILA; STOCKS, 2010). O primeiro relato na América do Sul, foi realizado em 2010, no Brasil, em plantações de morangueiro do estado do Paraná (ZAWADNEAK et al., 2016). Os sintomas do seu ataque surgem em folhas, flores e frutos danificadas pela alimentação, mas a principal injúria ocorre na coroa da planta de morangueiro, uma vez que danifica o caule e

meristema apical, reduzindo o vigor da planta, provocando murcha generalizada e até a morte da planta (BERNARDI et al., 2015).

Juntamente com o primeiro relato, foram observados os seguintes agentes de controle biológico associados a *D. fovealis*: *Apanteles* sp. (Hymenoptera: Braconidae), *Hyaliodoris insignis* (Heteroptera: Miridae), predando ovos da lagarta e o fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana*, infectando lagartas (ZAWADNEAK et al., 2016). Outra espécie de Hymenoptera, *Campoletis rapax* (Gravenhorst, 1829) Hymenoptera: Ichneumonidae), foi observada parasitando larvas e pupas de *D. fovealis* em morangueiros na Turquia (EFIL; ÖZGÜR; EFIL, 2014).

2.2.3. Percevejo dos frutos do morangueiro – *Neopamera bilobata*

O percevejo dos frutos *N. bilobata* é um inseto políforo que se alimenta de sementes de dicotiledôneas, sendo o morangueiro a sua planta preferencial (HENRY, DELLAPÉ, DE PAULA, 2015). São encontrados em serrapilheira, onde, provavelmente, realizam ovoposição (WHEELER JR., 2016), no entanto, ao contrário de outros percevejos da tribo Myodochini, possui hábito de subir para a parte aérea da planta (HENRY, DELLAPÉ, DE PAULA, 2015). Em morangueiro, *N. bilobata* pode realizar postura em sépalas (KUHN et al., 2012). Se alimentam, principalmente, de aquênios, causando imperfeições aos pseudofrutos de morangueiro e sintomas conhecidos como *catfacing* (BERNARDI et al., 2015), fazendo com que fiquem inviáveis para comercialização. Os adultos, quando alimentados em frutos verdes de morangueiro tem maior viabilidade do que alimentados com frutos maduros, completando seu ciclo biológico em ambos os substratos; por outro lado, quando alimentados com folhas ou flores não alcançam a fase adulta (KUHN et al., 2014).

Os primeiros relatos sobre *N. bilobata* provocando injúrias em morangueiro foram realizados no estado da Florida, Estados Unidos (MCATEE, 1927; WILSON, 1938). No Brasil, seu primeiro relato em altas populações na cultura do morangueiro ocorreu em trabalho realizado por Kuhn et al., (2014).

No México, *N. bilobata* foi relatado em cultivo de morangueiro, representando 22% do total de hemípteros capturados, em três localidades deste país (GALLARDO-GRANADOS et al., 2016). Neste estudo, foi verificada maior população de *N. bilobata* em cultivo a céu aberto, do que em túnel baixo, e temperaturas acima de 20°C favoreceram o seu aparecimento em coletas.

O ciclo de vida de *N. bilobata* dura 42 dias (ovo-adulto) e uma fêmea pode realizar a postura de um total de 320 ovos (BERNARDI et al., 2015). Relato realizado na Costa Rica, demonstra que as fêmeas alimentadas com sementes de girassol (*Helianthus annuus* L.) e de figo (*Ficus padifolia* Kunth) vivem entre 76-79 dias e realizam a postura de 2,2 ovos/dia, em média (RODRIGUEZ S, 1998).

Este percevejo têm sido relatado em diversas áreas produtoras de morango no estado do Paraná. Os produtores relatam maior densidade populacional nos períodos mais quentes do ano (Setembro-Janeiro), muitas vezes coincidindo com elevação na incidência de *catfacing*. Por ser um inseto-praga novo no país, ainda não há registro de produtos fitossanitários para seu controle. Existem observações, por parte de agricultores e pesquisadores, de que o óleo de nim não proporciona controle adequado para este inseto. Este fato pode ser explicado por seu hábito de, às vezes, se esconder na coroa da planta, próximo ao solo. Então, a busca por métodos alternativos é necessário para que seja reduzido os danos econômicos provocados por este inseto, recém observado em áreas de produção de morango.

2.2.4. Drosófila da asa manchada - *Drosophila suzukii*

D. suzukii ou drosófila da asa manchada, *spotted wing drosophila* (SWD), em inglês, é uma praga exótica, descrita pela primeira vez no Japão, e que recentemente foi relatada no Brasil (DEPRÁ et al., 2014). No estado do Paraná, o primeiro relato ocorreu em 2014, nos municípios de União da Vitória e Porto Vitória, em cerejeira - *Eugenia involucrata* DC. e ameixeira amarela - *Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl. (GEISLER et al., 2015). Em março de 2016, foi relatada causando injúrias em pseudofrutos de morangueiro, no

estado de Minas Gerais, maior região produtora deste pseudofruto no Brasil, o que eleva a preocupação sobre medidas de controle a este inseto invasivo em cultivos desta pequena fruta (ANDREAZZA et al., 2016). Em estudo realizado com sete frutas, pertencente ao grupo dos *berries*, a *D. suzukii* apresentou alta preferência por pseudofrutos de morangueiro, sendo a segunda fruta com maior potencial hospedeiro, atrás de *raspberry* (BELLAMY, et al., 2013).

A *D. suzukii* apresenta ampla faixa de hospedeiros, com preferência para frutos de casca macia (CINI; IORIATTI e ANFORA, 2012). Segundo revisão de literatura, baseada em estudos realizados a campo, com plantas ornamentais e não comerciais, este díptera provoca danos em 61 espécies, pertencentes a 18 famílias botânicas (LEE et al., 2015). Este estudo demonstra a importância da identificação de hospedeiros alternativos, comumente encontrados próximos a ambientes agrícolas.

O ciclo de vida desta drosófila, de ovo a adulto, é de 11 dias e a fêmea realiza postura de 635 ovos, em média (BERNARDI et al., 2015). A temperatura ótima para seu desenvolvimento é de 28,2°C e temperaturas acima de 30,9°C inibiram eclosão de adultos, temperaturas acima de 31,6°C inibiram a formação de pupas (RYAN et al., 2016). Segundo modelos de previsão do potencial de expansão geográfica da *D. suzukii*, realizado para o Brasil, o país apresenta 11% da área com clima muito favorável ao seu desenvolvimento, o Paraná apresenta 82% de seu território com condições muito favoráveis ao estabelecimento desta praga (BENITO; LOPES-DA-SILVA e DOS SANTOS, 2016).

Quando se trata do comportamento alimentar de moscas do gênero *Drosophila*, não era esperado que pudessem causar danos econômico em frutos, pois espécimes deste gênero são atraídos por frutos em estágio de apodrecimento, ao contrário da *D. suzukii*, que prefere frutos ainda ligados a planta ou recentemente caídos sobre o solo (MITSUI; TAKAHASHI e KIMURA, 2006). Outro fator que chama a atenção é o ovopositor com aparato serrilhado, que permite a esta espécie provocar danos econômicos severos a frutos, servindo como “porta de entrada” para patógenos, aumentando a velocidade de deterioração dos frutos (ATALLAH, et al., 2014).

2.2.5. Outros insetos de importância econômica

Outros insetos possuem maior importância econômica, dependendo da região de cultivo do morangueiro. Os tripses (*F. occidentalis*) são insetos altamente polívoros, possuem asas franjadas, que medem entre 0,9 e 1,4mm de comprimento (BERNARDI et al., 2015). As fêmeas realizam postura de média de 70 ovos e o ciclo de vida de ovo a adulto é de 15 dias, alimentando-se de flor e 13 dias alimentando-se de folíolos, a 25°C (NONDILLO et al., 2009; BERNARDI et al., 2015). Durante muitos anos, sintomas de malformação de pseudofrutos de morangueiros foram atribuídos ao ataque de tripses. No entanto, estudo realizado em condições controladas indicaram que não foi verificada essa relação, a injúria causada por este inseto é caracterizada pelo bronzeamento do pseudofruto (NONDILLO et al., 2010).

O pulgão verde do morangueiro é um inseto da família dos afídeos, mede cerca de 3 mm de comprimento, possuem coloração amarelada, levemente esverdeada e a antena alongada (BERNARDI et al., 2015). O ciclo de vida depende da variedade de morangueiro, variando entre, em média, 8,73 (Camino Real) a 11,12 dias (Aromas), a 25°C (BERNARDI et al., 2012). Possuem hábito de colonizar a face inferior da folha de morangueiro, onde realizam a sucção da seiva. Outro dano ocorre pela a formação de fumagina, que se desenvolve em presença de substância açucarada, liberada pelo pulgão sobre as folhas. Esta espécie de pulgão pode atuar na transmissão de vírus: vírus da clorose marginal do morangueiro, vírus do encrespamento do morangueiro, vírus mosquado e vírus da faixa das nervuras do morangueiro (CÉDOLA; GRECO, 2010; BERNARDI et al., 2015).

2.3 CULTIVOS CONSORCIADOS DE HORTALIÇAS

Os cultivos agrícolas são realizados, em sua grande maioria, com monocultivo, por promover maior facilidade de realização de tratamentos culturais, entre outros motivos. Entretanto, com esta concentração de recursos, há maior incidência de doenças e pragas, o que pode reduzir a produtividade

destas plantas. Por outro lado, práticas como o policultivo ou cultivos consorciados trazem maior estabilidade ao agroecossistema, reduzindo riscos fitossanitários e, inclusive, com a possibilidade de incrementar a renda do agricultor. O cultivo consorciado é definido como o cultivo de duas ou mais plantas, simultaneamente, que interagem entre si biologicamente e agronomicamente (VANDERMEER, 1989). A partir destas interações, as plantas podem servir como companheiras ou antagônicas. No primeiro caso, uma planta auxilia no desenvolvimento da outra. No segundo, ocorre o oposto.

O cultivo consorciado mais difundido e importante para a América Latina é denominado três irmãos. É um policultivo onde abóbora (*Cucurbita* spp.), feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e milho (*Zea mays* L.) são cultivadas simultaneamente, o milho serve como suporte para o crescimento do feijão, e a abóbora faz papel de cobertura viva do solo. Possui importância fundamental no processo de domesticação de espécies alimentícias para esta região e é considerado um dos pontos de origem da agricultura no mundo (GEPTS, 2004; LANDON, 2008).

Sistemas de cultivo consorciados são apropriados, principalmente, para pequenos agricultores, onde o cultivo de hortaliças é sua principal fonte de renda, pois há uma infinidade de combinações entre cultivos a ser realizada, para melhor aproveitamento de sua área de cultivo. É, também, uma excelente opção para agricultores orgânicos. Segundo estudo, a agricultura orgânica proporciona maiores benefícios para o meio ambiente e ser humano, como redução na emissão de gases e lixiviação de nitrogênio e fósforo no solo. Entretanto, por apresentar, no geral, em países em desenvolvimento, menor uso eficiente do solo (em média, a produtividade em sistemas orgânicos são 8-25% menores do que convencional), esses benefícios são reduzidos ou mesmo inexistente (REGANOLD e WACHTER, 2016). Diversos estudos demonstram que o cultivo consorciado proporciona uso mais eficiente do solo (COSTA et al., 2007; ANJUM, et al., 2015; ISLAM, et al., 2016; KOEFENDER, et al., 2016). Então, o cultivo consorciado pode ser uma oportunidade para reverter essa situação negativa que pode ocorrer em produção orgânica. Estudos com novos desenhos de policultivos e interação

positiva entre os cultivos são necessários para que este objetivo seja alcançado.

2.3.1. CULTIVOS CONSORCIADOS DE HORTALIÇAS E AVALIAÇÃO DA PRODUTIVIDADE

Consórcios entre hortaliças são muito comuns. Por serem cultivadas majoritariamente em pequenas áreas, agricultores tendem a aproveitar ao máximo o local de cultivo. Com isso surgem diversas combinações de cultivo. Pela plasticidade do crescimento das hortaliças, muitas vezes as plantas em cultivo consorciado desenvolvem-se bem. Entretanto, é muito importante estudos para avaliar os efeitos sobre produtividade, uma vez que, por exemplo, o sombreamento de uma espécie vegetal pode prejudicar o desenvolvimento da outra. Beterrabas cultivadas em ambiente sombreado apresentaram sintomas de estiolamento e a massa de raiz tuberosa foi reduzida em 30% (TULLIO et al., 2013). Provavelmente, a planta priorizou o desenvolvimento da parte aérea, para explorar melhor a radiação solar, em detrimento da formação de reserva em raiz tuberosa, que é a parte vegetal de interesse comercial.

Com a crescente utilização de cultivos consorciados, surgiu a necessidade de avaliar a eficiência do seu uso. Dois dos principais índices utilizados são a razão equivalente de terra e a razão de competição. A avaliação do parâmetro razão equivalente de terra (RET) nos revela a eficiência biológica no uso do solo em cultivo consorciado (MEAD e WILLEY, 1980). Para o cálculo deste índice utiliza-se a seguinte fórmula: $RET_{Total} = RET(d) + RET(f)$, onde $RET = \frac{Produção(g) \text{ em cultivo consorciado}}{Produção \text{ em cultivo solteiro}}$; d = espécie 1 e f = espécie 2. Quanto maior o valor deste índice, maior a eficiência.

O cálculo da Razão de competição (RC) avalia o grau de competição entre as plantas em um consórcio, sendo que valores acima de um demonstram que esta espécie é dominante, comparada a outra (WILLEY e RAO, 1980). Para o cálculo deste índice utiliza-se a seguinte fórmula: $RC_f = \left[\frac{Y_{fd}/Y_f}{Y_{df}/Y_d} \right] \times \left(\frac{Z_{df}}{Z_{fd}} \right)$ ou $RC_d = \left[\frac{Y_{df}/Y_d}{Y_{fd}/Y_f} \right] \times \left(\frac{Z_{fd}}{Z_{df}} \right)$, onde

Y_{fd} = produção da planta f consorciada com d ; Y_f = produção da cultura f em monocultivo; Y_{df} = produção da planta d consorciada com f , Y_d = produção da cultura d em monocultivo, Z_{df} = frequência de espécies f em consórcio com d ; Z_{fd} = frequência de espécies d em consórcio com f .

Em geral, os cultivos consorciados proporcionam maior eficiência na utilização do solo. Estudos com ervilhas em consórcio com alho, couve-flor ou nabo promoveram índices de RET maiores que um, sendo 1,29; 1,09 e 1,32 para alho, couve-flor e nabo, respectivamente (ANJUM et al., 2015). Neste estudo o cultivo de alho apresentou menor índice de RC (0,36), comparado ao cultivo de ervilha/couve-flor (1,81) e ervilha/nabo (1,18). Em três anos de experimentos, o cultivo consorciado de couve-flor com alface comum, alface romana, cebola, feijão ou rabanete apresentaram índices de RET maiores que um em todas as avaliações (YILDIRIM e GUVENC, 2005). Policultivos de pimentão com alface, rabanete, repolho ou rúcula em consórcio duplo (pimentão + alface, pimentão + rabanete, pimentão + repolho ou pimentão + rúcula) ou triplo (pimentão + alface + rabanete, pimentão + repolho + alface, pimentão + repolho + rúcula, pimentão + repolho + rabanete, pimentão + rúcula + alface ou pimentão + rúcula + rabanete), em todas as combinações, apresentaram índices maiores que um para RET (REZENDE et al., 2006). Entretanto, existem combinações que não são adequadas, como cultivo de couve em consórcio com pimenta, onde foram observados valores de 0,82 e 0,91 para a RET, em dois ciclos de experimentos (MUTIGA; GOHOLE e AUMA, 2011).

O consórcio de plantas da família das Amaryllidaceae são de grande interesse, pois suas folhas são eretas e proporcionam menor competição por luz com outras espécies. Cultivo de berinjela com alho em diferentes densidades proporcionaram altos índices de RET, com números maiores que dois, exceto na menor densidade de cultivo do alho (ISLAM et al., 2016). O consórcio entre alface e cebola também demonstrou valores de RET superiores a um, entre 1,84 e 1,89; além disso, os parâmetros produtivos diâmetro da cabeça, massa fresca e número de folhas de alface não foram alterados (KOEFEENDER et al., 2016). Em consórcio com cebola, as plantas de

morangueiro obtiveram produções de 405 e 386 g de pseudofrutos por planta, para primeiro e segundo ciclos, respectivamente (KARLIDAG e YILDIRIM, 2009). Ainda sobre este estudo, foram relatados valores de RET acima de 1,90 para o consórcio de morangueiro com cebola.

2.3.2. CULTIVOS CONSORCIADOS E PRAGAS AGRÍCOLAS

Em sistemas de cultivos consorciados, as plantas podem assumir diferentes papéis para o manejo das pragas, prestando serviços ambientais, fundamentais para redução de custos na produção agrícola. Pelo aumento da biodiversidade, as plantas consorciadas podem atuar como barreira física ou dificultar o encontro, camuflando a planta de preferência do artrópode praga (ALTIERI e NICHOLLS, 1999). Além disso, as plantas podem fornecer complemento na alimentação de inimigos naturais, como presas alternativas, pólen ou nectários florais ou extraflorais (STARÝ e PIKE, 1999; FREITAS; SCHIFINO-WITTMANN e PAIM, 2001).

As plantas estão continuamente a liberar compostos orgânicos voláteis (COV) por meio de seus tecidos e muitos desses sinais químicos possuem função na comunicação inter e intraespecífica. A maioria dos COVs são substâncias derivadas de ácidos graxos e terpenos, alguns destes compostos possuem sinalização específica para determinada espécie vegetal ou animal, e podem atuar tanto para atração de polinizadores, quanto inimigos naturais, como resposta a alguma injúria ou repelindo artrópodes pragas (PICHERSKY e GERSHENZON, 2002; PICKETT et al., 2014).

Sobre estudos com consórcio e efeitos a artrópodes pragas, plantas da família das Amaryllidaceae merecem destaque. O consórcio de alho - *Allium sativum* L. reduziu em até 65% a população de ácaro-rajado em folhas de morangueiro (HATA et al., 2016). Neste estudo, foi verificada baixa população deste ácaro em folhas de alho, o que torna seu uso interessante para o consórcio, por não ser hospedeiro adequado, além de proporcionar retorno econômico, pela comercialização de bulbos. Neste estudo, os cultivos de cebolinha ou funcho também apresentaram redução na população do ácaro,

mas somente em uma data de avaliação.

Cultivo consorciado de cebola (*Allium cepa* L.) reduziu a população de *Bemisia tabaci* Gennadius, *Brevicoryne brassicae* L. e *Hellula undalis* Fabricius, em repolho, além disso, danos a suas folhas e cabeça foram reduzidos com o consórcio (BAIDOO; MOCHIAH e APUSIGA, 2012). Experimentos com diferentes desenhos de consórcios são importantes para potencializar o efeito repelente de plantas aromáticas. Estudo realizado em Moçambique demonstra que o cultivo de linhas intercaladas de cebola em meio às linhas de alface reduzem injúrias causados pela lagarta *Agrotis ipsilon* (Hufnagel) a esta cultura (SULVAI; CHAÚQUE e MACUVELE, 2016). Entretanto, o cultivo de plantas de cebolas ao redor de uma linha de alface proporciona redução ainda maior de injúrias causadas por esta lagarta.

