



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

FERNANDO TERUHIKO HATA

**INCIDÊNCIA DE *TETRANYCHUS URTICAE* KOCH EM  
MORANGUEIRO SOB CONSÓRCIO COM PLANTAS  
AROMÁTICAS**

---

Londrina  
2014

FERNANDO TERUHIKO HATA

**INCIDÊNCIA DE *TETRANYCHUS URTICAE* KOCH EM  
MORANGUEIRO SOB CONSÓRCIO COM PLANTAS  
AROMÁTICAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina para a obtenção do título de mestre em Agronomia

Orientador: Prof. Dr. Maurício Ursi Ventura

Londrina  
2014

**Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da  
Universidade Estadual de Londrina**

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)**

H361i Hata, Fernando Teruhiko.  
Incidência de *Tetranychus urticae* Koch em morangueiro sob consórcio  
com plantas aromáticas / Fernando Teruhiko Hata. – Londrina, 2014.  
49 f. : il.

Orientador: Mauricio Ursi Ventura.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de  
Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em  
Agronomia, 2014.

Inclui bibliografia.

1. Morango – Doenças e pragas – Teses. 2. Plantas aromáticas – Teses. 3.  
Pragas agrícolas – Controle integrado – Teses. 4. Ácaro rajado – Controle –  
Teses. 5. Cultivo consorciado – Teses. 6. Agricultura orgânica – Teses. I.  
Ventura, Mauricio Ursi. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de  
Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. III. Título.

CDU 634.75: 632.9

FERNANDO TERUHIKO HATA

**INCIDÊNCIA DE *TETRANYCHUS URTICAE* KOCH EM  
MORANGUEIRO SOB CONSÓRCIO COM PLANTAS AROMÁTICAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina para a obtenção do título de mestre em Agronomia

Orientador: Prof. Dr. Maurício Ursi Ventura

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Maurício Ursi Ventura  
UEL – Londrina – PR

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Aparecida Cassilha  
Zawadneak  
UFPR – Curitiba – PR

---

Dr. Samuel Roggia  
Embrapa Soja – Londrina – PR

Londrina, 27 de fevereiro de 2014.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela benção que Ele nos oferece todos os dias,  
Aos meus pais Valcir e Yolanda e minha irmã Vanessa, pelo apoio,  
amor e compreensão incondicionais,

Aos meus familiares, principalmente às tias Setsuko e Toyoko, pelo  
apoio,

Ao meu orientador Maurício Ventura, pelos ensinamentos, paciência  
e amizade,

Aos professores Ayres Menezes e Lucia Takahashi pelas  
contribuições dadas ao trabalho durante a qualificação,

Ao Engenheiro Agrônomo, Edson Ronque e família, que sem a  
colaboração e compreensão, o trabalho não teria sido realizado,

Ao Lauro Wittmann, agricultor orgânico de morangos e plantas  
medicinais, por ter fornecido as sementes de alho, pelos conhecimentos transmitidos  
e amizade,

Aos amigos Adriano Hoshino, Anderson Bicali, André Miguel,  
Augusto (Badão), Clément, Felipe (Mindu), Gustavo Taietti, Márcio Siteo, Maria  
Tereza, Mariana, Mateus Gimenez, pela ajuda nas avaliações e viagens para  
Pinhalão,

Ao Davi Tramontina, Bié, Irmão, Leonardo, por estar sempre de  
pronto para colaborar com os nossos trabalhos,

Aos amigos Adriano Hoshino, Adriely, André Miguel, Badão, Bruno  
Oliveira, Davi Tramontina, Eduardo Poloni, Giba, Gustavo Taietti, Karine, Leandro,  
Márcio Siteo, Mateus Gimenez, Milhouse, Mindu, Orcial, Rodrigo Hoshino, Thiago  
Augusto, Thiago Campos, pela amizade construída durante o período de mestrado,

Ao Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade  
Estadual de Londrina, pelo apoio dado durante a realização do trabalho,

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico  
– CNPq, pela bolsa cedida durante o mestrado.

HATA, Fernando Teruhiko. **Incidência de *Tetranychus urticae* Koch em morangueiro sob consórcio com plantas aromáticas**. 2014. 49 f. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2014.