Os consórcios de alho ou cebola proporcionaram redução nas populações de pulgões, em cultivo de mostarda - *Brassica rapa* L. (SARKER, RAHMAN e DAS, 2007; NOMAN et al., 2013) e de ácaro vermelho (*Tetranychus evansi* Baker e Pritchard), em tomateiro (MTAMBO e ZELEDON, 2000). Nos estudos realizados com mostarda, o cultivo consorciado proporcionou maior retorno econômico, pela comercialização das duas espécies, o que demonstra que estes sistemas de cultivos possuem benefícios na redução de pragas e aumento na diversidade de produtos para comercialização.

A densidade de cultivo e proximidade entre as plantas aromáticas, que possuem atividade repelente, e as plantas hospedeiras da praga são determinantes para o sucesso no seu manejo. A infestação de pulgão *Myzus persicae* (Sulzer) em pimenta foi significativamente reduzida com plantas de alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.) cultivadas em vasos a 0,50 m de distância da pimenta, por outro lado, com o aumento da distância (1,5 e 2,5 m) o efeito foi drasticamente reduzido, sendo que na maior distância não foi verificada efetividade dos COVs liberados pelo alecrim contra o pulgão (ISSA; GAUTIER, GOMEZ, 2016).

2.4 CONTROLE BIOLÓGICO CONSERVATIVO COM ÁCAROS PREDADORES

Com o intuito de reduzir ou evitar o uso de defensivos, pode-se utilizar agentes de controle biológico para manejo das pragas. Até o presente momento, os predadores são os agentes de controle biológico aplicado com maior importância para controle de tetraniquídeos. No Brasil, o controle biológico de ácaro-rajado é realizado principalmente com a liberação massal de ácaros predadores das espécies *Phytoseiulus macropilis* (Banks) e *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae) (BERNARDI et al., 2015).

Em estudo conduzido no Rio Grande do Sul, as espécies *P. macropilis*, *N. californicus* e *Typhlodromalus aripo* (De Leon) foram os ácaros predadores que estiveram presentes em maior abundância sobre as folhas de morangueiros (FERLA, MARCHETTI e GONÇALVES, 2007). O predador *P. macropilis* apresenta alto potencial para o controle do ácaro-rajado. Foi observada correlação positiva entre o aumento no número de presas (ácaro-rajado) e o consumo diário por este predador. Além disso, o aumento no número de presas consumidas aumentou a postura de ovos de fêmeas do predador (FERLA et al., 2011).

Estudos no sentido de melhorar o estabelecimento de ácaros predadores, após sua liberação na área de cultivo, são muito importantes para o manejo do ácaro-rajado, principalmente no início da infestação, quando sua população ainda está baixa. Espécies de ácaros predadores, do tipo generalista, podem alimentar-se de pólen, ovos de insetos, exsudados de plantas ou honeydew, como complemento, ou na falta de ácaros, e apresentam diversos estilos de vida, podendo sobreviver sobre plantas ou no solo (MCMUTRY e CROFT 1997; MCMUTRY et al., 2013). A preservação da vegetação ou cultivo de determinadas espécies vegetais podem garantir o fornecimento destes alimentos alternativos para os predadores. Com isso, a determinação de espécies vegetais cujo potencial em fornecer fonte de alimentos adequada é crucial para o controle biológico conservativo.

Em estudo de revisão de literatura, que avaliou dados de 62 artigos, não foi encontrada evidência consistente sobre a relação entre

aumento da diversidade de plantas e aumento na população de inimigos naturais, com redução de pragas ou aumento na produtividade (POVEDA et al., 2008). Apesar do aumento no número de espécies vegetais, muitas destas não apresentam benefícios para a manutenção dos inimigos naturais. Por isso, é importante a realização de estudos para a seleção de plantas-chave, com potencial de oferecer alimento alternativo, abrigo e microclima favorável para o desenvolvimento de inimigos naturais, que não seja invasiva e que promovam relações ecológicas positivas, para a supressão de pragas (LANDIS et al 2000; POVEDA et al., 2008).

Neste sentido, estudo demonstra que as plantas espontâneas *Convolvulus arvensis*, *Galega officinalis* e *Lamium amplexicaule* podem contribuir na persistência de *Neoseiulus californicus*, uma vez que este predador pode completar o ciclo de desenvolvimento alimentando-se do pólen destas plantas (OTTAVIANO et al., 2015). Entretanto, neste estudo foi demonstrado que a fecundidade das fêmeas do ácaro predador foi nula quando a fonte de alimento foi exclusivamente de pólen. Maior diversidade de ácaros predadores foi observada em *Richardia* sp., *Agerantum conyzoides* L. e *Sonchus oleraceus* L., plantas espontâneas encontradas associadas à cultura do morangueiro (FERLA et al., 2007).

Determinadas espécies de plantas possuem estruturas denominadas domácias na face inferior das folhas. Essas estruturas são formadas por cavidades ou massa de tricomas, localizadas próximas a nervuras das folhas e podem servir de abrigo (MATOS et al., 2006) e local para realização de ovoposição de ácaros (XIAO et al., 2012).

Espécies que possuem estas estruturas apresentam grande potencial para uso em cultivo consorciado ou para serem mantidas próximas à área de cultivo, para fornecer abrigo aos inimigos naturais. Estudos revelam que a espécie de ácaro predador *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot consegue permanecer em pimenta ornamental, provavelmente, se alimentam de grãos de pólen, e a sua presença está relacionadas a domácia, em folhas destas plantas (XIAO et al., 2012; AVERY et al., 2014). O potencial de manutenção da população de *Amblyseius californicus* McGregor foi avaliado em oito plantas,

dentre elas, somente em videira americana (*Vitis riparia* Michx) e folhado-comum (*Viburnum tinus* L.) foi observada baixa população de ácaro-rajado e alta população do ácaro predador (PAROLIN et al., 2013). Somente nestas duas plantas foi observada presença de domácias, o que sugere que sua presença está correlacionada com a do predador.

3. ARTIGO 1

CHINESE CHIVES AND GARLIC IN INTERCROPPING IN STRAWBERRY GREENHOUSES FOR *NEOPAMERA BILOBATA* SAY (HEMIPTERA: RHYPAROCHROMIDAE) CONTROL

ABSTRACT

Strawberry is affected by several pests and diseases. *Neopamera bilobata* is an emerging pest that has been reported by several strawberry growers, usually associated with catfacing symptoms in fruits. We evaluated intercropping garlic or Chinese chives on *N. bilobata* populations on strawberry crops grown in greenhouses in two experiments. In the first experiment, we evaluated *N. bilobata* populations on strawberry intercropping with garlic plants (three densities: 8, 16, 24 GP - garlic plant per plot) on the bags by taking twelve samples from December 2015 to April 2017. *N. bilobata* populations on strawberry were also assessed when Chinese chives were grown under the suspended wooden structures in which strawberry plants are grown ("undercropping") (fourteen samples), in two greenhouses, from November 2016 to March 2017. The number of nymphs and adults on fourteen randomly selected fruits per plot were assessed. During the garlic intercropping experiment, the treatments of three densities of garlic reduced *N. bilobata* populations; however, the 24 GP treatment caused a greater reduction than the 8 GP treatment. Garlic densities reduced *N. bilobata* populations by 34.64, 50.00, and 63.64% for the 8, 16, and 24 GP treatments, respectively. Chinese chives cultivated under the structures reduced *N. bilobata* populations by 47.09% ($F = 20.61$, $p < 0.05$). The results suggest that intercropping garlic or undercropping Chinese chives are suitable tools to be tested in integrated pest management in strawberry crop.

Key words: Companion planting, *Allium sativum*, *Allium tuberosum*, Amaryllidaceae, *Fragaria x ananassa*, Seed bugs, Suspended system.

INTRODUCTION

Strawberry is affected by several pests and diseases, which can reduce yields and fruit quality. In Brazil, the most important strawberry pests are aphids (*Chaetosiphon fragaefolii* Cockerell and *Aphis forbesi* Weed), mites (*Tetranychus urticae* Koch and *Phytonemus pallidus* Banks), and thrips *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (BERNARDI et al., 2015). Most recently, three new species with high potential to become important pests have been reported as causing injuries and damage to strawberries: *Drosophila suzukii* (Matsumura) (Diptera: Drosophilidae) (DEPRÁ et al., 2014), *Duponchelia fovealis* (Zeller) (Lepidoptera: Crambidae) (ZAWADNEAK et al., 2016), and *Neopamera bilobata* Say (Hemiptera: Rhyparochromidae) (KUHN et al., 2014). *N. bilobata* feeds on strawberry achenes and causes imperfections in fruits (“catfacing”) (BERNARDI et al., 2015). Although these insects feed on strawberry leaves, they complete their development only when feeding on green and mature strawberry fruits (KUHN et al., 2014). The life cycle of this species is completed within 42 days (egg-adult), and females lay up to 320 eggs (BERNARDI et al., 2015). A higher incidence of *N. bilobata* in strawberry fields was observed at temperatures above 20°C and low precipitation (GALLARDOS-GRANADOS et al., 2016).

N. bilobata has been reported in several strawberry fields in Paraná State, Brazil. Growers have reported high populations, mostly in warm periods (November - January). We suppose that change from field-grown strawberry to greenhouses and the growers preference for day-neutral cultivars have caused an extension in fruit production, which can trigger an increase in *N. bilobata* populations, as this insect requires the fruit (green or mature) to complete its life cycle (KUHN et al., 2014). As *N. bilobata* attacks fruits that may be harvested almost immediately, finding control methods that do not generate chemical residues for pest control is an urgent need. In addition, to date, no insecticide has been registered for *N. bilobata* control.

Vegetation management could add an important tool to Integrated Pest Management programs. Intercropping is defined as growing two

or more plant species simultaneously, which then interact biologically (VANDERMEER, 1989). Amaryllidaceae plants, such as garlic or onion, have been introduced in intercropping, and pest population or damage was reduced in crops (NOMAN et al., 2013; TIROESELE e MATSHELA, 2015; HATA et al., 2016).

Intercropping garlic between strawberry plants reduces *T. urticae* populations in the field and greenhouse (Hata et al., 2016). We tested the influence of this approach on *N. bilobata* populations. Incidence in monocropped strawberry versus strawberry intercropped with garlic (three garlic plant densities) between strawberry rows was evaluated during three plant cycles. In addition, *N. bilobata* populations were also compared between strawberry intercropped with Chinese chives cultivated under the suspended wooden structure in which strawberry is grown (“undercropping”) and spontaneous plants grown under the structures in two greenhouses.

MATERIALS AND METHODS

Experiments were conducted in greenhouses located in Marialva County, Paraná State, Brazil. The climate is classified as Cfa according to Köppen. Strawberry plants in both areas were planted in March 2015 in bags (1.2 m length and 0.3 m width). Seven strawberry plants were grown in each bag, which contained organic compost plus carbonized rice husks. The plants were drastically pruned in March 2016 and February 2017, and these events began new crop cycles. The bags were suspended by a wooden structure (1.0 m above the ground). Management of diseases and pests was performed according to standard technical recommendations (Ronque, 1998). Experimental plots consisted of two bags (fourteen strawberry plants per plot).

Garlic intercropping

This experiment was conducted during three crop cycles (2015/16, 2016 and 2016/17) in a greenhouse $23^{\circ} 29' 09.15''$ S, $51^{\circ} 45' 57.45''$ W, 568 m a.s.l. Garlic plants were intercropped between strawberries (cv Monterey), and planting occurred on September 2015, March 2016, and November 2016 for the first, second and third cycles, respectively. The treatments were monocrop (strawberry alone) and 8 GP (garlic plants per plot), 16 GP or 24 GP grown between strawberry plant rows (Figure 1A).

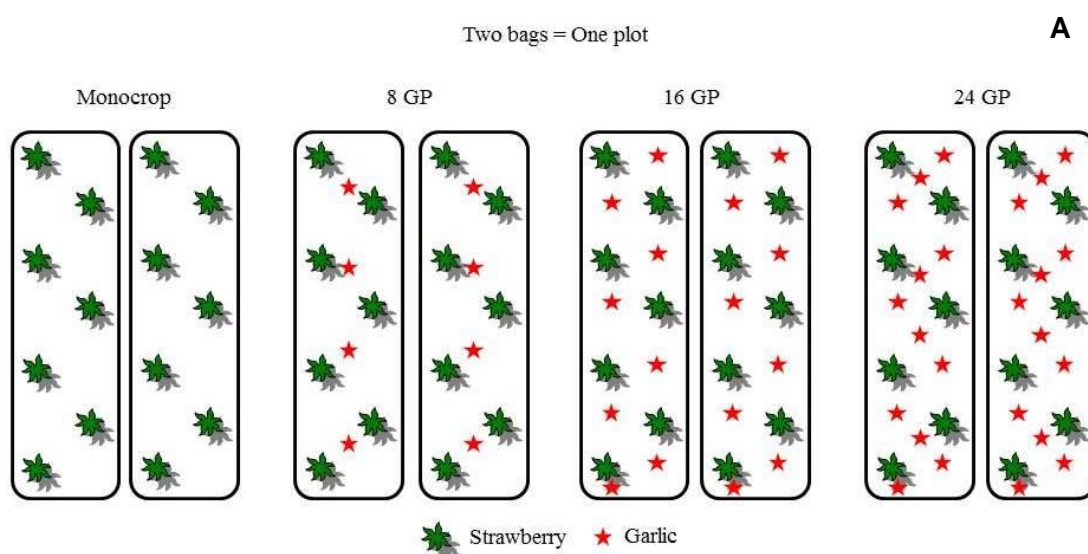


Figure 1. (A) Garlic-strawberry intercropping design of strawberry grown in bags, under high tunnels on suspended system. GP = Garlic plant per plot. **(B)** Chinese chives grown under the wooden structure.

The number of nymphs and adults of *N. bilobata* on fourteen randomly selected fruits per plot was assessed. For the first cycle, assessments were conducted on December 14, 21, and 28, 2015, and on January 4, 2016. For the second cycle, assessments were conducted on July 5 and 26 and on September 13, and 20, 2016. For the third cycle, assessments were conducted on March 8 and 20 and on April 4 and 11, 2017. For each cycle, means were calculated using all the assessments, and the data from all assessments (cycles one, two and three) were summarized.

Chinese chives "undercropping"

The assessments were conducted in two greenhouses: Area one: 23° 29' 09.15" S, 51° 45' 57.45" W, 568 m a.s.l.; Area two: 23° 28' 13.59" S, 51° 47' 50.54" W, 614 m a.s.l.). The treatments were Chinese chives cultivated under the suspended strawberry (cv Albion) versus natural infestation of weeds under the bags (Figure 1B). Chinese chives were used because farmers previously observed that this plant develops well even in this shaded environment. The weed community included *Commelina benghalensis* L., Commelinaceae (35%), *Digitaria sanguinalis* L. Scop., Poaceae (25%), *Ipomoea* spp., Convolvulaceae (15%), *Parthenium hysterophorus* L., Asteraceae (15%), *Mentha piperita* L., Lamiaceae (5%), and other species (5%) in the control treatment and Chinese chives (60%), *Paspalum notatum* Flügge, Poaceae (20%), and other species + soil (20%) in the "undercropping" treatment. Chinese chives were planted on March 2016 in a single line (0.50 cm within the plants).

The number of nymphs and adults of *N. bilobata* on fourteen randomly selected fruits per plot was assessed. Assessments were conducted on November 21 and December 13 and 27, 2016, and on January 15, February

23 and March 8 and 20, 2017. The mean number of *N. bilobata* in the population in each greenhouse was calculated, and the data from the two greenhouses were summarized.

Experimental design and statistical analysis

For garlic intercropping, the treatments were replicated five times in a randomized complete block design. For Chinese chives undercropping, the treatments were replicated eight times in a completely randomized design.

To verify the assumptions for the analysis of variance, tests of the variance homogeneity (Hartley's Fmax test) and normality (Shapiro–Wilk test) were performed. Thereafter, analysis of variance was performed, and means were compared using Tukey's test ($\alpha = 0.05$); if the tests of the assumptions failed, the data were analyzed with non-parametric tests: the Friedman test for the garlic intercropping experiment and the Kruskal-Wallis test using the Student-Newman-Keuls (SNK) method to compare means for the Chinese chives experiment. The BioEstat 5.0 (AYRES, 2007) and SASM-Agri (CANTERI et al., 2001) software packages were used.

RESULTS

Garlic intercropping

Neopamera bilobata populations were reduced by garlic intercropping on Dec 14 ($F = 8.63$, $p < 0.05$), Dec 21 ($F = 6.42$, $p < 0.05$), and Dec 28 ($F = 8.38$, $p < 0.05$), 2015, and Jan 4, 2016 ($F = 8.36$, $p < 0.05$), for the first experiment; on Jul 5 ($F = 5.29$, $p < 0.05$) and Sep 20 ($F = 2.10$, $p < 0.05$), 2016, for the second experiment; and on Mar 20, 2017 ($F = 8.81$, $p < 0.05$). On the other hand, on Apr 4 ($F = 9.07$, $p < 0.05$), the 8 GP treatment presented higher *N. bilobata* populations than the monocrop treatment in the third experiment (Table 1).

Table 1 Mean (\pm SD) numbers of *Neopamera bilobata* adults and nymphs on strawberry fruits (Monterey cv) in monocrop or intercropped with different densities of garlic plants per plot during three crop cycles. Marialva, Paraná, Brazil, from December 2015 to April 2017.

First cycle					
	Dec 14	Dec 21	Dec 28	Jan 4	Mean
Monocrop	6.00 \pm 1.73 a	8.00 \pm 4.01 a	6.75 \pm 0.96 a	6.75 \pm 0.96 a	6.88 \pm 0.21 a
8 GP	4.33 \pm 1.53 ab	3.50 \pm 1.30 b	4.50 \pm 1.00 ab	5.75 \pm 1.71 ab	4.52 \pm 0.30 b
16 GP	1.67 \pm 1.16 b	7.00 \pm 4.00 ab	4.00 \pm 1.16 ab	3.25 \pm 1.26 b	4.13 \pm 0.37 b
24 GP	2.00 \pm 1.73 b	3.75 \pm 2.76 b	2.75 \pm 1.26 b	3.75 \pm 0.50 b	3.06 \pm 0.20 b
C.V. (%)	34.67	32.31	25.66	23.44	17.14
F-value	8.53	6.42	8.38	8.36	16.33
Second cycle					
	Jul 5	Jul 26	Sep 13	Sep 20	Mean
Monocrop	2.50 \pm 1.91 a	0.25 \pm 0.50 a	1.25 \pm 0.50 a	1.75 \pm 1.26 a	1.44 \pm 0.09 a
8 GP	0.75 \pm 0.96 ab	0.25 \pm 0.50 a	0.50 \pm 0.58 a	0.75 \pm 0.76 ab	0.56 \pm 0.07 b
16 GP	1.00 \pm 0.82 ab	0.00 \pm 0.00 a	0.50 \pm 0.58 a	0.50 \pm 0.58 ab	0.50 \pm 0.06 b
24 GP	0.50 \pm 0.58 b	0.00 \pm 0.00 a	0.50 \pm 0.58 a	0.00 \pm 0.00 b	0.25 \pm 0.00 b
C.V. (%)	69.11	230.94	60.61	99.38	34.28
F-value	5.29	3.00	4.20	2.10	19.32
Third cycle					
	Mar 8	Mar 20	Apr 5	Apr 12	Mean
Monocrop	1.50 \pm 2.38 a	1.25 \pm 0.50 a	0.13 \pm 0.25 b	2.38 \pm 1.25 a	1.38 \pm 0.40 a
8 GP	1.25 \pm 0.96 a	1.50 \pm 1.29 a	1.33 \pm 0.47 a	0.75 \pm 0.96 ab	1.02 \pm 0.49 ab
16 GP	0.25 \pm 0.50 a	0.00 \pm 0.00 a	0.00 \pm 0.00 b	0.50 \pm 0.58 ab	0.38 \pm 0.32 b
24 GP	0.25 \pm 0.50 a	0.00 \pm 0.00 a	0.50 \pm 0.58 ab	0.00 \pm 0.00 b	0.25 \pm 0.20 b
C.V. (%)	145.41	97.72	81.56	84.40	49.77
F or Fr* value	1.24	5.68	9.07	8.18*	8.06

Means \pm SD within a column followed by the same letter are not significantly different based on Tukey's test ($p < 0.05$) or the Friedman test (*) ($p < 0.05$).

A decreasing *N. bilobata* population was apparently more frequent and presented a higher magnitude as an increasing garlic plant density was used. During the first cycle, a significant reduction was observed in just one assessment (56.25% on Dec 21) (of four assessments conducted) when 8 GP (garlic plants per plot) were intercropped, two assessments for 16 GP (72.16 and 51.85% on Dec 14 and Jan 4, respectively), and all assessments for 24 GP (reductions of 66.67, 52.13, 59.26, and 44.44% on Dec 14, Dec 21, Dec 28 and Jan 4, respectively). In the second cycle, the 24 GP intercropping treatment

reduced *N. bilobata* adults and nymphs (Jul 5 and Sep 20, respectively) by 80% and 100% compared to the strawberry monocrop in two assessments (total of four assessments). In the third cycle, on Apr 5, the *N. bilobata* population was higher in the 24 GP treatment than in the monocrop or 16 GP treatments ($F = 9.07$, $p < 0.05$). On Apr 11, the 24 GP treatment reduced the *N. bilobata* population by 100% compared to the monocrop treatment. In the first and second cycles, the means of all assessments showed lower *N. bilobata* populations in treatments with garlic plants (8, 16 and 32 GP) than in the strawberry monocrop. Reductions were 34.30, 39.97 and 55.52% ($F = 16.33$, $p < 0.05$) and 61.11, 65.28 and 82.64% ($F = 19.32$, $p < 0.05$) for the 8, 16, and 24 GP treatments in the first and second cycle, respectively. In the third cycle, only the 16 and 24 GP treatments reduced the populations of these insects ($F = 8.06$, $p < 0.05$), with reductions of 72.46 and 81.88%, respectively.

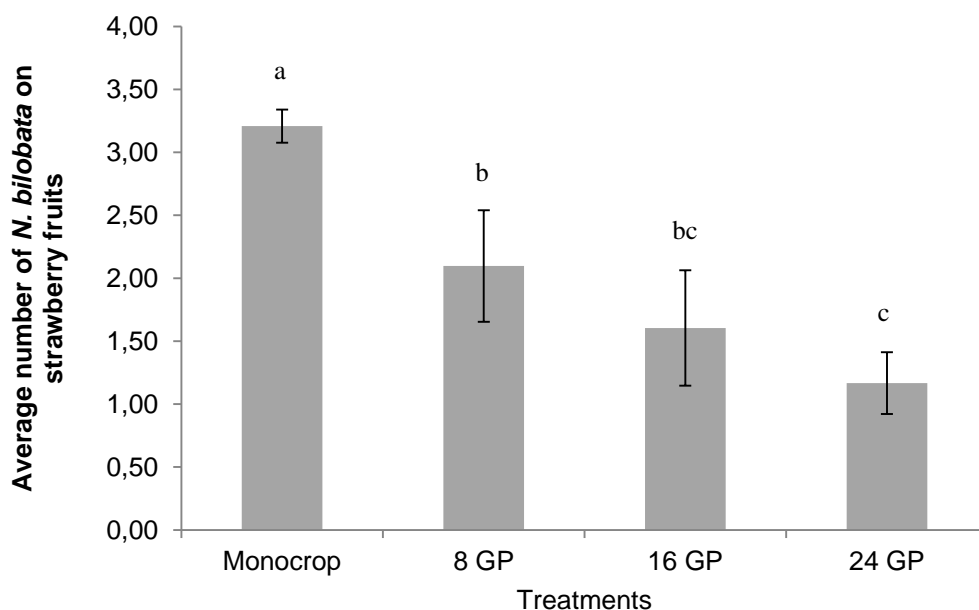
Analysis of the three cycles confirms a reduction in the *N. bilobata* populations compared to the strawberry monocrop for the three garlic plant densities used (Fig 2). The 32 GP treatment showed a greater reduction than the 8 GP treatment ($F = 30.35$, $p < 0.05$). Intermediate results were observed in the treatment with 16 GP. The observed reductions compared to the monocrop treatment were 34.64, 50.00, and 63.64% for 8, 16, and 24 GP, respectively.

Chinese chives undercropping

Reductions of *N. bilobata* populations also occurred when Chinese chives were cultivated under the suspended strawberry plants in the two greenhouses. In both greenhouses, significant reductions were observed in four assessments (total of seven assessments) (reductions of 63.10 [$F = 6.77$, $p < 0.05$], 79.68 [$H = 8.93$, $p < 0.01$], 77.78 [$F = 19.92$, $p < 0.05$], and 66.67% [$F = 4.92$, $p < 0.05$] were observed on Nov 21, Dec 13, Dec 27, and Mar 20, respectively, in greenhouse one and of 66.67 [$H = 5.05$; $p < 0.03$], 62.55 [$F = 7.35$, $p < 0.05$], 54.34 [$F = 6.64$, $p < 0.05$], and 59.81% [$F = 6.67$, $p < 0.05$] on Dec 13, Jan 15, Feb 23, and Mar 8, respectively, in greenhouse two) (Table 2).

The means of all assessments within a greenhouse confirm the reductions observed on the assessment dates: 50.46% ($F = 18.30$, $p < 0.05$) and 43.42% ($F = 6.03$, $p < 0.05$) for greenhouse one and two, respectively.

Figure 2 Mean number (\pm SD) of *Neopamera bilobata* adults and nymphs on strawberry fruits (Monterey cv) in monocrop or intercropped with different densities of garlic plants per plot (GP; 8, 16 and 24 GP), with overall data from three crop cycles. Marialva, Paraná, Brazil, from December 2015 to April 2017.



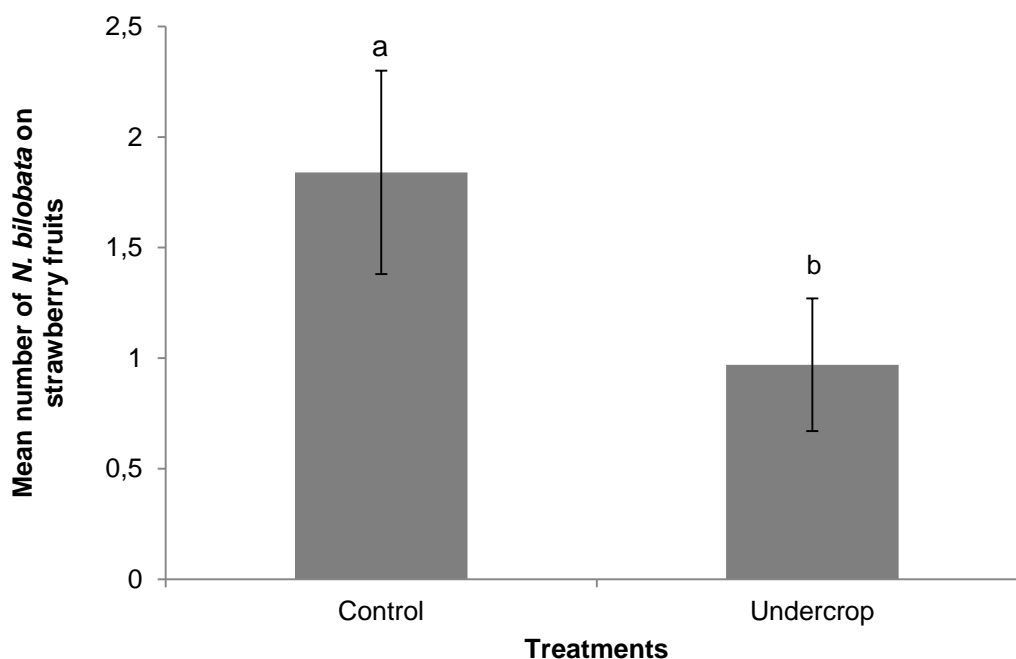
Analysis of the data from the two greenhouses shows a reduction of 47.09% when Chinese chives intercropping was used ($F = 20.61$, $p < 0.05$) (Fig 3).

Table 2 Mean (\pm SD) numbers of *Neopamera bilobata* adults and nymphs on strawberry fruits (Albion cv) in control or undercropped with Chinese chives, 2016/17. Marialva, Paraná, Brazil, from November, 2016 to March, 2017.

Greenhouse one								
Treatments	Nov 21	Dec 13	Dec 27	Jan 15	Feb 23	Mar 8	Mar 20	Mean
Control	4.63 \pm 3.07 a	1.87 \pm 0.99 a	1.71 \pm 0.95 a	3.75 \pm 2.82 a	0.13 \pm 0.35 a	1.25 \pm 0.89 a	1.71 \pm 0.57 a	2.16 \pm 0.65 a
Undercrop	1.71 \pm 1.70 b	0.38 \pm 0.52 b	0.38 \pm 0.51 b	2.25 \pm 1.98 a	0.25 \pm 0.46 a	1.13 \pm 0.99 a	0.57 \pm 0.61 b	1.07 \pm 0.41 b
C.V. (%)	93.42	70.24	74.95	81.16	219.67	79.17	84.32	31.50
F or H* value	6.77	8.93*	11.92	1.52	0.37	0.07	4.92	18.30
Greenhouse two								
Treatments	Nov 21	Dec 13	Dec 27	Jan 15	Feb 23	Mar 8	Mar 20	Mean
Control	0.38 \pm 0.74 a	1.50 \pm 1.07 a	0.38 \pm 0.74 a	2.67 \pm 1.21 a	3.57 \pm 1.51 a	2.14 \pm 0.69 a	0.67 \pm 0.82 a	1.52 \pm 0.35 a
Undercrop	0.63 \pm 0.92 a	0.50 \pm 0.53 b	0.38 \pm 0.52 a	1.00 \pm 0.89 b	1.63 \pm 1.41 b	0.86 \pm 0.69 b	0.00 \pm 0.00 a	0.86 \pm 0.54 b
C.V. (%)	166.90	67.51	170.90	58.07	57.51	55.51	173.21	43.76
F or H* value	0.36	5.05*	0.00	7.35	6.64	6.67	4.00	6.03

Means \pm SD within a column followed by the same letter are not significantly different based on Tukey's test ($p < 0.05$) or the Kruskal-Wallis and SNK test (*) ($p < 0.05$)

Figure 3 Mean number (\pm SD) of *Neopamera bilobata* adults and nymphs on strawberry fruits (Albion cv) in control or undercropped with Chinese chives, with overall data from two greenhouses. Marialva, Paraná, Brazil, 2017.



DISCUSSION

In general, intercropping reduced *N. bilobata* populations when using both garlic plants between strawberry rows or Chinese chives under the strawberry plants cultivated in suspended bags (Tab 1 and 2, Figs 2 and 3). Significant differences in *N. bilobata* populations were observed mostly because insect populations increased in the strawberry monocrop treatment. We did not find any previous study regarding the use of intercropping against *N. bilobata* in the literature. However, *T. urticae* populations were lower in strawberry intercropped with garlic than in monocropped strawberry (HATA et al., 2016). *Tetranychus evansi* Baker and Pritchard was also reduced by intercropping garlic in a tomato crop (MTAMBO & ZELEDON, 2010). Garlic or onion intercropping with mustard (*Brassica rapa* L.) reduced populations of *Lipaphis erysimi* Kalt. (Homoptera: Aphididae) (SARKER et al., 2007; NOMAN et al., 2013). Chinese chives have also been proposed as an intercrop plant candidate for disease management: *Pseudomonas solanacearum* control on tomato (YU,

1999) and *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense control on banana (ZHANG et al., 2013).

The deleterious effects previously found against insects and mites (SARKER et al., 2007; MTAMBO & ZELEDON, 2010; NOMAN et al., 2013; HATA et al., 2016) are likely triggered by volatile organic compounds (VOCs), such as diallyl disulfide (DADS) and diallyl trisulfide (DATS) released by garlic leaves or dimethyl disulfide (DMDS) and dimethyl trisulfide (DMTS) released by the leaves of Chinese chives (YABUKI et al., 2010). In a bioassay with 16 essential oils from Chinese herbs, two major compounds of garlic essential oil (DADS and DATS) presented the strongest fumigant effect against *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae), with LC50 value of 0.12 and 0.08 ($\mu\text{g/L}$ air) for DADS and DATS, respectively (LIU et al., 2014). DADS disrupts digestive enzymes (α -amylase, alkaline phosphatase, alanine aminotransferase, lactate dehydrogenase, and proteases), which reduces arthropod biological activities and eventually their populations (SHAHRIARI & SAHEBZADEH, 2017). In another previous study, a semiochemical releaser filled with DADS or garlic intercropping reduced populations of *Sitobion avenae* Fabricius (Homoptera: Aphididae) and attracted more natural enemies of aphids than control plots in a wheat fields (ZHOU et al., 2013).

When *T. urticae* was reduced by intercropping garlic in a strawberry fields (HATA et al., 2016), the associational resistance concept was suggested, and the same may be occurring for *N. bilobata*. The mixture of Chinese chives or garlic VOCs may be passively absorbed for later re-release (CHOH et al., 2004; HIMANEN et al., 2010), or the induction of resistance mediated by volatile compounds may have been achieved through associational resistance (TSCHARNTKE et al., 2001). It is also possible that the pattern of VOCs released by strawberry was changed by Chinese chives or garlic volatiles, which consequently affected *N. bilobata* acceptance or orientation towards fruits. Previously, the volatile profile of potato plants was shown to be altered by onion VOCs: a higher terpenoid concentration was found in the headspace of onion-exposed potato plants, which reduced aphid populations in an intercropped field and caused deterrent effects in a laboratory bioassay

(NINKOVIC et al., 2013). These two terpenoids were not previously identified among the onion VOCs bouquet, and the authors suppose that a yet unknown mechanism that differs from the passive absorption/re-release concept guides potato response to onion VOCs.

The results presented in our study indicate that intercropping garlic plants in strawberry crops and the cultivation of Chinese chives under suspended bags are options to be included in *N. bilobata* integrated management. This is true for both conventional and organic farmers because no established biological or even chemical control options for *N. bilobata* have been officially recorded in Brazil. Intercropping garlic also reduces populations of TSSM (HATA et al. 2016), one of the most important pest species in strawberry, and further investigations must be conducted to assess the effects of introducing Chinese chives into strawberry crops on this key insect and other pests (i.e., aphids, thrips) and diseases. The simultaneous effects of the two strategies could also be investigated with the aim to obtain additive or even synergic effects. Introducing aromatic Amaryllidaceae plants substantially changes the odor headspace of the strawberry crop, which could also affect the performance of predatory mites. Currently, augmentative biological control using these mites is a common practice in greenhouse-grown strawberry. This question also must be answered in future studies.

Intercropping garlic plants does not interfere with strawberry crop management. Growing Chinese chives under the suspended structure that supports the bags for strawberry cultivation is a simple practice that also does not interfere with crop management. This is possible because the plant develops well even under some level of shading. The critical need for more efficient land usage makes "undercropping" Chinese chives and intercropping garlic profitable approaches for pest management and may increase growers' incomes with the commercialization of these aromatic plants.

In summary, *N. bilobata*, an emerging pest species in strawberry crops, was reduced by intercropping garlic plants or introducing Chinese chives under the suspended bags containing strawberry plants.

4. ARTIGO 2

CULTIVO CONSORCIADO DE MORANGUEIRO E ALHO PROMOVE USO EFICIENTE DO SOLO

Resumo

O objetivo do trabalho foi estudar a eficiência do uso do solo agrícola na cultura do morangueiro em monocultura ou em consórcio com alho. Para isso, avaliou-se a produtividade e calcularam-se os índices de razão equivalente de terra e razão de competição. Os experimentos foram conduzidos em três áreas. Os tratamentos foram monocultivo de alho ou morangueiro, morangueiro + uma (M+1LA), duas (M+2LA) ou três linhas de cultivo de alho (M+3LA) para os experimentos a campo; e controle, morangueiro + duas (M+2PAP), quatro (M+4PAP) ou cinco (M+5PAP) plantas de alho por parcela, para experimento em casa de vegetação. A produção de pseudofrutos e bulbos e índices de razão equivalente de terra (RET) e razão de competição (RC) foram determinados. Valores similares de bulbos de alho e pseudofrutos de morangueiro foram obtidos. A massa média de bulbos de alho variou entre 10,89 (M+2LA, área III) e 33,30 g (Controle, área I). Para o morangueiro, a produção de pseudofrutos variou entre 121,27 (M+3LA, área III) e 454,48 g (M+3LA, área I). Em todas as densidades de consórcio de alho com morangueiro foi observado incremento no uso eficiente do solo. Os índices de RET do consórcio variaram entre 1,34 (M+2PAP, área II) a 2,55 (M+3LA, área III). Os valores de RC demonstram que, no geral, as plantas de morangueiro apresentaram-se com maior potencial de competição, comparadas às plantas de alho. Os valores de RC para plantas de alho variaram entre 0,28 (M+2LA, área III) a 0,57 (M+2 ou 5PAP, área II). Para o morangueiro, os índices de RC variaram entre 1,82 (M+5PAP, área II) a 3,70 (M+2LA, área III). Resultados demonstram que o cultivo consorciado de alho em cultura do morangueiro proporciona maior eficiência no uso do solo.

Palavras-chave: Razão equivalente de terra, Razão de competição, plantas companheiras, *Allium sativum*, *Fragaria x ananassa*.