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do consórcio de plantas aromáticas sobre a densidade populacional de ácaro-rajado (*Tetranychus urticae* Koch) em morangueiro e a ocorrência deste ácaro em morango em função da densidade de plantas de alho. Inicialmente, o potencial de redução na densidade populacional de ácaro-rajado foi avaliado quando alho, cebolinha, coentro, funcho, manjerona e orégano foram consorciados com morangueiro. As contagens foram realizadas com lupa de demarcação de 1 cm<sup>2</sup>, em folhas de morangueiro e também nas folhas das plantas aromáticas. Em cada parcela foram realizadas 18 visadas nas folhas de morangueiro e 12 nas folhas de plantas aromáticas. O consórcio com alho foi o que apresentou o melhor resultado, com redução de 45% da densidade populacional de ácaros ( $p < 0,05$ ). Redução da população de ácaros também foi obtida com o consórcio de funcho ou cebolinha. O efeito de densidade de plantas de alho no consórcio com morangueiro foi avaliado utilizando uma, duas ou três linhas de alho entre as linhas de morangueiro. O consórcio do alho proporcionou redução de 44, 51 e 65% ( $p < 0,05$ ) na densidade populacional de formas móveis de ácaros e redução de 38, 43 e 64% ( $p < 0,05$ ) para o número de ovos para os tratamentos com uma, duas ou três linhas de alho, respectivamente. Os resultados obtidos sugerem a realização de novos estudos visando avaliar os aspectos agronômicos do consórcio, como produtividade do morangueiro e do alho e desenho do agroecossistema.

**Palavras-chave:** Manejo integrado de pragas. Agricultura orgânica. Agroecologia. Cultivo consorciado. Ácaro-rajado.

HATA, Fernando Teruhiko. **Incidence of *Tetranychus urticae* Koch in strawberry under intercropping with aromatic plants**. 2014. 49 p. Dissertation presented to Post-graduate Program in Agronomy – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2014.

## ABSTRACT

Effects of aromatic plants on the two-spotted spider mite (TSSM) *Tetranychus urticae* Koch population when intercropped with strawberry and the occurrence of this mite in strawberry field depending on the density of garlic plants as intercrop were evaluated. First, we assess intercrop system of chives, coriander, fennel, garlic, marjoram and oregano in strawberry field and select the specie has more potential in TSSM population reduction. In every plot, counts were performed with magnifying glass with demarcation of 1 cm<sup>2</sup>, 18 times in strawberry leaves and 12 observations on intercropped plants leaves. Intercrop with garlic showed the best results, 45% of reduction of mites ( $p < 0,05$ ) was observed in this system. Fennel and chives also had good performance. Higher numbers of TSSM were found on chive leaves than others treatments. The effect of garlic plant density on intercrop with strawberry was evaluated using one, two or three rows of garlic. Treatments decreased population of mobile mites on 44, 51 and 65% ( $p < 0,05$ ) and decreased eggs numbers on 38, 43 and 62% ( $p < 0,05$ ) for one, two or three lines of garlic, respectively. Results suggest that new studies have to be realized to evaluate aspects of intercropping, such as, strawberry and garlic yield when intercropped together and agroecosystem design.

**Key-words:** Integrated pest Management. Organic agriculture. Agroecology. Intercropping. Two-spotted spider mite.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b> – Soma da precipitação durante o período (mm) e Temperaturas média (°C) durante o período experimental para os anos 2012 (A) e 2013 (B).....	24
<b>Figura 2</b> – Esquema de plantio de morangueiro consorciado com planta aromática.....	25
<b>Figura 3</b> – Esquema de plantio de morangueiro com seus diferentes tratamentos. (A) Testemunha; (B) 1 linha de cultivo de alho; (C) 2 linhas de cultivo de alho; (D) 3 linhas de cultivo de alho .....	27
<b>Figura 4</b> – Flutuação populacional de formas móveis do ácaro-rajado ( <i>Tetranychus urticae</i> ) em folhas de morangueiro, em consórcio com plantas aromáticas.....	29
<b>Figura 5</b> – Flutuação populacional de formas móveis do ácaro-rajado ( <i>Tetranychus urticae</i> ) em folhas de plantas aromáticas, em consórcio com morangueiro .....	35
<b>Figura 6</b> – Planta de cebolinha sob infestação de ácaro-rajado ( <i>Tetranychus urticae</i> ). (A) Folha dobrada como ocorre nas lavouras. (B) Folha levantada mostrando os ácaros abrigados.....	36
<b>Figura 7</b> – (A) Flutuação populacional de formas móveis de ácaro-rajado ( <i>Tetranychus urticae</i> ) em folhas de morangueiro, em consórcio com densidades de cultivo do alho. (B) Número de ovos de ácaro-rajado .....	37

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Número médio de formas móveis de ácaros-rajado ( <i>Tetranychus urticae</i> ) por cm <sup>2</sup> e índice de ácaros acumulados por dia (AAD) em folhas de morangueiro nos tratamentos .....	31
<b>Tabela 2</b> – Número médio de ácaros-rajado ( <i>Tetranychus urticae</i> ) por cm <sup>2</sup> e índice de ácaros acumulados (AAD) em folhas das plantas aromáticas.....	34
<b>Tabela 3</b> – Número médio de formas móveis de ácaros-rajado ( <i>Tetranychus urticae</i> ) por cm <sup>2</sup> e índice de ácaros acumulados por dia (AAD) em folhas de morangueiro em consórcio com densidades de cultivo do alho.....	38
<b>Tabela 4</b> – Número médio de ovos de ácaros-rajado ( <i>Tetranychus urticae</i> ) por dia cm <sup>2</sup> e índice de ovos de ácaros acumulados por dia (OAAD) em folhas de morangueiro em consórcio com densidades de cultivo do alho.....	39

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AAD	Ácaros acumulados por dia
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
DARP	"Database of Arthropods Resistance to Pesticides"
DDT	Diclorodifeniltricloroetano
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
OAAD	Ovos de ácaro acumulados por dia
PARA	Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos
SEAB	Secretaria de Agricultura e Abastecimento
TSSM	"Two-spotted spider mite"

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>11</b>
2.1	CULTURA DO MORANGUEIRO .....	11
2.2	ÁCARO-RAJADO, DIFICULDADES NO CONTROLE QUÍMICO E CONTROLE BIOLÓGICO .....	12
2.3	PLANTAS AROMÁTICAS, CONSORCIAÇÃO ENTRE PLANTAS E EFEITOS SOBRE PRAGAS .....	15
2.4	PLANTAS AROMÁTICAS E CONTROLE DE ARTRÓPODES .....	17
<b>3</b>	<b>ARTIGO: CONSÓRCIO DE PLANTAS AROMÁTICAS COM O MORANGUEIRO E CONTROLE DE <i>TETRANYCHUS URTICAE</i></b> .....	<b>21</b>
3.1	INTRODUÇÃO .....	22
3.2	MATERIAL E MÉTODOS .....	23
3.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	28
3.4	CONCLUSÃO .....	40
<b>4</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>41</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>42</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Um dos fatores limitantes à produção de morango é a incidência de pragas, com destaque para o ácaro-rajado (*Tetranychus urticae* Koch). O método comumente utilizado para o seu controle é aplicação de acaricidas sintéticos. Em muitas propriedades rurais, estes acaricidas têm selecionado populações resistentes, promovendo maior frequência de pulverizações ou maior dosagem.

Outro fator limitante da utilização destes agrotóxicos é o fato da colheita do morango ser realizada quase que diariamente, sendo necessário respeitar a carência dos acaricidas que, em alguns casos, chega a ser de quatorze dias. Essa situação tem sido uma das causas das inconformidades em relação à presença de resíduos de agrotóxicos na cultura. Então, a pesquisa por métodos de controle que substituam ou atuem em conjunto com os acaricidas, no sentido de diminuir seu uso, é necessário para o manejo adequado desta praga no morangueiro.

No sentido de promover maior independência ao agricultor e proporcionar condições para a produção de alimentos saudáveis, é proposto o consórcio de plantas chamadas "companheiras" com o morangueiro. Estas espécies podem promover o melhor desenvolvimento da cultura principal, quando estas duas são consorciadas, além de poder proporcionar redução na densidade populacional de pragas. O ideal é que as espécies consorciadas possam também ser comercializadas, podendo se tornar uma fonte de renda adicional. Este método pode ser inserido em programas de produção integrada de morango (PiMo) e em sistemas orgânicos e agroecológicos, o que poderia contribuir para a diversificação e agregação de renda na pequena propriedade.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do consórcio de plantas aromáticas sobre a densidade populacional de ácaro-rajado (*T. urticae*) em morangueiro e a ocorrência deste ácaro em morango em função da densidade de plantas de alho.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 CULTURA DO MORANGUEIRO

A espécie botânica cultivada atualmente é *Fragaria ananassa* Duch., um híbrido resultante das espécies octapóides americanas *Fragaria virginiana* Duch., *Fragaria chiloensis* e *Fragaria ovalis* (Lehn) Rydb, pertencente à família Rosaceae. O morangueiro é uma planta herbácea, rasteira e perene, persistindo no solo, mas é cultivada como cultura anual por questões fitossanitárias, de manejo e produtividade (RONQUE, 2010).