Abstract

This research deals with the agricultural efficiency in soil use in strawberry monocrop or intercropped with garlic. For this, assessment of yields and calculation of land equivalent ratio (LER) and competition ratio (CR) indexes were done. The experiments were conducted in three areas. Treatments were: garlic or strawberry in monocrops, and strawberry (M) + 1LA, one; M + 2LA, two or M + 3LA, three garlic rows per plot, for field experiments, or control, 2 (M+2PAP), 4 (M+4PAP) or 5 (M+5PAP) garlic plants per plot, for greenhouse experiment. Fruit and bulb yields, LER and CR index were determined. Similar yields of garlic bulbs or strawberry fruits were found. Mean bulb yield ranged from 10.89 (M+2LA, area 3) to 33.30 g (Control, área I). Strawberry yield ranged from 121.27 (M+3LA, area 3) to 454.48g (M+3LA, área I). Intercropping garlic among strawberry plants increased efficiency in soil use. Intercrop LER index ranged from 1.34 (M+2PAP, area 2) to 2.55 (M+3LA, area 3). CR values demonstrated that, in general, strawberry plants were more competitive than garlic plants. For garlic plants, CR index ranged from 0.28 (M+2LA, area 3) to 0.57 (M+2 ou 5PAP, area 2), for garlic. For strawberry, CR index ranged from 1.82 (M+5PAP, área I) to 3.70 (M+2LA, area 3). Results showed that intercropping garlic in strawberry field improves efficiency in soil use.

Key words: Land equivalent ratio, Competition ratio, Companion plants, *Allium sativum*, *Fragaria x ananassa*.

Introdução

Os cultivos agrícolas são realizados em sua maioria como monocultivo, por promover maior facilidade de realização de tratamentos culturais, entre outros motivos. Entretanto, com a concentração de recursos, há maior incidência de doenças e pragas nestes sistemas, o que pode reduzir a produtividade destas plantas. De uma forma geral, práticas como o policultivo ou cultivos consorciados trazem maior estabilidade ao agroecossistema,

reduzindo riscos fitossanitários. Estes tipos de sistemas de cultivo são apropriados, principalmente, para pequenos agricultores nos quais o cultivo de hortaliças é sua principal fonte de renda, pois há uma ampla gama de combinações entre culturas para melhor aproveitamento de sua área.

Espécies de hortaliças, como plantas aromáticas e condimentares, possuem grande potencial para o consórcio. Os cultivos consorciados em hortaliças têm sido relatado na literatura como altamente eficiente no uso do solo (ANJUM et al., 2015; ISLAM et al., 2016; SCHMITT et al., 2016). Estes sistemas de cultivos contribuem para que os recursos como água, fertilizantes e mão-de-obra sejam melhor aproveitados, colaborando para a sustentabilidade do agroecossistema. Os consórcios de alho (*Allium sativum* L.), cebola (*Allium cepa* L.) ou coentro (*Coriandrum sativum* L.) com mostarda promoveram redução na produção de sementes desta planta; entretanto, com a comercialização das plantas consorciadas foi observado incremento de até três vezes no retorno econômico (NOMAN et al., 2013). Em cultivo de tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.), foram avaliados o consórcio com alface (*Lactuca sativa* L.), manjerição (*Ocimum basilicum* L.), mostarda-branca (*Sinapis alba* L.) e tagetes (*Tagetes patula* L.), em todos os consórcios houve redução de três vezes no uso de mão-de-obra para controle de plantas espontâneas (TRINGOVSKA et al., 2015). Ainda neste estudo, foi observado que a mostarda-branca e tagetes apresentaram eficiência de 53 e 46%, respectivamente, de redução no desenvolvimento de nematóide (*Meloidogyne* spp.), em tomateiro.

O consórcio de plantas aromáticas pode contribuir para o manejo integrado de pragas. Reduções de até 65% foram observadas em populações de ácaro-rajado (*Tetranychus urticae* Koch), em folhas de morangueiro consorciado com alho (HATA et al., 2016).

As plantas candidatas a serem utilizadas em consórcios devem apresentar necessidades agronômicas e climáticas semelhantes. O morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) é uma planta da família Rosaceae, de porte herbáceo, perene, cuja parte comestível é formada pelo receptáculo carnoso e suculento, constituindo um pseudofruto (FILGUEIRA, 2003). O alho

possui folhas alongadas e muito estreitas, o caule verdadeiro é formado por um disco comprimido e a parte comercializável é o seu bulbo (FILGUEIRA, 2003). Por ser de alto valor agregado, assim como o morangueiro, pode promover alto retorno econômico em pequenas áreas de cultivo.

Embora o consórcio de alho em áreas de cultivo de morango tenha sido proposto com sucesso para manejo do ácaro-rajado (HATA et al., 2016), não existem estudos que demonstrem a viabilidade deste consórcio em termos de produção das duas culturas e, conseqüente, retorno econômico aos produtores.

Foi desenvolvido um trabalho com objetivo de estudar o uso eficiente do solo, determinando-se a produção, índices de razão equivalente de terra e razão de competição no cultivo de morangueiro consorciado com alho.

Materiais e Métodos

Os experimentos foram conduzidos em três áreas de cultivo, durante o ano de 2015, com clima do tipo Cfa (classificação climática de Köppen) e solo classificado como Latossolo Vermelho, com textura argilosa, nas três áreas. Área I: Propriedade rural, localizada no distrito de Warta - Paraná (23°12'40.6"S 51°12'16.4"O; 580 m.), com utilização de fertirrigação e cultivo em canteiros; Área II: Casa de vegetação, localizada no campus da Universidade Estadual de Londrina (23°19'44.5"S 51°12'17.3"O; 585 m.), cultivo em vasos; Área III: Fazenda Escola, localizada no campus da Universidade Estadual de Londrina (23°20'28.1"S 51°12'34"O; 547 m.), com cultivo em canteiros.

A análise de fertilidade apresentou os seguintes parâmetros: para a área I: $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}} = 7,10$; $\text{P} = 7,80 \text{ mg/dm}^3$; $\text{K}^+ = 1,11 \text{ cmolc/dm}^3$; $\text{Ca}^{+2} = 10,0 \text{ cmolc/dm}^3$; $\text{Mg}^{+2} = 4,1 \text{ cmolc/dm}^3$; $\text{Al}^{+3} = 0,0$; $\text{H} + \text{Al}^{+3} = 2,73 \text{ cmolc/dm}^3$; $\text{CTC} = 17,94 \text{ cmolc/dm}^3$; $\text{V} = 84,67\%$ e $\text{MO} = 1,90\%$, e $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}} = 5,50$; $\text{P} = 12,90 \text{ mg/dm}^3$; $\text{K}^+ = 0,78 \text{ cmolc/dm}^3$; $\text{Ca}^{+2} = 7,6 \text{ cmolc/dm}^3$; $\text{Mg}^{+2} = 1,6 \text{ cmolc/dm}^3$; $\text{Al}^{+3} = 0,0$; $\text{H} + \text{Al}^{+3} = 4,61 \text{ cmolc/dm}^3$; $\text{CTC} = 9,97 \text{ cmolc/dm}^3$; $\text{V} = 68\%$ e $\text{MO} = 2,14\%$, para área III.

As mudas das variedades Albion e Camarosa foram adquiridas em viveiro comercial e transplantadas no dia 10 de março e 07 de abril de 2015, respectivamente para áreas I e III, com linha dupla de cultivo e espaçamento 0,35 x 0,35 m. Enquanto que o plantio de alho das variedades BRS Hozan e cateto comum, ocorreram nos dias 02 e 28 de abril, respectivamente, para as áreas I e III, em sistema de cultivo com espaçamento de 0,10 m entre plantas e 0,35 m entre linhas. A parcela foi constituída de oito plantas de morangueiro, em linha dupla, em monocultivo ou consórcio de morangueiro mais alho (três densidades). Para as áreas I e III os tratamentos foram: monocultivo de alho ou morangueiro, morangueiro (M) + uma (M+1LA), duas (M+2LA) ou três linhas de cultivo de alho (M+3LA), cada linha contava com oito plantas de alho.

Para o experimento na área II, foram utilizados vasos com sete litros de volume, preenchidos com solo com as seguintes características: $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}} = 5,10$; $\text{P} = 6,00 \text{ mg/dm}^3$; $\text{K}^+ = 0,75 \text{ cmolc/dm}^3$; $\text{Ca}^{+2} = 1,35 \text{ cmolc/dm}^3$; $\text{Mg}^{+2} = 1,20 \text{ cmolc/dm}^3$; $\text{Al}^{+3} = 0,0$; $\text{H+Al}^{+3} = 2,10 \text{ cmolc/dm}^3$; $\text{CTC} = 5,40 \text{ cmolc/dm}^3$; $\text{V} = 61,11\%$ e $\text{MO} = 1,80\%$.

As mudas, variedade Albion, foram adquiridas de viveiro comercial e transplantadas no dia 10 de março de 2015. O plantio de alho, variedade BRS Hozan, ocorreu dia 08 de abril. A parcela foi constituída de duas plantas de morangueiro, cultivadas cada uma em um vaso. Para a área II, os tratamentos foram: monocultivo de alho ou morangueiro, morangueiro + duas plantas de alho por parcela (M+2PAP), quatro (M+4PAP) ou cinco (M+5PAP). Esse desenho de cultivo foi determinado para simular a densidade de plantas de alho em cultivos com uma, duas ou três linhas de alho, em cultivo consorciado com morangueiro a campo, com espaçamento entre morangueiro e alho de 0,35 m.

A fertilização do solo, fertirrigação e manejo fitossanitário foram realizadas de acordo com as recomendações técnicas para a cultura do morangueiro (RONQUE, 2010). Para a área III, utilizou-se manejo, de acordo com legislação vigente para produção vegetal orgânica, segundo Lei 10.831/03 e produtos permitidos pela IN 46/11.

A colheita foi realizada três vezes por semana, determinando-se a massa dos pseudofrutos comerciais (perfeitos ou com defeitos leves) (PBMH; PIMO, 2009). Os pseudofrutos não comerciais (com defeitos graves) foram descartados. Os bulbos de alho foram colhidos quando as folhas apresentaram sinais de senescência, ou seja, folhas secas e com sinais de amarelecimento, sem sinais de defeitos.

Para o cálculo de razão equivalente de terra (RET) foi utilizada fórmula de MEAD e WILLEY (1979) = $RET\ Total = RET\ (d) + RET\ (f)$, onde = RET = Produção (kg/ha) em cultivo consorciado/Produção (kg/ha) em cultivo solteiro; d = morangueiro e f = alho.

Para cálculo da Razão de competição (RC) foi utilizada fórmula de WILLEY; RAO (1980), onde $RCf = [(Pfd/Yf)/(Pdf/Pd)] \times (Pdf/Pfd)$ ou $RCd = [(Pdf/Pd)/(Pfd/Pf)] \times (Pfd/Pdf)$, onde Pfd = produção da cultura f (kg/ha) consorciada com d; Pf = produção da cultura f (kg/ha) em monocultivo; Pdf = produção da cultura d (kg/ha) consorciada com f, Pd = produção da cultura d (kg/ha) em monocultivo, Pdf = frequência de espécies f em consórcio com d; Pfd = frequência de espécies d em consórcio com f.

Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado com cinco repetições para as áreas I e II, e quatro repetições para a área III. Para a obtenção das médias de produção nas áreas I e II, em cada parcela, foram colhidos pseudofrutos comerciais de todas as plantas. Os dados foram submetidos ao teste de homocedasticidade das variâncias (Teste F de Hartley) e normalidade (Teste de Shapiro-wilk), sendo atendidos os pressupostos, os valores das médias foram submetidos à análise de variância e Teste Tukey ($p < 0,05$).

Resultados e Discussão

Foram constatadas produções similares de pseudofrutos e de bulbos de alho nos três ambientes de cultivo entre os tratamentos (Tab. 1). A média de produção de bulbos de alho variou entre 29,22 (M+3LA) a 33,30 g (controle), para área I; 22,06 (M+5PAP) a 25,50 g (controle), para área II e

10,89 (M+2LA) a 15,06 g (3 linhas de alho), para área III. Estudos prévios demonstram que o peso médio de bulbos da variedade Hozan, variou entre 7,60 g, com bulbos sensibilizados a um período de 30 dias de vernalização, a 17,88 g, com bulbos sem sensibilização (LUCENA et al., 2016). A massa média de bulbos para esta mesma variedade foi de 25,5g, para condições do sudeste do Mato Grosso (BIESDORF et al., 2015). Para o presente estudo, a massa média de bulbos de alho, da variedade Hozan, variou entre 22,06 e 33,30 g, valores acima das médias encontradas anteriormente. Entretanto, em nosso estudo, a pesagem foi realizada após a colheita dos bulbos. Para os trabalhos anteriores, foi realizado processo de cura de sete dias (LUCENA et al., 2016) e 25 dias (BIESDORF et al., 2015), o que pode ter reduzido significativamente a massa dos bulbos. No caso da cebola, o processo de cura proporciona reduções entre 3 a 10% no peso (LIMA e RESENDE, 2007).

Tabela 1. Médias da produção (g) de bulbos de alho ou pseudofrutos de morangueiro, por planta, em cultivo de três densidades de alho com morangueiro, Londrina, UEL, 2017.

Tratamento	Alho			Morangueiro		
	Área I	Área II	Área III	Área I	Área II	Área III
Monocultivo	33,30 ^{n.s.}	25,50 ^{n.s.}	14,91 ^{n.s.}	425,33 ^{n.s.}	256,31 ^{n.s.}	131,24 ^{n.s.}
M+1LA ou 2PAP*	29,66	22,38	11,65	392,20	211,46	131,40
M+2LA ou 4PAP*	31,70	25,13	10,89	376,96	236,41	145,64
M+3LA ou 5PAP*	29,22	22,06	15,06	454,48	227,68	121,27
C.V. (%)	35,74	20,40	22,16	14,75	19,29	44,15
F	0,15	0,55	2,23	1,62	2,61	0,12

C.V. = Coeficiente de variação; n.s. = não significativo pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Monocultivo de alho ou morangueiro, Morangueiro (M) + 1LA ou 2PAP*, uma linha de cultivo de alho ou 2 plantas de alho por parcela*; M + 2LA ou 4PAP*, duas linhas de cultivo de alho ou 4 plantas de alho por parcela* e M + 3LA ou 5PAP* três linhas de cultivo de alho ou 5 plantas de alho por parcela*. * Para área II, somente.

Para o morangueiro, a produção de pseudofrutos por planta variou entre 376,96 g (M+2LA) e 454,48 g (M+3A), para área I; 211,46 (2 PAP) a 256,31 g (controle), para área II e 121,27 (M+3LA) e 145,64 g (M+2LA), para área III (Tabela 1). A produção de pseudofrutos para a variedade Albion foi similar àquela obtida em estudo prévio, no município de Dois Vizinhos – PR, onde foram encontrados valores entre 319,50 a 386,50 g por planta (MAZARO et al., 2013). Para variedade Camarosa, valores de produção de pseudofrutos

similares foram observados em estudos realizados em Pouso Alegre - MG (137 g/planta) (PÁDUA et al., 2015) e Curitiba – PR (117,7 g/planta) (LEMINSKA et al., 2014).

Os valores de RET parcial do alho foram superiores para M+3LA, em todas as áreas (Tab. 2). Não foi observado efeito de tratamentos para a RET parcial do morangueiro. Na maioria dos casos o valor da RET parcial (RET alho ou RET morangueiro) foi menor do que um. Isto implica que o cultivo desta espécie em consórcio apresenta produção menor do que em monocultivo. Entretanto, quando se observa o valor total (RET do consórcio), verifica-se valores maiores que um em todos os casos, variando entre 1,34, para M+2PAP (área II) a 2,55, para M+3LA (área III). Para as áreas um e três, no tratamento M+3LA, verificou-se valor de RET do consórcio maior do que os outros tratamentos ($F= 14,96$ e $24,57$; $p>0,05$, para áreas I e III, respectivamente). Para a área II os cultivos de M+4PAP ou M+5PAP obtiveram maior índice RET ($F= 13,61$; $p>0,05$) do que M+2PAP.

Portanto, o consórcio entre plantas não provocou alteração significativa na produção das espécies avaliadas. Resultados semelhantes foram observados para experimento com consórcio de morangueiro com alface, cebola ou rabanete (KARLIDAG e YILDIRIM, 2009). No referido estudo, as plantas de morangueiro obtiveram, em média, produção de 422 e 375 g/planta, para monocultura, para primeiro e segundo ciclos, respectivamente. Em consórcio com cebola, produções de 409 e 386 g de morangos por planta, para primeiro e segundo ciclos, respectivamente. Ainda sobre este estudo, foram relatados valores de RET acima de 1,90 para o consórcio de morangueiro com cebola. O consórcio entre alface e cebola também demonstrou valores de RET superiores a um, entre 1,84 e 1,89; além disso, os parâmetros produtivos diâmetro da cabeça, massa fresca e número de folhas de alface não foram alterados (KOEFEENDER et al., 2016).

Tabela 2. Razão equivalente de terra (RET) de consórcio de morangueiro com densidades de cultivo de alho, em três áreas de cultivo. Londrina, 2017.

Área I			
Tratamento	RET PA	RET PM	RET C
M+1LA	0,47 ± 0,20 b	0,93 ± 0,19 a	1,40 ± 0,36 b
M+2LA	0,96 ± 0,37 a	0,89 ± 0,23 a	1,86 ± 0,47 b
M+3LA	1,37 ± 0,56 a	1,07 ± 0,04 a	2,43 ± 0,55 a
C.V.	27,04	35,53	15,84
F	15,77	0,50	14,96
Área II*			
Tratamento	RET PA	RET PM	RET C
M+2PAP	0,44 ± 0,08 b	0,90 ± 0,41 a	1,34 ± 0,37 b
M+4PAP	0,98 ± 0,15 ab	1,04 ± 0,55 a	2,02 ± 0,48 a
M+5PAP	1,33 ± 0,40 a	0,98 ± 0,42 a	1,93 ± 0,25 a
C.V.	30,69	39,15	12,17
F	10,33	0,30	13,61
Área III			
Tratamento	RET PA	RET PM	RET C
M+1LA	0,41 ± 0,14 b	0,99 ± 0,51 a	1,41 ± 0,59 b
M+2LA	0,77 ± 0,27 b	1,15 ± 0,48 a	1,92 ± 0,73 ab
M+3LA	1,54 ± 0,30 a	1,01 ± 0,27 a	2,55 ± 0,53 a
C.V.	30,77	29,97	24,57
F	26,61	0,30	5,64

C.V. = Coeficiente de variação; Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. RET PA = RET para plantas de alho; RET PM = RET para plantas de morango e RET C = RET para o cultivo consorciado. Morangueiro (M) + 1LA ou 2PAP*, uma linha de cultivo de alho ou 2 plantas de alho por parcela*; M + 2LA ou 4PAP*, duas linhas de cultivo de alho ou 4 plantas de alho por parcela* e M + 3LA ou 5PAP* três linhas de cultivo de alho ou 5 plantas de alho por parcela*. * Para área II, somente.

Estes estudos sugerem que o consórcio de morangueiro com plantas da família Amaryllidaceae podem ser viáveis, pois não alteram a produção da cultura a qual ela é consorciada. Tanto o alho, conforme observado no presente estudo, quanto a cebola apresentam características agrônômicas que favorecem o cultivo consorciado. As folhas são do tipo filiforme e competem pouco por luz com o morangueiro, o que pode explicar o fato de não haver redução na produtividade. Tanto morangueiro quanto alho são exigentes em fertilidade do solo (FILGUEIRA, 2003), sendo assim, é importante que futuras pesquisas visem a adequação da adubação, apesar de que no presente estudo não foi observado sintomas de deficiência nutricional.