No Brasil, a área de produção do morangueiro tem crescido nos últimos anos devido, principalmente, a inclusão de cultivares mais produtivas e também de cultivares fotoneutras. Encontra-se difundida em regiões de clima temperado e subtropical, onde se produz morango para consumo *in natura* e para a industrialização (ANTUNES et al., 2007; SANTOS e MEDEIROS, 2003).

O cultivo do morangueiro é caracterizado pela produção familiar, sendo que, grande parte das propriedades apresenta área de produção de 0,5 a 1,0 hectare (PAGOT e HOFFMANN, 2003). Estima-se que 90% da produção nacional de morango seja voltada para a comercialização *in natura* e o restante seja destinado ao processamento industrial (ANTUNES e REISSER JUNIOR, 2007). Na indústria, os frutos são utilizados para produção de polpa, geléia, calda, suco reconstituído ou concentrado ou preparado da fruta, que são usados na indústria de laticínios como ingredientes para iogurtes, coalhadas, leite batido e sorvetes ou na indústria de doces (AMARO, 2002).

A produção nacional de morangos é estimada em 100 mil toneladas, em uma área de aproximadamente 3500 hectares (ANTUNES e REISSER JUNIOR, 2007). Os principais estados produtores são Minas Gerais, Rio Grande do Sul, São Paulo e Paraná (IBGE, 2006). No Paraná, o cultivo de morangueiro ocupa uma área de 570 hectares, com produção de aproximadamente 16,2 mil toneladas, sendo que 41% da produção estão localizadas nos municípios da região metropolitana de Curitiba. O Norte Pioneiro é responsável por 25% e o restante encontram-se espalhados em todo o estado, nas regiões de Londrina, Ponta Grossa, União da Vitória e Irati (SEAB, 2011).

A produção de morango orgânico ainda representa pouco diante do montante produzido no país, estima-se que apenas 1% seja cultivado neste sistema (DAROLT, 2008). Os principais motivos para este número reduzido são as dificuldades que os agricultores encontram na adequação para o sistema orgânico, tais como, o elevado custo para o processo de certificação da propriedade, problemas encontrados na transição do sistema convencional para o orgânico e principalmente a adaptação do agricultor aos produtos biológicos, pois muitas vezes estes demoram mais para ter efeitos sobre pragas e doenças que os produtos sintéticos (OSIPE et al. 2009; BALLA, SANTOS e OLIVEIRA, 2011).

## 2.2 ÁCARO-RAJADO, DIFICULDADES NO CONTROLE QUÍMICO E CONTROLE BIOLÓGICO

No que se diz respeito ao manejo fitossanitário, as principais pragas do morangueiro são o ácaro-rajado (*T. urticae*), ácaro vermelho (*Oligonychus ilicis* McGregor), formigas (*Solenopsis* sp.), os pulgões *Aphis forbesi* (Weed) (RONQUE, 2010) e *Chaetosiphon fragaefolii* (Cockerell), que pode transmitir doenças viróticas para o morangueiro (CÉDOLA; GRECO, 2010).

O ácaro-rajado *T. urticae* (Koch) é uma das principais pragas no morangueiro, sendo encontrado principalmente entre os meses de agosto a novembro, em lavouras do norte paranaense (RONQUE, 2010). As fêmeas apresentam cor geralmente esverdeada, com um par de manchas laterais escuras. Em regiões frias, as fêmeas passam por período hibernante, apresentando coloração vermelha. Esta espécie é cosmopolita, por essa razão, geralmente é considerada um dos mais importantes ácaros praga no mundo (MORAES e FLECHTMANN, 2008).

O ciclo de vida deste ácaro varia de 8-12 dias a 30°C e 17 dias a 20°C (CAPINERA, 2008). A reprodução ocorre de duas maneiras, por partenogênese arrenótoca e/ou reprodução sexuada. As fêmeas podem realizar uma postura média de dez ovos por dia e produzir cerca de 100 ovos durante uma semana, a 25 °C (ZHANG, 2003; MORAES e FLECHTMANN, 2008).

No começo da infestação, os ácaros se alimentam das folhas mais novas do morangueiro, causando pontos amarelados em sua superfície adaxial. Entretanto, o sintoma mais característico são manchas marrons na parte abaxial da

folha, que com o tempo, vão adquirindo coloração bronzeada (CARROLL; PRITTS; HEIDENREICH, 2012).

Como o ataque do ácaro-rajado nas células epidérmicas e parenquimatosas há extravazamento do conteúdo destas células e injeção de saliva. Este processo provoca disfunções nas folhas atacadas, como o aumento na taxa de transpiração, fazendo com que a planta fique mais susceptível a déficit hídrico. Também há bloqueio da síntese de amido, promovendo aumento da concentração de seus precursores, que são favoráveis ao desenvolvimento dos ácaros (MORAES e FLECHTMANN, 2008). A presença de densidade populacional de 15 ácaros-rajados dia por cm<sup>2</sup> proporciona redução de 42% na transpiração de folhas (SANCES, WYMAN e TING, 1979), diminuindo o potencial produtivo da planta.

Em infestações elevadas, as folhas ficam cobertas por fina teia, as plantas apresentam aspecto seco e totalmente debilitadas, com redução na taxa fotossintética e conseqüente redução na produção de frutos. As colônias apresentam comportamento localizado, ao invés de uniformemente distribuído, e são mais abundantes quando o clima é seco (CAPINERA, 2008).

O manejo de tetraniquídeos na América do Sul tem sido realizado com o uso de produtos químicos (VÁSQUEZ et al., 2012). Os desafios enfrentados no controle da infestação do ácaro-rajado são a alta frequência de aplicação de produtos, reprodução por partenogênese arrenótoca e o seu ciclo de vida curto, que associado à grande densidade populacional, reduz a eficiência dos acaricidas, devido à rápida seleção de populações resistentes (CROFT e VAN BAAN, 1988; ZHANG, 2003). Porém, é possível que em alguns casos, a ineficiência no controle da densidade populacional deste ácaro seja devido a aplicação inadequada dos defensivos químicos (MORAES e FLECHTMANN, 2008).

Existem registros de resistência do ácaro-rajado a 92 ingredientes ativos, reportada em 35 países, dentre eles o Brasil (DARP, 2013). Mesmo acaricidas registrados recentemente (na Holanda) como o bifenazate, etoxazole e spiromesifen foram encontrados estirpes de ácaro-rajado que apresentaram altos níveis de resistência (KHAJEHALI et al., 2011). Testes de toxicidade em *T. urticae* demonstraram que a estirpe MR-VL deste ácaro é altamente resistente a bifentrina (piretróide), dicofol e óxido de fenbutatin. Ainda que utilizadas altas doses (10000 mg.L<sup>-1</sup>) destes produtos, não houve mortalidade. Além do mais, estas concentrações são inviáveis do ponto de vista prático, visto que há fitotoxicidade às plantas,

principalmente com bifentrina (VAN LEEUWEN; VAN POTTELBERGE; TIRRY, 2005).

Além de enfrentar problemas com populações resistentes de ácaros, os agricultores têm outro desafio no controle destas pragas. O uso de determinados defensivos agrícolas pode provocar na planta o processo de inibição da proteossíntese. Isso faz com que aumente a concentração de substâncias solúveis nos tecidos da planta, que repercute de maneira positiva no potencial de reprodução de ácaros como aumento na taxa de postura de ovos por dia (CHABOUSSOU, 2006).

Outro fator que merece destaque é o alto índice de casos de resíduos de agrotóxicos no produto *in natura*. Segundo resultados do Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA), 59% das amostras de morango receberam resultados insatisfatórios, por apresentarem níveis de resíduos de agrotóxicos acima dos limites máximos estabelecidos pela legislação e/ou não autorizados para a cultura (BRASIL, 2012).

Além do risco direto para a saúde humana, o uso incorreto de agrotóxicos pode ter efeitos negativos sobre organismos não-alvo. Raramente os estudos sobre os riscos do uso de agrotóxicos levam em consideração o seu efeito fora da área específica de aplicação, como acontece quando há transporte do produto aplicado para fora da propriedade (efeito de deriva), ou quando um organismo não alvo utiliza o agroecossistema como habitat. A consequência disso é que animais podem ser contaminados com os agrotóxicos e ter efeitos indiretos para o ser humano (SOLOMONS, 2001).