Não foi verificado efeito dos tratamentos para o parâmetro razão de competição (Tabela 3). Os valores de RC demonstram que as plantas de morangueiro, apresentaram-se com maior potencial de competição, comparadas às plantas de alho (F= 9,31; 14,64; 33,58; $p>0,05$; respectivamente, para M+1,2 ou 3LA, área I); (F= 20,72; 18,04; $p>0,05$; respectivamente, para M+4 ou 5PAP, área II); (F= 14,65; 113,17; 49,02, $p>0,05$, para M+1,2 ou 3LA, área III), exceto para o tratamento M+2PAP, na área II (Tabela 3). Os valores de RC para plantas de alho variaram entre 0,28 (M+2LA, área III) a 0,57 (M+2 e 5PAP, área II). Para o morangueiro, os índices de CR variaram entre 1,82 (M+5PAP, área II) a 3,70 (M+2LA, área III).

Valores próximos de RC para alho foram encontradas em consórcio desta planta com ervilhas, onde o alho apresentou baixa competitividade, com valor de 0,36 (ANJUM et al., 2015). Em outro estudo, plantas de alho apresentaram alta RC (entre 1,02 e 1,82) sem provocar redução na produtividade de berinjela (ISLAM et al., 2016). Aparentemente, as plantas de alho possuem desenvolvimento inicial mais rápido do que a berinjela, o que explica sua maior competitividade.

Tabela 3. Razão de competição (RC) de consórcio de morangueiro com densidades de cultivo de alho, em três áreas de cultivo. Londrina, 2017.

Área I				
Tratamentos	RC PA	RC PM	C.V.	F
M+1LA	0,39 ± 0,13 aB	2,84 ± 1,25 aA	65,03	9,31
M+2LA	0,45 ± 0,19 aB	2,59 ± 1,06 aA	58,27	14,64
M+3LA	0,34 ± 0,14 aB	3,23 ± 1,32 aA	49,68	114,41
C.V.	35,72	35,53		
F	0,68	4,46		
Área II*				
Tratamentos	RC PA	RC PM	C.V.	F
M+2PAP	0,57 ± 0,28 aA	2,18 ± 1,16 aA	77,11	5,01
M+4PAP	0,56 ± 0,24 aB	2,23 ± 1,41 aA	28,94	20,71
M+5PAP	0,57 ± 0,13 aB	1,82 ± 0,45 aA	34,65	18,04
C.V.	34,67	39,15		
F	0,01	0,30		

Área III				
Tratamentos	RC PA	RC PM	C.V.	F
M+1LA	0,37 ± 0,15 aB	3,09 ± 1,27 aA	58,00	14,66
M+2LA	0,28 ± 0,05 aB	3,70 ± 0,60 aA	22,88	113,17
M+3LA	0,42 ± 0,08 aB	2,45 ± 0,50 aA	28,58	49,02
C.V.	30,77	26,09		
F	1,75	2,42		

C.V. = Coeficiente de variação; Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. RC PA = Razão de competição para plantas de alho; RC PM = Razão de competição para plantas de morangueiro. Morangueiro (M) + 1LA ou 2PAP*, uma linha de cultivo de alho ou 2 plantas de alho por parcela*; M + 2LA ou 4PAP*, duas linhas de cultivo de alho ou 4 plantas de alho por parcela* e M + 3LA ou 5PAP* três linhas de cultivo de alho ou 5 plantas de alho por parcela*. *Para área II, somente.

Em um sistema de consórcio, índices de RC próximo a um seria interessante, pois demonstra que as duas plantas têm condições similares de competição. No presente estudo, o maior poder de competição por plantas de morangueiro foi proporcionado pelo cultivo antecipado (22, 28 e 21 dias, para áreas I, II e III, respectivamente) desta espécie em relação ao plantio do alho. Isto demonstra que este período é suficiente para que o morangueiro apresente seu desenvolvimento adequado, sem prejudicar sua produtividade. O alho foi proposto inicialmente como planta consorciada para redução da população do ácaro-rajado na cultura do morangueiro (HATA et al., 2016). Este uso pode ser encorajado pois os agricultores, que já cultivam morangueiro, podem aumentar sua renda e aumentar a eficiência do uso do solo, por meio do cultivo consorciado. Mesmo que as plantas de alho sofram com a competição, é mais importante que não seja reduzida a produção da cultura principal. Além disso, obtiveram-se valores de RET acima de um, o que indica que há maior eficiência no uso do solo. Com isso, o agricultor tem dupla vantagem com o cultivo consorciado: redução de ácaro-rajado e outra fonte de renda. Para se produzir alho, em consórcio com morangueiro, também não foi realizado acréscimo de fertilizantes e água para irrigação. Também não houve incremento nos gastos com preparo de solo, controle de plantas invasoras, etc. Sendo assim, no consórcio houve economia de insumos e mão-de-obra.

Podemos concluir que não houve alteração significativa na produção das variedades de morangueiro cultivadas em consórcio com alho, o

consórcio morango/alho proporcionou maior eficiência no uso do solo e os morangueiros consorciados com alho, quando cultivados com antecedência apresentam maior poder de competição.

5. ARTIGO 3

OCORRÊNCIA DE ÁCAROS PREDADORES EM PLANTAS ESPONTÂNEAS EM MORANGUEIRO NO SISTEMA SUSPENSO

Resumo

O objetivo do trabalho foi avaliar a acarofauna presente em plantas espontâneas próximas ao morangueiro cultivado em “bags” suspensos. Foi realizado levantamento florístico (comunidade de plantas espontâneas) e faunístico (ácaros) em cinco estufas, sendo três com manejo convencional e dois com manejo orgânico. A flora foi avaliada sob as estruturas de produção do morangueiro, em três locais de cada estufa, somente em uma estufa orgânica foi realizada duas amostragens, em uma área de 1,8 m². Foram avaliados abundância, porcentagem de área que cada espécie vegetal ocupava e locais onde a espécie ocorre. Para a fauna de ácaros, em cada planta espontânea encontrada, 20% do material vegetal foi coletado e foram avaliadas abundância, frequência relativa e riqueza de ácaros. Foram contabilizadas 51 espécies de plantas espontâneas, pertencentes a 22 famílias botânicas. As espécies vegetais que abrigaram maior abundância de ácaros fitófagos foram: *Petroselinum crispum* (Mill.) Nym (165 espécimes), *C. benghalensis* (107), *Parthenium hysterophorus* L. (73) e *Lycopersicon esculentum* Mill. (53). Dentre as plantas espontâneas associadas aos ácaros predadores, as que obtiveram maior abundância foram: *Urochloa mutica* (Forssk.) T.Q. (139), *C. benghalensis* (72), *Capsicum* spp. L. (41) e *P. crispum* (40). As plantas com maior abundância de ácaros generalistas associados foram: *U. mutica* (74), *C. benghalensis* (51), *Conyza canadensis* (L.) Cronquist (15) e *Capsicum* spp. (13). Os ácaros predadores com maior abundância foram: *Neoseiulus californicus* (McGregor) (8.94%), *Neoseiulus anonymus* (Chant & Baker) (8.86%), *Euseius citrifolius* (Denmark & Muma) (7,42%) e *Euseius concordis* (Chant) (3,18%), presente em 31,37, 7,84, 13,73, 23,53% dos hospedeiros e 11, 2, 6 e 8 locais de coleta, respectivamente. Associações entre plantas e ácaros foram analisadas e discutidas.

Palavras-chave: Controle biológico conservativo, acarofauna, Phytoseiidae, *Fragaria* x *ananassa*.

Abstract

The objective of this work was to evaluate a community of spontaneous plants in strawberry cultivated in suspended "bags" and the acarofauna on plant species in greenhouses with organic or conventional cultivation system. A floristic survey (community of spontaneous plants) and faunistic (mites) were carried out in five greenhouses, three with conventional management and two with organic management. The flora was evaluated under the structures of strawberry production, in three locations of each greenhouse; in an organic greenhouse two samplings were performed, in an area of 1.8 m² was sampled each local. It was evaluated: abundance, percentage of area occupied by each vegetal species and places where the species. For mite fauna, in each spontaneous plant, 20% of the plant material was collected and abundance, relative frequency and mite richness were evaluated. There were 51 species of spontaneous plants belonging to 22 botanical families found. The plant species that harbored the greatest abundance of phytophagous mites were: *Petroselinum crispum* (Mill.) Nym (165 espécimes), *C. benghalensis* (107), *Parthenium hysterophorus* L. (73), and *Lycopersicon esculentum* Mill. (53). Among the spontaneous plants associated with predatory mites, the ones that obtained the greatest abundance were: *Urochloa mutica* (Forssk.) T.Q. (139), *C. benghalensis* (72), *Capsicum* spp. L. (41), and *P. crispum* (40). The plants with greatest abundance of associated general mites were: *U. mutica* (74), *C. benghalensis* (51), *Conyza canadensis* (L.) Cronquist (15), and *Capsicum* spp. (13). The most abundant predators species were: *Neoseiulus californicus* (McGregor) (8.94%), *Neoseiulus anonymus* (Chant & Baker) (8.86%), *Euseius citrifolius* (Denmark & Muma) (7.42%), and *Euseius concordis* (Chant) (3.18%), present in 31.37, 7.84, 13.73, 23.53% of the hosts and 11, 2, 6 and 8 collection locations, respectively. Associations between plants and mites were analyzed and discussed.

Key words: Conservation biological control, Mite fauna, Phytoseiidae, *Fragaria* x *ananassa*.

Introdução

O ácaro-rajado, *Tetranychus urticae* Koch, é uma espécie polífaga, que pode ser encontrada em mais de 1100 espécies de plantas, pertencentes a 140 famílias botânicas (GRBIC et al., 2011), sendo uma das principais pragas na cultura do morangueiro, reduzindo a duração do ciclo da cultura e produção de frutos (RONQUE, 2010). Seu manejo tem sido realizado principalmente com utilização de acaricidas químicos. Entretanto, existe uma grande demanda no sentido de reduzir resíduos de defensivos agrícolas. Neste sentido, a utilização de agentes de controle biológicos é um dos principais métodos atualmente pesquisados e utilizados.

No Brasil, o controle biológico de ácaro-rajado é realizado principalmente com a liberação massal de ácaros predadores das espécies *Neoseiulus californicus* ou *Phytoseilus macropilis* (Acari: Phytoseiidae) (BERNARDI et al., 2015). As espécies de ácaros predadores com hábitos alimentares generalistas podem ingerir pólen, insetos (tripes, mosca-branca), exsudados de plantas ou “honeydew”, como complemento ou alimentação exclusiva quando presas não estão disponíveis. Apresentam diversos estilos de vida, podendo sobreviver sobre plantas ou no solo (MCMURTRY e CROFT 1997; MCMURTRY et al., 2013). Por isso, é importante estudos sobre espécies de plantas que possam servir de abrigo para ácaros predadores e oferecer dieta alternativa ou complementar.

Estudo de revisão de literatura, avaliando dados de 62 artigos, não foi encontrado evidência consistente sobre a relação entre aumento da diversificação de plantas e aumento sobre inimigos naturais, redução de pragas ou aumento na produtividade (POVEDA et al., 2008). Normalmente, um simples aumento da diversidade de plantas não condiciona a manutenção dos inimigos naturais, por isso, são necessários estudos para a seleção de plantas-chave com potencial de oferecer alimento alternativo, abrigo e microclima

favorável para o desenvolvimento e manutenção de inimigos naturais, de forma não invasiva, promovendo relações ecológicas positivas, para a supressão de pragas (LANDIS et al., 2000; POVEDA et al., 2008). Estudo com plantas de cobertura em entrelinhas de cultivo de laranja clementina (*Citrus clementina* Hort. Ex Tan.) revelou que o plantio de *Festuca arundinacea* Schreb. (Poaceae) reduz a população de *T. urticae* e *Panonychus citri* (McGregor), comparada com solo descoberto, ou vegetação espontânea diversa (diversidade de 41 espécies de plantas pertencentes a 20 famílias botânicas) (AGUILAR-FENOLLOSA et al., 2011), o que demonstra que a escolha da espécie adequada é mais importante que a alta diversidade de espécies.

Determinadas plantas espontâneas podem abrigar maior número de presas, que, por sua vez, proporcionam maior diversidade de alimento para a população de ácaros predadores. A oferta de dieta mista, composta por duas presas: mosca-branca (praga principal), *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) e tripes (alimento alternativo), *Frankliniella occidentalis* (Pergande), para *Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot), proporcionou redução de até 15 vezes na população dos dois insetos, comparadas a oferta de somente um tipo de presa para o ácaro predador (MESSELINK et al., 2008). Apesar de propor a inclusão de outra espécie de fitófago para melhor controle de mosca-branca, o que pode fazer com que se estabeleça infestação de tripes, este estudo demonstra que a dieta diversificada tem papel importante na biologia dos ácaros predadores.

No sistema suspenso de cultivo de morangueiro, plantas são cultivadas em “bags” elevados em armações de madeira. Os produtores têm a opção de retirar ou não todas as plantas espontâneas, que ficam sob as estruturas que sustentam as plantas. Certas espécies de plantas espontâneas que vegetam sob os “bags” suspensos, poderiam eventualmente servir de abrigo e fornecer alimento (presas, hospedeiros, néctar e ou pólen) para inimigos naturais. Por isso, o objetivo do trabalho foi avaliar a acarofauna presente em plantas espontâneas próximas ao morangueiro cultivado em “bags” suspensos.

Materiais e métodos

O levantamento florístico e faunístico foi realizado em três estufas convencionais (CONV1, CONV2, CONV3) e duas orgânicas (ORG1 e ORG2) (Tabela 1) de produção de morango, no sistema suspenso, Marialva – Paraná - Brasil. A classificação climática é Cfa (Classificação de Köppen). As estruturas das bancadas foram feitas de eucalipto tratado, com 1,0 m de altura e 0,70 m de largura. As avaliações foram realizadas em três pontos em cada estufa, exceto na área ORG2, na qual foram selecionados somente dois pontos, sob as estruturas. Em cada ponto de coleta utilizou-se área amostral de 1,8m².

Tabela 1. Sistemas de cultivo, coordenadas geográficas e altitude onde realizaram-se levantamentos da acarofauna em morangueiro suspenso Marialva, Paraná, Brasil.

Identificação	Sistema	Coordenadas		Altitude (m)
CON 1	Convencional	23° 28' 13.59" S	51° 47' 50.54" O	614
CON 2	Convencional	23° 29' 09.15" S	51° 45' 57.45" O	568
CON 3	Convencional	23° 28' 04.29" S	51° 48' 01.87" O	594
ORG 1	Orgânico	23° 27' 53.28" S	51° 47' 08.39" O	596
ORG 2	Orgânico	23° 24' 45.33" S	51° 48' 56.73" O	593

CON: Sistema convencional; ORG: Sistema orgânico

Em propriedades convencionais, o manejo de fertirrigação, pragas e doenças foi realizado de acordo com recomendações técnicas para a cultura de morangueiro, com adaptação para sistema de cultivo suspenso (RONQUE, 2010; GALINA et al., 2013). Para as propriedades orgânicas, o manejo foi realizado utilizando-se insumos e procedimentos conforme legislação vigente para produção vegetal orgânica.

Foi realizada análise florística na qual se procedeu ao levantamento das plantas espontâneas presentes, determinando-se a abundância, porcentagem de área que cada espécie ocupava e locais onde a espécie foi observada. Para estudo da acarofauna (ácaros fitófagos, generalistas e predadores) sobre as folhas das plantas espontâneas, em cada espécie vegetal foi coletado o equivalente a 20% da biomassa de folhas, do

total da área avaliada e foram avaliadas abundância, freqüência relativa e riqueza de ácaros.

Após coleta, as plantas espontâneas foram levadas ao laboratório para contabilização do número de ácaros, com microscópio estereoscópico (40x de aumento). Após contagem, os ácaros foram montados em lâminas contendo meio de Hoyer e mantidos em estufa a 50°C para secagem e clarificação. Para a identificação de espécies de ácaros predadores foi utilizada chave de identificação para cada família e microscópio ótico com contraste de fases, com 1200x de aumento.

Para a avaliação de associação entre espécies de ácaros e plantas espontâneas, foi utilizado índice de Sorensen (IS) (SORENSEN, 1948), segundo fórmula: $IS = 2 * [(c/A+B)-0,5]$, onde: c = número de indivíduos A (Predadores) e B (Fitófagos e generalistas) cuja ocorrência acontece simultaneamente na mesma amostragem; A = número total de ácaros predadores; B = número total de ácaros fitófagos ou generalistas. Segundo este índice, que vai de -1 até +1, -1 não denota nenhuma associação entre as espécies, $0 < +1$ denota associação parcial e +1 denota associação completa.

Resultados

Foram contabilizadas 51 espécies de plantas espontâneas, pertencentes a 22 famílias botânicas (Tabela 2). O maior número de espécies de plantas foi observado nas famílias Asteraceae (13) e Poaceae (9). As espécies que foram observadas em maior área foram: *Parthenium hysterophorus* L. (15.41 m²), *Cyperus rotundus* L. (6.67 m²) e *Commelina benghalensis* L. (6.64 m²). Do total de 14 pontos avaliados, *Phyllanthus* sp., *P. hysterophorus*, *C. rotundus* foram encontrados em 12, 9 e 9 pontos, respectivamente.

Tabela 2 – Diversidade de plantas espontâneas presentes sob as estruturas de produção de morangueiro no sistema suspenso, considerando-se a família e a espécie das plantas espontâneas; área total e número de locais ocupados por tais espécies (flora) e; acarofauna presente em tais vegetações. (Marialva, Paraná, Brasil – Novembro de 2015 a Dezembro de 2016.