Com o intuito de diminuir ou evitar o uso de defensivos, pode-se utilizar o controle biológico. Não existem relatos de parasitas ou parasitóides que exerçam controle sobre tetraniquídeos (MORAES e FLECHTMANN, 2008). Então, os principais agentes de controle utilizados para o *T. urticae* são os ácaros predadores da família Phytoseiidae, especialmente do gênero *Phytoseiulus* (GERSON, SMILEY, OCHOA, 2003) e *Neoseiulus* (EASTERBROOK, FITZGERALD e SOLOMON, 2001; FRAULO, LIBURD, 2007).

Em estudo conduzido no Rio Grande do Sul, as espécies *Phytoseiulus macropilis* (Banks), *Neoseiulus californicus* (McGregor) e *Typhlodromalus aripo* (De Leon) foram os ácaros predadores que estiveram presentes em maior abundância sobre as folhas de morangueiros (FERLA,

MARCHETT e GONÇALVES, 2007). O predador *P. macropilis* apresenta alto potencial para o controle do ácaro-rajado. Foi observada alta 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).

Entretanto, alguns cuidados especiais são necessários para a inclusão destes agentes de controle biológico. Estudos demonstram que a temperatura tem efeito menos deletério do que a umidade relativa do ar na viabilidade de ovos e sobrevivência de larvas de Phytoseiidae. Temperaturas acima de 37 °C podem causar mortalidade de 88% de fases juvenis, enquanto a umidade relativa de 45%, a taxa de nascimento de ovos é reduzida a 50% (CASTAGNOLI e SIMONI, 1994; CASTAGNOLI e SIMONI, 2003). Contudo, algumas estirpes de fitoseídeos podem ser mais resistentes a ambientes secos do que outros menos adaptados a regiões áridas (MORAES, SILVA e MOREIRA, 1994).

### 2.3 PLANTAS AROMÁTICAS, CONSORCIAÇÃO ENTRE PLANTAS E EFEITOS SOBRE PRAGAS

A maior parte dos sistemas agrícolas é conduzida como monocultivo, onde somente uma espécie vegetal predomina na propriedade rural. Um dos principais problemas que derivam desta homogeneização é o aumento da vulnerabilidade dos cultivos a pragas e doenças, que podem ter efeitos devastadores, especialmente em grandes extensões (ALTIERI e NICHOLLS, 2010).

A diversificação do desenho de cultivo, por meio de consórcio entre plantas, pode diminuir a densidade populacional de insetos-praga. A prática de policultivo, que consiste em incluir mais de uma espécie de planta cultivada em um mesmo campo, impõe uma barreira a herbívoros especializados em encontrar alimento, por oferecer maior número de espécies não hospedeiras. Além disso, o cultivo diversificado promove ampla base de recursos para que os inimigos naturais possam sobreviver, tanto em termos de presas e recursos como pólen e néctar oferecidos pelas plantas consorciadas. Esse ambiente favorável pode construir e fortalecer comunidades de inimigos naturais e aumentar a sua supressão sobre as pragas (ROOT, 1973). Por outro lado, a diversificação apresenta desafios econômicos e de manejo aos agricultores, tornando esses esquemas de difícil execução. Por exemplo, cada uma das duas ou mais culturas em campo requer

diferentes práticas de manejo como plantio, preparo do solo e a colheita pode ser em épocas distintas (PARKER et al., 2013).

As plantas consorciadas também devem evitar competir pelo mesmo nicho ecológico, que é explicado como a localização física e temporal do organismo no ambiente, sua função trófica, seus limites e tolerância às condições ambientais, e seu relacionamento com outros organismos (GLIESSMAN, 2009). Uma implicação deste conceito é dada pelo princípio de Gause, onde dois ou mais organismos que apresentam o mesmo nicho competem pelos mesmos recursos ambientais, se estes forem limitados, então há a exclusão competitiva, onde um organismo excluirá o outro (GAUSE, 1934).