Família	Plantas espontâneas	Flora		Acarofauna					
		Área (m ²)	Locais	Predador		Fitófago		Generalista	
				Ab*	Riq*	Ab	Riq	Ab	Riq
	<i>Artemisia vulgaris</i> L.	0.54	1	5	2	2	1	0	0
	<i>Bidens pilosa</i> L.	0.23	1	0	0	0	0	0	0
	<i>Cichorium intybus</i> L.	0.18	1	2	1	0	0	0	0
	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	0.09	1	6	3	0	0	15	1
	<i>Emilia sonchifolia</i> (L.) DC.	0.81	2	3	2	0	0	0	0
	<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	1.53	5	7	4	41	1	1	1
Asteraceae	<i>Gnaphalium spicatum</i> Lam.	0.09	1	0	0	1	1	0	0
	<i>Hypochaeris radicata</i> L.	0.18	1	0	0	7	1	0	0
	<i>Lactuca sativa</i> L.	0.72	1	30	3	48	1	0	0
	<i>Parthenium hysterophorus</i> L.	6.64	9	33	4	73	1	1	1
	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	0.91	7	11	1	38	1	1	1
	<i>Taraxacum officinale</i> FH Wigg	0.09	1	0	0	0	0	0	0
	<i>Tridax procumbens</i> L.	0.05	1	0	0	2	1	0	0
	<i>Alternanthera tenella</i> Colla	0.90	2	0	0	0	0	0	0
Amaranthaceae	<i>Amaranthus deflexus</i> L.	0.65	3	5	2	8	1	9	1
	<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	2.25	4	0	0	1	1	0	0
Amaryllidaceae	<i>Allium schoenoprasum</i> L.	1.89	3	0	0	2	1	0	0
Apiaceae	<i>Petroselinum crispum</i> (Mill.) Nym	3.15	2	40	3	165	2	0	0
Boraginaceae	<i>Heliotropium indicum</i> L.	0.18	1	0	0	6	1	0	0
Brassicaceae	<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	0.72	2	0	0	2	1	1	1
Commelinaceae	<i>Commelina benghalensis</i> L.	15.41	9	72	8	107	2	51	1
Cyperaceae	<i>Cyperus difformis</i> L.	0.94	2	0	0	0	0	0	0
	<i>Cyperus rotundus</i> L.	6.66	4	0	0	1	1	0	0
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	0.27	2	0	0	1	1	2	1
	<i>Leonurus sibiricus</i> L.	0.76	3	15	4	2	2	11	1
Lamiaceae	<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	0.27	1	1	1	0	0	0	0
	<i>Mentha</i> sp. L.	4.32	2	0	0	5	1	0	0
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i> L.	2.12	5	4	2	27	1	5	1
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> L.	0.05	1	7	3	0	0	0	0
Oxalidaceae	<i>Oxalis acetosella</i> L.	4.32	3	0	0	1	1	0	0
	<i>Oxalis latifolia</i> Kunth	0.67	1	0	0	32	1	0	0
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus</i> sp.	3.74	12	2	1	21	1	0	0
	<i>Bromus catharticus</i> Vahl	0.09	1	0	0	0	0	0	0
Poaceae	<i>Digitaria horizontalis</i> Willd.	0.18	2	0	0	0	0	0	0
	<i>Digitaria insularis</i> (L.) Fedde.	2.16	4	0	0	0	0	0	0

	<i>Digitaria sanguinalis</i> L. Scop.	0.27	1	0	0	3	1	0	0
	<i>Echinochloa crus-galli</i> L.	0.18	1	0	0	0	0	0	0
	<i>Eleusine</i> sp	0.27	2	0	0	0	0	1	1
	<i>Paspalum notatum</i> Flüggé	0.45	2	0	0	0	0	0	0
	<i>Urochloa mutica</i> (Forssk.) T.Q. Nguyen	3.96	2	139	9	2	1	74	1
	<i>Urochloa plantaginea</i> (Link) R. Webster)	0.25	2	2	1	19	1	0	0
Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i> L.	0.09	1	0	0	0	0	0	0
	<i>Spermacoce alata</i> Aubl.	0.09	1	1	1	0	0	0	0
Rubiaceae	<i>Richardia brasiliensis</i> (Gomes)	0.18	2	0	0	3	1	0	0
Rutaceae	<i>Ruta graveolens</i> L.	0.36	1	0	0	1	1	0	0
Samambaia	Samambaia	0.54	1	0	0	0	0	0	0
	<i>Capsicum</i> spp. L.	3.69	2	41	3	5	1	13	1
Solanaceae	<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.	4.77	4	3	2	53	1	5	1
	<i>Solanum americanum</i> Mill.	1.89	3	22	2	0	0	0	0
Vitaceae	<i>Vitis</i> sp.	0.18	1	0	0	0	0	0	0
Zingiberaceae	<i>Zingiber officinale</i> Rosc.	0.18	1	0	0	0	0	0	0
TOTAL		81.12	14	451		679		190	

* Ab.= Abundância; Riq.= Riqueza de espécies.

As espécies vegetais que abrigaram maior abundância de ácaros fitófagos foram: *Petroselinum crispum* (Mill.) Nym, *C. benghalensis*, *Parthenium hysterophorus* L. e *Lycopersicon esculentum* Mill. (Tabela 2). Dentre as plantas espontâneas associadas aos ácaros predadores, as que obtiveram maior abundância foram: *Urochloa mutica* (Forssk.) T.Q., *C. benghalensis*, *Capsicum* spp. L. e *P. crispum*. As plantas com maior abundância de ácaros generalistas associados foram: *U. mutica*, *C. benghalensis*, *Conyza canadensis* (L.) Cronquist e *Capsicum* spp.. As plantas com maior riqueza de ácaros fitófagos foram: *P. crispum*, *C. benghalensis* e *Leonurus sibiricus* L., com duas espécies. Em relação aos predadores, as plantas com maior riqueza foram: *U. mutica* (*Neoseiulus anonymus* (Chant & Baker), *Neoseiulus californicus* (McGregor), *Neoseiulus tunus* (De Leon), *Amblyseius chiapensis* (De Leon), *Euseius citrifolius* (Denmark & Muma), *Euseius concordis* (Chant), *Proprioseiopsis domingos* (El-Banhawy), Cunaxidae e Cheyletidae), *C. benghalensis* (*N. anonymus*, *N. californicus*, *N. tunus*, *A. chiapensis*, *E. concordis*, *P. domingos*, Cunaxidae e Cheyletidae) e *P. hysterophorus* (*N. californicus*, *N. tunus*, *E. citrifolius* e *E. concordis*)

O grupo de ácaros com maior abundância foi o dos fitófagos (51.44% do total), com riqueza de duas espécies, *Tetranychus urticae* Koch e *Brevipalpus* sp., que estiveram presentes em 58.82% e 5.88% das plantas espontâneas avaliadas, em 13 e 5 locais de coleta, respectivamente (Tabela 3). O segundo maior grupo em abundância foi o dos predadores (34.24%), com riqueza de 16 espécies. Os representantes com maior abundância foram: *N. californicus* (8.94%), *N. anonymus* (8.86%), *E.citrifolius* (7.42%) e *E.concordis* (3.18%), presente em 31.37, 7.84, 13.73, 23.53% dos hospedeiros e 11, 2, 6 e 8 locais de coleta, respectivamente. O grupo de ácaros generalistas (14.32%) apresentou riqueza de duas espécies, com ácaros das famílias Tydeidae e Eupodidae, presentes em 23.53% e 1.96% das plantas observadas, e 10 e 1 local de coleta, respectivamente.

Tabela 3 – Acarofauna coletada em plantas espontâneas presentes sob as estruturas de produção de morangueiro no sistema suspenso, segundo número de espécimes (Esp.), frequência (F), locais, hospedeiros (Hosp.) e hábito alimentar (Hab.). Marialva, Paraná, Brasil, Novembro de 2015 a Dezembro de 2016.

Ácaros predadores	Esp.	F (%)	Locais	%	Hosp.	%	Hab.
Bdelloidea							
Cunaxidae	3	0.23	2	14.29	2	3.92	P
Cheyletoidea							
Cheyletidae	2	0.15	2	14.29	2	3.92	P
Eupodoidea							
Eupodidae Koch	1	0.08	1	7.14	1	1.96	G
Phytoseioidea							
<i>Amblyseius</i> sp. Macho	3	0.23	2	14.29	2	3.92	P
<i>Amblyseius</i> sp n.	10	0.76	2	14.29	2	3.92	P
<i>Amblyseius</i> cf. <i>tamatavensis</i> (Blommers)	1	0.08	1	7.14	1	1.96	P
<i>Amblyseius</i> cf. <i>chiapensis</i> (De Leon)	14	1.06	2	14.29	3	5.88	P
<i>Euseius citrifolius</i> (Denmark & Muma)	98	7.42	6	42.86	7	13.73	P
<i>Euseius concordis</i> (Chant)	42	3.18	8	57.14	12	23.53	P
<i>Neoseiulus anonymus</i> (Chant & Baker)	17	1.29	7	50.00	4	7.84	P
<i>Neoseiulus californicus</i> (McGregor)	118	8.94	11	78.57	16	31.37	P
<i>Neoseiulus tunus</i> (De Leon)	117	8.86	2	14.29	4	7.84	P
Phytoseiidae n.	18	1.36	5	35.71	5	9.80	P
<i>Phyoseiulus</i> sp. Evans	2	0.15	2	14.29	2	3.92	P
<i>Proprioseiopsis domingos</i> (El-Banhawy)	6	0.45	2	14.29	3	5.88	P
<i>Galendromus</i> sp.	1	0.08	1	7.14	1	1.96	P

Tetranychidae							
<i>Brevipalpus</i> sp.	61	4.62	5	35.71	3	5.88	F
<i>Tetranychus urticae</i> Koch	618	46.82	13	92.86	30	58.82	F
Tydeidae							
Tydeidae	188	14.24	10	71.43	12	23.53	G
TOTAL	1320		14		51		

Foi verificada associação completa (IS=1.00) de predadores da família Phytoseiidae com os ácaros fitófagos (Tabela 4):

- a) *T. urticae* em *Lactuca sativa* L. e *C. benghalensis*;
- b) *Brevipalpus* sp. em *P. crispum*; e
- c) Tydeidae em *L. sibiricus*.

Houve associação positiva parcial de Phytoseiidae com *T. urticae* em *P. crispum* (0.98) e *Sonchus oleraceus* L. (0.87); com *Brevipalpus* sp. em *C. benghalensis* (0.64), e com Tydeidae em *C. benghalensis* (0.87) e *U. mutica* (0.72).

Não foi verificada associação de Phytoseiidae com Tydeidae em *Capsicum* spp. (-0.86).

Tabela 4 – Relações entre plantas espontâneas e ácaros, segundo índice de Sorensen (IS). Marialva, Paraná, Brasil, Novembro de 2015 a Dezembro de 2016.

Família	Planta	Relações	IS
Apiaceae	<i>Petroselinum crispum</i> (Mill.) Nym	Phytoseiidae x <i>T. urticae</i>	0.98
		Phytoseiidae x <i>Brevipalpus</i>	1.00
Asteraceae	<i>Lactuca sativa</i> L. <i>Parthenium hysterophorus</i> L. <i>Sonchus oleraceus</i> L.	Phytoseiidae x <i>T. urticae</i>	1.00
		Phytoseiidae x <i>T. urticae</i>	0.06
		Phytoseiidae x <i>T. urticae</i>	0.87
Commelinaceae	<i>Commelina benghalensis</i> L.	Phytoseiidae x Tydeidae	1.00
		Phytoseiidae x <i>Brevipalpus</i>	0.87
Lamiaceae	<i>Leonurus sibiricus</i> L.	Phytoseiidae x Tydeidae	0.64
Poaceae	<i>Urochloa mutica</i> (Forssk.) T.Q. Nguyen	Phytoseiidae x Tydeidae	1.00
		Phytoseiidae x <i>T. urticae</i>	0.72
Solanaceae	<i>Capsicum</i> sp.	Phytoseiidae x Tydeidae	0.00
		Phytoseiidae x Tydeidae	-
			0.86

Discussão

O maior número de plantas da família Asteraceae sob as bancadas de produção de morango em estufa também foi observado em estudos prévios em levantamentos de plantas espontâneas próximas ao campo de cultivo de morangueiro em campo aberto no Estado do Rio Grande do Sul (FERLA et al., 2007) e na Argentina (OTTAVIANO et al., 2015). No Rio Grande do Sul foram observadas 27 espécies vegetais pertencentes a 15 famílias botânicas (FERLA et al., 2007), apresentando menor diversidade de espécies do que no presente estudo (51 e 22, respectivamente) (Tabela 2).

A alta densidade populacional de *N. californicus* (118 espécimes) pode estar relacionada à liberação massal de produto biológico realizada pelos agricultores. Os predadores podem ter caído sobre as plantas espontâneas, onde encontraram condição favorável para seu desenvolvimento, com fonte de alimentação, como o ácaro-rajado ou pólen, observado em diversas plantas. *N. californicus* prefere se alimentar de ácaros da família Tetranychidae, porém, pode se alimentar também de pólen de plantas espontâneas (classificado por seu hábito alimentar como Phytoseiidae do tipo II) (MCMURTRY et al., 2013) como *Convolvulus arvensis* L., *Galega officinalis* L. e *Lamium amplexicaule* L. (OTTAVIANO et al., 2015). A diversidade de alimentos para o predador pode ser um fator importante para o seu estabelecimento. O controle de uma determinada praga, por meio de ácaro predador, pode ser mais efetivo com o fornecimento de pólen de determinadas plantas como complemento à dieta de fitófagos (NOMIKOU et al., 2010; RIAHI et al., 2017).

Para a utilização com segurança de plantas banqueiras, as espécies, preferencialmente, não devem ser boas hospedeiras dos mesmos fitófagos de importância da cultura principal. Para o cultivo de morangueiro, *T. urticae* e *Phytonemus pallidus* (Banks) são ácaros que representam maior dificuldade de controle, nas condições do Norte do Paraná (RONQUE, 2010; BERNARDI et al., 2015). Em nosso estudo, foi verificado que *P. crispum*, *C. benghalensis*, *P. hysterothorus* e *L. esculentum*, *L. sativa* foram plantas que

abrigaram maiores populações de ácaro-rajado. Apesar destas plantas, com exceção de *L. esculentum*, também abrigarem altas populações de ácaros predadores, o uso destas plantas como banqueiras pode contribuir para aumento na população de ácaros fitófagos, o que torna seu cultivo arriscado. *C. benghalensis* também abrigou alta população de Tydeidae, no entanto, a associação entre Phytoseiidae foi completa para *T. urticae* (1.00) e parcial para Tydeidae (0.87) (Tabela 4), o que indica que a presença de Phytoseiidae estava mais relacionada à presença de *T. urticae* do que Tydeidae.

Por outro lado, nove espécies de Phytoseiidae foram constatadas em *U. mutica*. *E. concordis* e *N. tunus* foram os ácaros predadores com maior abundância nesta planta, seguido por *Amblyseius* sp n., em menor abundância (Tabela 5). Em estudo prévio, os ácaros predadores com maior abundância em *U. mutica* foram espécies pertencentes aos gêneros *Pronematus* sp. e *Asca* sp., e foram encontrados ácaros generalistas *Lorria* sp., da família Tydeidae (CRUZ et al., 2012). Apesar de hospedar ácaros predadores, *U. mutica* foi muito pouco infestada por *T. urticae*, o que sugere a utilização desta como potencial planta banqueira para ácaros predadores.

Ácaros do gênero *Euseius* são predadores que necessitam de pólen como fonte importante de alimento na dieta e, por isso, são considerados predadores com hábito alimentar tipo IV (MCMURTRY et al., 2013), ou seja, podem alimentar-se de Tetranychidae, porém, é necessário que haja pólen como alimento complementar (ZHIMO e MCMURTRY, 1990). *E. concordis* apresentou previamente alta taxa de mortalidade e baixa de fecundidade quando alimentadas exclusivamente com *T. urticae* (MESA et al., 1990). A disponibilidade exclusiva de ácaros (grupo Astigmatina ou *T. urticae* e *Mononychellus progresivus* Doreste) como presa como alimento proporcionam alta taxa de sobrevivência, porém, as taxas de oviposição são reduzidas (BARBOSA e de MORAES 2015, MESA et al., 1990). Por outro lado, quando houve fornecimento de diferentes pólenes, a taxa média de oviposição foi maior com este tipo de alimentação do que alimentados com as diversas espécies de ácaros (FERLA e de MORAES, 2003; MASSARO et al., 2016).

Tabela 5 – Distribuição da acarofauna amostrada em plantas espontâneas presentes sob as estruturas de produção de morangueiro no sistema suspenso. Marialva, Paraná, Brasil, Novembro de 2015 a Dezembro de 2016. (cont...)

		EUP	TYD	TSM	BRE	NAN	NCA	NTU	AMCH	AMM	AMP	AMTA	PHY	EUCI	EUCO	GALE	PRDO	CUNA	PHS	CHEY
	LEOSI	0	11	1	1	5	0	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Lamiaceae	ROSOF	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	MENTH	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Malvaceae	SIDRHO	0	5	27	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
Myrtaceae	PSIGU	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	5	0	0	0	0	0
Oxalidaceae	OXAAC	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	OXALA	0	0	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Phyllanthaceae	PHYLL	0	0	21	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	BROCA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	DIGIN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	DIGSAN	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Poaceae	ELEUS	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	PASNO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	UROMU	0	74	2	0	5	1	83	6	0	9	0	9	2	18	0	3	2	0	1
	UROPL	0	0	19	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Portulacaceae	POROL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rubiaceae	SPEAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	RICBR	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rutaceae	RUTGR	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Samambaia	SAMAM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	CAPSI	0	13	5	0	0	6	0	0	0	0	0	0	34	1	0	0	0	0	0
Solanaceae	LYPES	0	5	53	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0
	SOLAM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	2	0	0	0	0	0

ARTVU: *Artemisia vulgaris* L., BIDPI: *Bidens pilosa* L., CICIN: *Cichorium intybus* L., CONCA: *Conyza canadensis* (L.) Cronquist, EMISO: *Emilia sonchifolia* (L.) DC., GALPA: *Galinsoga parviflora* Cav., GNASP: *Gnaphalium spicatum* Lam., HYPRA: *Hypochaeris radicata* L., LAISA: *Lactuca sativa* L., PARHY: *Parthenium hysterophorus* L., SPMOL: *Sonchus oleraceus* L., TAROF: *Taraxacum officinale*, TRIPR: *Tridax procumbens* L.), AMADE: *Amaranthus deflexus*, AMARE: *Amaranthus retroflexus*, ALISC: *Allium schoenoprasum* L., PETCR: *Petroselinum crispum* (Mill.) Nym, HELIN: *Heliotropium indicum* L., RAPRA: *Raphanus raphanistrum* L., COMBE: *Commelina benghalensis* L., CYPDI: *Cyperus difformis* L., CYPRO: *Cyperus rotundus* L., EUPHE: *Euphorbia heterophylla* L., LEOSI: *Leonurus sibiricus*, ROSOF: *Rosmarinus officinalis* L., MENTH: *Mentha* sp. L., SIDRH: *Sida rhombifolia* L., PSIGU: *Psidium guajava* L., OXAAC: *Oxalis acetosella* L., OXALA: *Oxalis latifolia* Kunth, PHYLL: *Phyllanthus* sp., BROCA: *Bromus catharticus* Vahl, DIGIN: *Digitaria insularis* (L.) Fedde., DIGSA: *Digitaria sanguinalis* L. Scop., ELEUS: *Eleusine* sp., PASNO: *Paspalum notatum* Flügge, UROMU: *Urochloa mutica* (Forssk.) T.Q. Nguyen, UROPL: *Urochloa plantaginea*, POROL: *Portulaca oleracea*, SPEAL: *Spermacoce alata* Aubl., RICBR *Richardia brasiliensis* (Gomes), RUTGR: *Ruta graveolens* L., SAMAM: *Samambaia*, CAPSI: *Capsicum* spp. L., LYPES: *Lycopersicon esculentum* Mill., SOLAM: *Solanum americanum* Mill. EUP: Eupodiidae, TYD: Tydeidae, TSM: *Tetranychus urticae* Koch, BRE: *Brevipalpus* sp., AMM: *Amblyseius* sp. Macho, AMP: *Amblyseius* sp. n., AMTA: *Amblyseius* cf. *tamatavensis* (Blommers), AMCH: *Amblyseius* cf. *chiapensis* (De Leon), EUCI: *Euseius citrifolius* (Denmark & Muma), EUCO: *Euseius concordis* (Chant), NAN: *Neoseiulus anonymus* (Chant & Baker), NCA: *Neoseiulus californicus* (McGregor), NTU: *Neoseiulus tunus* (De Leon), PHY: Phytoseiidae n., PHS: *Phytoseiulus* sp. Evans, PRDO: *Proprioseiopsis domingus* (El-Banhawy), GALE: *Galendromus* sp., CUNA: Cunaxidae.

Foi observada associação parcial entre Tydeidae x Phytoseiidae (0.72) (Tabela 4) em *U. mutica*. Possivelmente, os predadores estavam se alimentando de pólen de *U. mutica* e complementando sua dieta com ácaros da família Tydeidae, visto que em todas as avaliações foi observada panículas desta gramínea.

Outro predador encontrado sobre *U. mutica* no presente estudo, *N. tunus*, é comumente relatado sobre plantas espontâneas, em levantamentos de acarofauna nas regiões Sul e Sudoeste do Brasil (FURTADO et al., 2006; de MOURA et al., 2013; REICHERT et al., 2014; DEMITE et al., 2015). Várias espécies de ácaros do gênero *Neoseiulus* se alimentam de uma ampla gama de presas, especialmente ácaros da família Tydeidae, Tetranychidae, entre outros e, por isso, são habitualmente classificadas como predadores do tipo III (MCMURTRY et al., 2013).

Plantas de pimenteira também foram observadas associadas a ácaros predadores, sem abrigar altas densidades populacionais de fitófagos. *E. citrifolius*, *N. californicus* e *N. concordis* foram os predadores encontrados em pimenteira. Em levantamento anterior da acarofauna sobre pimenteiras foram encontradas 14 espécies de predadores associados à *P. latus* (SILVA et al., 2016), todas diferentes das encontradas no presente estudo. Em pimenteiras não foi possível verificar associação entre a presa alternativa (Tydeidae) e a população de predadores (Tabela 4), indicando que os predadores podem estar alimentando-se de pólen de pimenteira, e pouca ou nenhuma complementação na dieta com Tydeidae. Esta espécie vegetal tem sido estudada como alto potencial para servir de abrigo para predadores, principalmente *Amblyseius swirskii* Athias–Henriot, por oferecer alimento complementar (pólen), além de abrigo em estruturas foliares chamadas domácias (AVERY et al., 2014; KUMAR et al., 2014; KUMAR et al., 2015).

Em futuras pesquisas, pólenes de pimenteira ou *U. mutica* e Tydeidae poderão ser utilizado como alimento alternativo para *E. citrifolius*, *E. concordis*, *N. californicus* e *N. tunus* e poderão elucidar como a pimenteira e *U. mutica* mantem estes ácaros em campo: fornecendo alimento ou simplesmente abrigo.

Estudos com Tydeidae como alimento para predadores comerciais, tal como *N. californicus*, poderão direcionar melhor uso prático de *U. mutica* e pimenteira como plantas banqueiras integrando-se com o controle biológico aplicado. Em caso hipotético, após a liberação de massal de *N. californicus* e sucesso no controle de *T. urticae*, a falta de alimento poderia fazer com que a densidade deste predador fosse reduzida no decorrer do tempo. A liberação de folhas e flores/inflorescência de pimenteira ou *U. mutica*, com populações de Tydeidae, poderia aumentar a prevalência do predador na área de cultivo.

Em sumário, pimenteira e *U. mutica* foram associadas a altas densidades de ácaros predadores e baixas de fitófagos, sendo assim, com maior potencial para serem testadas como plantas banqueiras em cultivo de morangueiro orgânico e convencional, em sistema suspenso.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em estudo prévio, o consórcio de densidades de alho em meio ao cultivo de morangueiro promoveu redução de até 65% em populações de ácaro-rajado em morangueiro (HATA et al., 2016). Após a realização deste estudo, foi levantado um questionamento sobre possível sombreamento ou competição por água e nutrientes entre estas plantas, visto que foram avaliadas altas densidades de cultivo de alho, o que poderia prejudicar o desenvolvimento do morangueiro. O presente estudo demonstrou que não houve redução significativa na produção de morangueiro, nem de bulbos de alhos, nas diferentes densidades de cultivo. Foi verificado que os consórcios promoveram maior índice de razão equivalente de terra (RET), indicando uso mais eficiente do solo.

Com a expansão da cultura do morangueiro na região Norte do Paraná, houve o desenvolvimento de novas técnicas de manejo. Muitos agricultores têm optado pelo cultivo de morangueiro em sacolas “bags”, suspensas por estruturas de madeira, protegidas por estufas, abertas lateralmente. É o chamado cultivo suspenso. Com isso, a dinâmica produtiva tende a se alterar, pois o agroecossistema foi alterado. Muito provavelmente, doenças fúngicas como a Micosferela, *Mycosphaerella fragariae* (Tul.). Lindau, tende a reduzir e populações de ácaro-rajado, aumentar. Nos últimos anos, a presença de *N. bilobata* tem sido constantemente relatada em cultivos de morangueiro. Este inseto causa imperfeições em frutos de morangueiro (BERNARDI et al., 2015), o que pode provocar prejuízos financeiros. Por se tratar de um inseto com relatos recentes, não há produtos registrados e poucas pesquisas foram realizadas para seu controle. O presente estudo demonstrou que houve redução de até 64% na população de *N. bilobata* com cultivo de alho juntamente com morangueiro, nos bags, e 47% de redução na população deste inseto com cebolinha chinesa cultivada sob as estruturas de madeira, sobre o solo. Portanto, o cultivo consorciado e o cultivo sob as estruturas podem ser métodos complementares para o controle deste inseto.

Alguns produtores de morangueiro em sistema suspenso visitados durante o período dos experimentos faziam o manejo de plantas espontâneas sob as estruturas de madeira, deixando o solo exposto, sem cobertura vegetal. Entretanto, foi observado que algumas plantas abrigavam ácaros predadores. Esta hipótese foi confirmada com o presente estudo. Futuros estudos com utilização de pólen de *U. mutica* como fonte alternativa de alimentos para ácaros predadores, ou o destaque de folhas desta gramínea ou folhas de pimenteiras e liberação sob as folhas de morangueiro para o controle de ácaro-rajado poderão ser realizadas. A integração entre os métodos aqui apresentados, juntamente com liberação inundativa de ácaros predadores por meio de produtos comerciais, poderia ser avaliado em futuros estudos.

REFERÊNCIAS

- AGUILAR-FENOLLOSA, E.; IBÁÑEZ-GUAL, M. V.; PASCUAL-RUIZ, S.; HURTADO, M.; JACAS, J. A. Effect of ground-cover management on spider mites and their phytoseiid natural enemies in clementine mandarin orchards (I): bottom-up regulation mechanisms. **Biological control**, v.59, n.2, p.158-170, 2001.
- ALTIERI, M.A.; NICHOLLS, C.I. **Biodiversity, ecosystem function, and insect pest management in agricultural systems**. In: Biodiversity in agroecosystems. COLLINS, W.W.; QUALSET, C.O. (Eds.), Lewis Publishers, Boca Ratón, 1999.
- ANDRADE, P.F.S. **Fruticultura**. SEAB/DERAL – Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento – Departamento de Economia Rural, 2015. Disponível em: http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/fruticultura_2014_15.pdf Acesso em 09 de março de 2017.
- ANDREAZZA, F.; HADDI, K.; OLIVEIRA, E.E.; FERREIRA, J.A.M. *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) arrives at Minas Gerais State, a main strawberry production region in Brazil. **Florida Entomologist**, v.99, n.4, p-796-798, 2016.
- ANJUM, M.A.; QASIM, S.A.; AHMAD, S; HUSSAIN, S. Assessment of advantages of pea and non-legume winter vegetable intercropping systems through competition and economic indices. **Experimental Agriculture**, v.51, n.3, p.327-343, 2015.
- ATALLAH, J.; TEIXEIRA, L.; SALAZAR, R.; ZARAGOZA, G.; KOPP, A. The making of a pest: the evolution of a fruit-penetrating ovipositor in *Drosophila suzukii* and related species. **Proceedings of the Royal Society B**, v.281, 20132840, 2014.
- AVERY, P.B.; KUMAR, V.; XIAO, Y.; POWELL, C.A.; MCKENZIE, C.L.; OSBORNE, L.S. Selecting an ornamental pepper banker plant for *Amblyseius swirskii* in floriculture crops. **Arthropod-Plant Interactions**, v.8, n.1, p.49-56, 2014.
- AYRES, M. **BioEstat 5.0: Aplicações estatísticas nas áreas das Ciências biológicas e médicas**. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, Brasília, 2007.
- BAIDOO, P.K.; MOCHIAH, M.B.; APUSIGA, K. Onion as pest control intercrop in organic cabbage (*Brassica oleracea*) production system in Ghana. **Sustainable Agriculture Research**, v.1, n.1, 2012.

- BALLA, J.V.Q.; SANTOS, D.S.; OLIVEIRA, C.E.B. Transição agroecológica na produção de morangos no Assentamento Betinho – Distrito Federal. **Cadernos de Agroecologia**, v. 6, n.2, p.1-5, 2011.
- BARBOSA, M.F.; de MORAES, G.J. Evaluation of astigmatid mites as factitious food for rearing four predaceous phytoseiid mites (Acari: Astigmatina; Phytoseiidae). **Biological Control**, v.91, p.22-26, 2015.
- BASU, A.; NGUYEN, A.; BETTS, N.M.; LYONS, T.J. Strawberry as a functional food: an evidence-based review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.54, p.790-806, 2014.
- BELLAMY, D.E.; SISTERTON, M.S.; WALSE, S.S. Quantifying host potentials: Indexing postharvest fresh fruits for spotted wing drosophila, *Drosophila suzukii*. **PLoS ONE**, v.8, n.4, e61227, 2013.
- BERNARDI, D.; BOTTON, M.; NAVA, D.E.; ZAWADNEAK, M. **Guia para a identificação e monitoramento de pragas e seus inimigos naturais em morangueiro**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa, Brasília, p.46, 2015.
- BERNARDI, D.; GARCIA, M.S.; BOTTON, M.; NAVA, D.E. Biology and fertility life table of the green aphid *Chaetosiphon fragaefolli* on strawberry cultivars. **Journal of Insect Science**, v.12, artigo número 28, 2012.
- BENITO, N.P.; LOPES-DA-SILVA, M.; DOS SANTOS, R.S.S. Potential spread and economic impact of invasive *Drosophila suzukii* in Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.51, n.5, p.571-578, 2016.
- BIESDORF, E.M.; SILVA, J.S.; BIESDORF, E.M.; OLIVEIRA, O.J.; DEL CONTE, M.V. Desempenho agrônômico de cultivares de alho vernalizado e não vernalizado na região Sudeste de Mato Grosso. **Revista de Agricultura Neotropical**, v.2, n.3, p.44-48, 2015.
- BRAMBILA, J.; STOCKS, I. 2010. **The European Pepper Moth, *Duponchelia fovealis* Zeller (Lepidoptera: Crambidae), a Mediterranean Pest Moth** Discovered in Central Florida. Pest Alert created, p. 1-4. Disponível em: <http://www.freshfromflorida.com/content/download/66346/1600726/Pest_Alert_-_The_European_Pepper_Moth_-_Duponchelia_fovealis.pdf> Acesso em: 26 de fevereiro de 2017.
- CANTERI, M.G.; ALTHAUS, R.A.; FILHO, J.S.V.; GIGLIOTI, E.A.; GODOY, C.V. SASM – Agri: Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scott – Knott, Tukey e Duncan. **Revista Brasileira de Agrocomputação**, v.1, p.18-24, 2001.
- CAPINERA, J.L. (ed.) **Encyclopedia of Entomology**, 2nd Edition, 2008.

- CARROLL, J.; PRITTS, M.; HEIDENREICH, C. 2012 **Production Guide for Organic Strawberries**. Cornell University, 2012. Disponível em: <http://www.nysipm.cornell.edu/organic_guide/strawberry.pdf > Acesso em: 02 de março de 2017.
- CÉDOLA, C.; GRECO, N. Presence of the aphid, *Chaetosiphon fragaefolii*, on strawberry in Argentina. **Journal of Insect Science**, v.10, article 9, 2010.
- CEREZO, A.B.; CUEVAS, E.; WINTERHALTER, P.; GARCIA-PARRILLA, M.C.; TRONCOSO, A.M. Isolation, identification, and antioxidant activity of anthocyanin compounds in Camarosa strawberry. **Food Chemistry**, v.123, n.3, p.574-582, 2010.
- CHOH, Y.; SHIMODA, T.; OZAWA, R.; DICKE, M.; TAKABAYASHI, J. Exposure of bean leaves to volatiles from herbivore-induced conspecific plants results in emission of carnivore attractants: Active or passive process? **Journal of Chemical Ecology**, v.30, p.1305–1317, 2004.
- CINI, A.; IORIATTI, C.; ANFORA, G. A review of the invasion of *Drosophila suzukii* in Europe and a draft research agenda for integrated pest management. **Bulletin of Insectology**, v.65, n.1, p-149-160, 2012.
- COSTA, C. C.; CECÍLIO FILHO, A. B.; REZENDE, B. L. A.; BARBOSA, J. C.; GRANGEIRO, L. C. Viabilidade agrônômica do consórcio de alface e rúcula, em duas épocas de cultivo. **Horticultura brasileira**, v.25, n.1, p.34-40, 2007.
- CRUZ, W. P.; SARMENTO, R. A.; TEODORO, A. V.; ERASMO, E. A. L.; NETO, M. P.; IGNACIO, M.; JUNIOR, D. F. F. Acarofauna em cultivo de pinhão-manso e plantas espontâneas associadas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, n.3, p.319-327, 2012.
- DAROLT, M.R. Morango orgânico: opção sustentável para o setor. **Revista Campo & Negócios**. v.2, n.34, p.58-61, 2008
- de MORAES, G.J.; FLECHTMANN, C.H.W. **Manual de acarologia: Acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil**. Ribeirão Preto, Editora Holos, 308p. 2008.
- de MOURA, R.B.; BERTOLO, F.O.A.; OTT, A.P. Acarofauna associada à vegetação espontânea de vinhedos. **Ciência Rural**, v.43, n.9, p.1610-1617, 2013.
- DEMITE, P. R.; FERES, R. J. F.; LOFEGO, A. C. Influence of agricultural environment on the plant mite community in forest fragments. **Brazilian Journal of Biology**, v.75, n.2, p.396-404, 2015.

- DEPRÁ, M.; POPPE, J.L.; SCHMITZ, H.J.; DE TONI, D.C.; VALENTE, V.L.S. The first records of the invasive pest *Drosophila suzukii* in the South American continent. **Journal of Pest Science**, v.87, p.379-383, 2014.
- CARVALHO, S.P.; ZAWADNEAK, M.A.C., ANDRADE, P.F.S.; ZANDONÁ, J.C. **O cultivo do morangueiro no Brasil**. In: Como produzir morangos. ZAWADNEAK M.A.C., SCHUBER JM., MÓGOR A.F. (orgs) Editora UFPR, Curitiba – Paraná – Brazil. p.15-31.2014.
- EFIL, L.; ÖZGÜR, O.; EFIL, F. A new pest, *Duponchelia fovealis* Zeller, on strawberries in Turkey – damage, distribution and parasitoid. **Journal of Entomology and Zoology Studies**, v.2, n.4, p.328-334, 2014.
- EMATER – Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais – **Departamento técnico**, 2012.
- FERLA, N. J.; MORAES, G. J. D. Oviposition of the predators *Agistemus floridanus* Gonzalez, *Euseius concordis* (Chant) and *Neoseiulus anonymus* (Chant & Baker)(Acari) in response the different kinds of food. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.20, n.1, p.153-155, 2003.
- FERLA, N.J.; MARCHETTI, M.M.; GONÇALVES, D. Ácaros predadores (Acari) associados à cultura do morango (*Fragaria* sp, Rosaceae) e plantas próximas no Estado do Rio Grande do Sul. **Biota Neotropica**, v.7. n.2, p.1-8, 2007.
- FERLA, N.J.; MARCHETTI, M.M.; JOHANN, L.; HAETINGER, C. Functional response of *Phytoseiulus macropilis* under different *Tetranychus urticae* (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae) population density in laboratory. **Zoologia**, v. 28, n.1. p.17-22, 2011.
- FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura**. Viçosa: UFV, 415p., 2000.
- FREITAS, L.H.C., SCHIFINO-WITTMANN, M.T.; PAIM, N. R. Variabilidade intra e intergenotípica em uma população de híbridos entre *Leucaena leucocephala* e *L. diversifolia*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, p.1069-1076, 2001.
- FURTADO, I. P.; DE MORAES, G. J.; KREITER, S.; KNAPP, M. Search for effective natural enemies of *Tetranychus evansi* in south and southeast Brazil. **Experimental and Applied Acarology**, v.40, n.3-4, p.157-174, 2006.
- GALINA, J.; ILHA, L.; PAGNONCELLI, J. Cultivo orgânico do morangueiro em substrato. **Cadernos de Agroecologia**, v.8, n.2, p.1-5, 2013.
- GALLARDOS-GRANADOS, S.Ç; SALAZAR-SOLÍS, E; SALAS-ARAIZA, M.D.; MARTÍNEZ-JAIME, O.A. Incidencia de especies de hemípteros en fresa bajo dos sistemas de cultivo en Irapuato, Guanajuato, México. **Southwestern Entomologist**, v.42, n.2, p.547-560, 2016.

- GEISLER, F.C.S.; SANTOS, J.; HOLDEFER, D.R.; GARCIA, F.R.M. Primeiro registro de *Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931) (Diptera: Drosophilidae) para o estado do Paraná, Brasil e de novos hospedeiros. **Revista de Ciências Ambientais**, v.9, n.2, p.125-129, 2015.
- GEPTS, P. **Crop Domestication as a Long-Term Selection Experiment**. Plant Breeding Reviews: Long-term Selection: Crops, Animals, and Bacteria v.24, p.1-44, 2004.
- GRBIC, M., VAN LEEUWEN, T., CLARK, R. M., ROMBAUTS, S., ROUZE, P., GRBIC, V., OSBORNE, E. J., et al. The genome of *Tetranychus urticae* reveals herbivorous pest adaptations. **Nature** v.479, p.487-492, 2011.
- GONÇALVES, M. A.; VIGNOLO, G. K.; ANTUNES, L. E. C.; JUNIOR, C. R. **Produção de morango fora do solo**. Documentos 410. Embrapa Clima Temperado, Pelotas – RS, 2016.
- HATA, F.T.; VENTURA, M.U.; CARVALHO, M.G.; MIGUEL, A.L.; SOUZA, M.S.; PAULA, M.T.; ZAWADNEAK, M.A.C. Intercropping garlic plants reduces *Tetranychus urticae* in strawberry crop. **Experimental and Applied Acarology**, v.69, p.311-321, 2016.
- HENRY, T.H.; DELLAPÉ, P.M.; DE PAULA, A.S. **The Big-Eyed Bugs, Chinch Bugs, and Seed Bugs (Lygaeoidea)**, pp. 459–514. In PANIZZLI, A. R.; GRAZIA, J. eds. True bugs (Heteroptera) of the Neotropics. Entomology in Focus, v.2, 901 pp. 2015.
- HIMANEN, S.J.; BLANDE, J.D.; KLEMOLA, T.; PULKKINEN. J.; HEIJARI, J.; HOLOPAINEN, J.K. Birch (*Betula* spp.) leaves adsorb and re-release volatiles specific to neighbouring plants—A mechanism for associational herbivore resistance? **New Phytologist**, v.186, p.722–732, 2010.
- ISLAM, M.R.; HOSSAIN, M.F.; MIAN, M.A.K.; HOSSAIN, J.; ALAM, M.A. Outcome of intercropping garlic with brinjal for the small holder farmers of Bangladesh. **Indian Journal of Agricultural Research**, v.50, n.2, p.177-182, 2016.
- ISSA, R.B.; GAUTIER, H.; GOMEZ, L. Influence of neighbouring companion plants on the performance of aphid populations on sweet pepper plants under greenhouse conditions. **Agricultural and Forest Entomology**, v.19, p.181-191, 2016.
- KARLIDAG, H.; YILDIRIM, E. Strawberry intercropping with vegetables for proper utilization of space and resources. **Journal of Sustainable Agriculture**, v.33, n.1, p.107-116, 2009.

- KOEFENDER, J.; SCHOFFEL, A.; MANFIO, C. E.; GOLLE, D. P.; DA SILVA, A. N.; HORN, R. C. Consorciação entre alface e cebola em diferentes espaçamentos. **Horticultura Brasileira**, v.34, n.4, p.580-583, 2016.
- KUHN, T.M.A; LOECK, A.E.; ZAWADNEAK, M.A.C; GARCIA,M.S.; BOTTON, M. Parâmetros biológicos e tabela de vida de fertilidade de *Neopamera bilobata* (Hemiptera: Rhyparochromidae) em morangueiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.4, n.6, p. 422-427, 2014.
- KUMAR, V.; WEKESA, V. W.; AVERY, P. B.; POWELL, C. A.; MCKENZIE, C. L.; OSBORNE, L. S. Effect of pollens of various ornamental pepper cultivars on the development and reproduction of *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae). **Florida Entomologist**, v.97, n.2, p.367-373, 2014.
- KUMAR, V.; XIAO, Y.; MCKENZIE, C. L.; OSBORNE, L. S. Early establishment of the phytoseiid mite *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) on pepper seedlings in a Predator-in-First approach. **Experimental and Applied Acarology**, v.65, n.4, p.465-481, 2015.
- LANDIS, D. A.; WRATTEN, S. D.; GURR, G. M. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. **Annual Review of Entomology**, v.45, n.1, p.175-201, 2000.
- LANDON, A. J. The "How" of the Three Sisters: The origins of agriculture in Mesoamerica and the human niche. **Nebraska Anthropologist**. Paper 40, 2008.
- LEE, J. C., DREVES, A. J., CAVE, A. M., KAWAI, S., ISAACS, R., MILLER, J. C.; van TIM MEREN, S.; BRUCK, D. J. Infestation of wild and ornamental noncrop fruits by *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v.108, n.2, p-117-129, 2015
- LEMISKA, A.; PAULETTI, V.; CUQUEL, F.L.; ZAWADNEAK, M.A.C. Produção e qualidade da fruta do morangueiro sob influência da aplicação de boro. **Ciência Rural**, v.44, n.4, p.622-628, 2014.
- LIMA, M.A.C.; RESENDE, G.M. **Cultivo da cebola no nordeste**. Sistemas de produção, 3, Embrapa Semi-árido, 2007.
- LIU, X.C.; HU, J.F.; ZHOU, L.; LIU Z.L. Evaluation of fumigant toxicity of essential oils of Chinese medicinal herbs against *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae). **Journal of Entomology and Zoology Studies**, v.2, p.164–169, 2014.
- LOPES, C.A.; ÁVILA, A. C. **Doenças do tomateiro**. Embrapa Hortaliças. Brasília, 2005.
- LUCENA, R.R.; NEGREIROS, M.Z.D.; RESENDE, F.V.; LOPES, W.D.A.R.; SILVA, O. Productive performance of vernalized semi-noble garlic

- cultivars in western Rio Grande do Norte state, Brazil. **Revista Caatinga**, v.29, n.2, p.327-337, 2016.
- MAKISHIMA, N.; MELO, W. F. O rei das hortaliças. **Cultivar HF**, Pelotas, n. 29, p.28-32, 2005.
- MASSARO, M.; MARTIN, J. P. I.; de MORAES, G. J. Factitious food for mass production of predaceous phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) commonly found in Brazil. **Experimental and Applied Acarology**, v.70, n.4, p.411-420, 2016.
- MATOS, C.H.C.; PALLINI, A.; BELLINI, L.L.; de FREITAS, R.C.P. Domácias e seu papel na defesa das plantas. **Ciência Rural**, v.36, n.3, p.1021-1026, 2006.
- MAZARO, S.M.; MANGNABOSCO, M.C.; CITADIN, I.; PAULUS, D.; DE GOUVEA, A. Produção e qualidade de morangueiro sob diferentes concentrações de calda bordalesa, sulfocálcica e biofertilizante supermagro. **Semina: Ciências Agrárias**, v.34, n.6, p.3285-3294, 2013.
- MCATEE, W. L. Notes on "Heteroptera or True bugs of Eastern North America." **Bulletin of Brooklyn Entomological Society**. v.22, p.267-281, 1927
- MCMURTRY, J.A.; CROFT, B.A. Life-styles of phytoseiid mites and their roles in biological control. **Annual Review of Entomology**, v.42, p.291–321, 1997.
- MCMURTRY, J. A.; de MORAES, G. J.; SOURASSOU, N. F. Revision of the lifestyles of phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) and implications for biological control strategies. **Systematic and Applied Acarology**, 18, v.4, p.297-320, 2013.
- MEAD, R; WILLEY, R.W. The concept of land equivalent ratio and advantages in yields from intercropping. **Experimental Agriculture**, v.16, p.217–228, 1980.
- MESA, N. C.; BRAUN, A. R.; BELOTTI, A. C. Comparison of *Mononychellus progresivus* and *Tetranychus urticae* as prey for five species of phytoseiid mites. **Experimental and Applied Acarology**, v.9, n.3-4, 159-168, 1990.
- MESSELINK, G. J.; VAN MAANEN, R.; VAN STEENPAAL, S. E.; JANSSEN, A. Biological control of thrips and whiteflies by a shared predator: two pests are better than one. **Biological Control**, v.44, n.3, 372-379, 2008.
- MITSUI, H.; TAKAHASHI, K.H.; KIMURA, M.T. Spatial distributions and clutch sizes of *Drosophila* species ovipositing on cherry fruits of different stages. **Population Ecology**, v.48, p-233-237, 2006.

- MTAMBO, C. C.; ZELEDON, I. H. The development of integrated control methods for the tomato red spider mite (*Tetranychus evansi*) in Malawi. In. Agricultural technologies for sustainable development in Malawi, 2000, Lilongwe, Malawi. **Proceedings of the first annual scientific conference held at the Malawi Institute of Management**, p.139-147.
- MUTIGA, S.K.; GOHOLE, L.S.; AUMA, E.O. Agronomic performance of collards under two intercrops and varying nitrogen application levels as assessed using land equivalent ratios. **Journal of Agricultural Science**, v.3, n.1, p.22-27, 2011.
- NINKOVIC, V.; DAHLIN, I.; VUCETIC, A.; PETROVIC-OBRAĐOVIC, O.; GLINWOOD, R.; WEBSTER, B. Volatile exchange between undamaged plants - a new mechanism affecting insect orientation in intercropping. **PLoS ONE**, v.8, n.7, e69431, 2013.
- NOMAN, M.S.; MALEQUE, M.A.; ALAM, M.Z.; AFROZ, S.; ISHII, H.T. Intercropping mustard with four spice crops suppresses mustard aphid abundance, and increases both crop yield and farm profitability in central Bangladesh. **International Journal of Pest Management**, v.59, n.4, p.306-313, 2013.
- NOMIKOU, M.; SABELIS, M. W.; JANSSEN, A. Pollen subsidies promote whitefly control through the numerical response of predatory mites. **BioControl**, v.55, n.2, p.253-260, 2010.
- NONDILLO, A.; REDAELLI, L.R.; PINENT, S.M.J.; BUTTON, M. Biologia e tabela de vida de fertilidade de *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera, Thripidae) em morangueiro. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 53, n.4, p.679-683, 2009.
- NONDILLO, A.; REDAELLI, L.R.; PINENT, S.M.J.; BUTTON, M. Caracterização das injúrias causadas por *Frankliniella occidentalis* no morangueiro. **Ciência Rural**, v.40, n.4, p.820-826, 2010.
- ORGANICSNET. **Mercado de orgânicos cresce o dobro no Brasil**. Disponível em: <<http://www.organicsnet.com.br/2016/01/mercado-de-organicos-cresce-o-dobro-no-brasil/>>. Acesso em: 01 de março de 2017.
- OSIPE, R.; BALDINI, V.; RANDO, J.S.S.; JANSEN, M. OSIPE, E.A.F.; RENSI, A. Produção de morango orgânico no Campus Luiz Meneghel, Região norte do Paraná - Bandeirantes. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n.2, 2009.
- OTTAVIANO, M. F. G.; CÉDOLA, C. V.; SÁNCHEZ, N. E.; GRECO, N. M. Conservation biological control in strawberry: effect of different pollen on development, survival, and reproduction of *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae). **Experimental and Applied Acarology**, v.67, n.4, p.507-521, 2015.

- PÁDUA, J.G.; DUARTE FILHO, J.; DE ARAÚJO, T.H.; PEREIRA, S.G.; DO CARMO, E.L.; COSTA, F.E.C.; DIAS, M.S.C. Desempenho agrônômico e comportamento de cultivares de morangueiro quanto à mancha-de-Pestalotiopsis e às podridões dos frutos. **Revista Agrogeoambiental**, v.7, n.1, p.65-74, 2015.
- PAROLIN, P.; BRESCH, C.; RUIZ, G.; DESNEUX, N.; PONCET, C. Testing banker plants for biological control of mites on roses. **Phytoparasitica**, v.41, p.249-262, 2013.
- PBMH e PIMO – Programa Brasileiro para Modernização da horticultura e produção integrada de morango. **Normas de Classificação de Morango**. São Paulo: CEAGESP. (Documentos, 33), 2009.
- PICHERSKY, E.; GERSHENZON, J. The formation and function of plant volatiles: perfumes for pollinator attraction and defense. **Current Opinion in Plant Biology**, vol.5, p.237-243, 2002.
- PICKETT, J.A.; WOODCOCK, C.M.; MIDEGA, C.A.O.; KHAN, Z.R. Pull-push farming systems. **Current Opinion in Biotechnology**, v.26, p.125-132, 2014.
- POVEDA, K.; GÓMEZ, M. I.; MARTÍNEZ, E. Diversification practices: their effect on pest regulation and production. **Revista Colombiana de Entomología**, v.34, n.2, p.131-144, 2008.
- REGANOLD, J.P.; WACHTER, J.M. Organic agriculture in the twenty-first century. **Nature Plants**, v.2, Artigo número 15221, 2016.
- REICHERT, M. B.; DA SILVA, G. L.; ROCHA, M. D. S.; JOHANN, L.; FERLA, N. J. Mite fauna (Acari) in soybean agroecosystem in the northwestern region of Rio Grande do Sul State, Brazil. **Systematic and Applied Acarology**, v.19, n.2, p.123-136, 2014.
- REZENDE, B.L.A.; CECÍLIO FILHO, A.B.; FELTRIM, A.L.; COSTA, C.C.; BARBOSA, J.C. Viabilidade da consorciação de pimentão com repolho, rúcula, alface e rabanete. **Horticultura Brasileira**, v.24, n.1, p.36-41, 2006.
- RIahi, E.; FATHIPOUR, Y.; TALEBI, A. A.; MEHRABADI, M. Linking life table and consumption rate of *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) in presence and absence of different pollens. **Annals of the Entomological Society of America**, v.110, n.2, p.244-253, 2017.
- RODRÍGUEZ S, R.L. Copulation, fighting behavior and life cycle of *Neopamera bilobata* (Heteroptera: Lygaeidae). **Revista de Biología Tropical**, v.46, p.837-840, 1998.
- RONQUE, E. R. V. **A Cultura do Morangueiro**. Curitiba – PR: Instituto Emater, 2010. 52p.

- RYAN, G.D.; EMILJANOWICZ, L.; WILKINSON, F.; KORNYA, M.; NEWMAN, J.A. Thermal tolerances of the spotted-wing drosophila *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae). **Journal of Economic Entomology**, v.109, n.2, p-746-752, 2016.
- SANCES, F.V.; WYMAN, J.A.; TING, I.P. Physiological responses to spider mite infestation on strawberries. **Environmental Entomology**, v.8, p.711-714, 1979.
- SARKER, P.K.; RAHMAN, M.M.; DAS, B.C. Effect of intercropping of mustard with onion and garlic on aphid population and yield. **Journal of Bioscience**, v.15, p.35-40, 2007.
- SCHMITT, O.J.; ANDRIOLO, J.L.; LERNER, M.A.; SOUZA, J.M.; DAL PICIO, M.; MAMBRI, A.P. Consórcio de salsa e cebolinha para produção de maços comerciais mistos de cheiro-verde. **Horticultura Brasileira**, v.34, n.1, p-114-120, 2016.
- SECRETARIA DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO DO PARANÁ - SEAB/EMATER – **Secretaria do Estado e Abastecimento/Instituto Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural**, 2012.
- SECRETARIA DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO DO PARANÁ - SEAB. **Análise da conjuntura agropecuária: safra 2009/10**. Disponível em:<http://www.seab.pr.gov.br/arquivos/File/deralPrognosticos/olericultura_0809.pdf>, 2011.
- SHAHRIARI, M.; SAHEBZADEH, N. Effect of diallyl disulfide on physiological performance of *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). **Archives of Phytopathology and Plant Protection**, v.50, p.33-46, 2017.
- SILVA, A. S.; TAVARES, S. R.; LOFEGO, A. C.; ALMEIDA, E. H.; SILVA, E. S. Predatory mites (Acari: Mesostigmata) associated with *Polyphagotarsonemus latus* (Prostigmata: Tarsonemidae) on solanaceous plants. **Systematic and Applied Acarology**, v.21, n.8, p.1133-1144, 2016.
- SORENSEN, T.J. A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content and its application to analyses of the vegetation on Danish commons. Kongelige Danske Videnskabernes Selskabs. **Biologiske Skrifter**, v.5, p.1-34, 1948.
- STARÝ, P.; PIKE, K.S. **Uses of beneficial insect diversity in agroecosystem management**. In: Biodiversity in agroecosystems. COLLINS, W.W.; QUALSET, C.O. (Eds.), Lewis Publishers, Boca Ratón, 1999.

- SULVAI, F.; CHAÚQUE, B.J.M.; MACUVELE, D.L.P. Intercropping of lettuce and onion controls caterpillar thread, *Agrotis ipsilon* major insect pest of lettuce. **Chemical and Biological Technologies in Agriculture**, v.3, artigo 28, 2016.
- TSCHARNTKE, T.; THIESSEN, S.; DOLCH, R.; BOLAND, W. Herbivory, induced resistance, and interplant signal transfer in *Alnus glutinosa*. **Biochemical Systematics and Ecology**, v.29, p.1025–1047, 2001.
- TIROESELE, B.; MATSHELA, O. The effect of companion planting on the abundance of cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* L., on kale (*Brassica oleracea* var. acephala). **Journal of Plant and Pest Science**, v.2, p.57-65, 2015.
- TRINGOVSKA, I.; YANKOVA, V.; MARKOVA, D.; MIHOV, M. Effect of companion plants on tomato greenhouse production. **Scientia Horticulturae**, v.186, p.31-37, 2015.
- TULLIO, J.A.; OTTO, R.F.; BOER, A.; OHSE, S. Cultivo de beterraba em ambientes protegido e natural na época de verão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.10, p- 1074-1079, 2013
- VANDERMEER, J. **The Ecology of Intercropping**. 237 pp. Cambridge University Press, Cambridge, U. K., 1989
- WHEELER JR., A.G. *Neopamera bilobata* (Say) and *Ozophora trinotata* Barber (Hemiptera: Lygaeoidea: Rhyparochromidae) as frugivores on Florida Rosemary (*Ceratiola ericoides*; Ericaceae). **Proceedings of Entomological Society of Washington**, v.118, n.3, 424-435, 2016.
- WILSON, J. W. Notes on Pamera populations on various types of plant communities in the vicinity of plant city. **The Florida Entomologist**, v.21, n.2, p.28-30, 1938.
- WILLEY RW; RAO MR. A competitive ratio for quantifying competition between intercrops. **Experimental Agriculture**, v.16, p.117-125, 1980.
- YABUKI, Y.; MUKAIDA, Y.; SAITO, Y.; OSHIMA, K.; TAKAHASHI, T. et al. Characterisation of volatile sulphur-containing compounds generated in crushed leaves of Chinese chive (*Allium tuberosum* Rottler) **Food Chemistry**, v.120, p.343-348, 2010.
- YILDIRIM, E.; GUVENC, I. Intercropping based on cauliflower: more productive, profitable and highly sustainable. **European Journal of Agronomy**, v.22, p-11-18, 2005.
- XIAO, Y.; AVERY, P.; CHEN, J.; MCKENZIE, C.; OSBORNE, L. Ornamental pepper as banker plants for establishment of *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) for biological control of multiple pests in greenhouse vegetable production. **Biological Control**, v.63, n.3, p-279-286, 2012.

- YU, J.Q. Allelopathic suppression of *Pseudomonas solanacearum* infection of tomato (*Lycopersicon esculentum*) in a tomato-chinese chive (*Allium tuberosum*) intercropping system. **Journal of Chemical Ecology**, v.25, p.2409-2417, 1999.
- ZAWADNEAK, M.A.C.; BARBOZA, R.G.; PIMENTEL, I.C.; SCHUBER, J.M.; POLTRONIERI, A.S.; SOLIS, M. First record of *Duponchelia fovealis* (Lepidoptera: Crambidae) in South America. **Idesia**, v.34, p.91-95, 2016.
- ZHANG, Z. **Mites of greenhouses: identification, biology and control**. CABI Publishing. 244p. 2003.
- ZHIMO, Z.; MCMURTRY, J. A. Development and reproduction of three *Euseius* (Acari: Phytoseiidae) species in the presence and absence of supplementary foods. **Experimental and Applied Acarology**, v.8, n.4, p.233-242, 1990.
- ZHOU, H.; CHEN, J.; LIU, Y.; FRANCIS, F.; HAUBRUGE, E.; BRAGARD, C.; SUN, J.; CHENG D. Influence of garlic intercropping or active emitted volatiles in releasers on aphid and related beneficial in wheat fields in China. **Journal of Integrative Agriculture**, v.12, p.467-473, 2013.