Segundo Gliessman (2009), os ecossistemas naturais são em sua maioria caracterizados por alto grau de diversidade de espécies. Então, há evidências de que o fenômeno de exclusão competitiva não seja muito comum, ou melhor, a explicação mais aceita é a de que exista um nível de coexistência ou mecanismos que evitem a competição. Por exemplo, a arquitetura das raízes, com maior concentração em determinada profundidade, permite que duas espécies convivam no mesmo local sem que haja interferência direta por água e nutrientes, também, as diferentes espécies de plantas possuem necessidades nutricionais diferentes, o que permite o convívio entre estas. Então, um cultivo consorciado tem sucesso quando são minimizadas as interferências competitivas potenciais entre as espécies cultivadas. Isto se obtém pela união de plantas com padrões complementares de uso de recursos ou estratégias complementares da bionomia.

O uso das chamadas "plantas companheiras" é um tipo de policultivo, no qual o cultivo em conjunto de uma planta age sinergicamente melhorando o desenvolvimento ou características de outra (FRANCK, 1983). As plantas companheiras podem controlar insetos pragas, tanto indiretamente, por atrair inimigos naturais, que se alimentam das pragas presentes na área de cultivo (VANDERMEER, 1989), quanto diretamente, por inibir o estabelecimento, visualização ou atuando como barreira física, obstruindo a localização das plantas menos aparente ao ataque de pragas (FENNY, 1976).

A associação com plantas companheiras também pode melhorar as condições do solo e promover aumento na produção por área. Alguns critérios que poderão ajudar na escolha entre espécies companheiras são: espécies com diferentes exigências nutricionais, por exemplo, rúcula (*Eruca sativa* Mill) e feijão

(*Phaseolus vulgaris* L.) (com relação ao consumo de nitrogênio e fósforo); raízes profundas e plantas com raízes superficiais, como o pimentão (*Capsicum annum* L.) e alface (*Lactuca sativa* L.); plantas que são arbustivas e eretas, servindo de suporte a outras, como em associação entre vagem (*P. vulgaris*) e milho (*Zea mays* L.) (POPIA et al., 2007).

As plantas utilizadas como companheiras geralmente são também aromáticas. Estes tipos de plantas produzem óleos voláteis, que são liberados por meio das diversas partes da planta e são rapidamente difundidos pelo ar ou pelo solo. Muitas destas substâncias têm efeito repelente, deterrentes da alimentação, possuem ação inseticida por contato direto e por fumigação, no qual os compostos voláteis penetram no corpo do inseto pelas vias respiratórias (ISMAN, 2000; KANT et al. 2009).

Em testes utilizando-se olfatômetro, o odor de plantas de pimenta (*Capsicum* sp.) foi atrativo para *Myzus persicae* (Sulzer), já o odor de alho-porró (*Allium porrum* L.) foi repelente. Quando combinado os dois odores, não houve nem repelência nem atração. No entanto, se uma folha de pimenta for exposta ao odor de alho-porró por cinco dias, torna-se repelente ao pulgão. Este fato demonstra que estes odores combinados dificultam a capacidade do *M. persicae* em encontrar o hospedeiro (AMARAWARDANA et al, 2007).

Nos últimos anos, surgiram estudos de consorciação de hortaliças com espécies medicinais e aromáticas (MORAES et al., 2007; MAIA et al., 2008). Paralelamente surgiu uma corrente de estudiosos dedicados à busca de propriedades inseticidas ou repelentes para pragas entre as espécies vegetais aromáticas (ROEL, 2001; RAO, 2002; KIANMATEE e RANAMUKHAARACHCHI, 2007; LAZNIK et al. 2012). No entanto, ainda são poucos os estudos de consórcio de hortaliças com espécies aromáticas (MORAES et al., 2008).

#### 2.4 PLANTAS AROMÁTICAS E CONTROLE DE ARTRÓPODES

O controle de ácaro-rajado com acaricidas naturais está sendo cada vez mais estudado. Em artigo de revisão, é relatado que as plantas que possuem grandes concentrações de compostos sulfurosos, como as crucíferas e do gênero *Allium* possuem propriedades tóxicas a este ácaro. Também são relatadas com efeito negativo sobre densidade populacional de *T. urticae* o coentro (*Coriandrum*

*sativum* L.), manjerona (*Origanum manjorana* L.) e orégano (*Origanum vulgare* L.) (ATTIA et al., 2013).

Na família das Lamiáceas, há plantas conhecidas por ter propriedades inseticidas, repelentes ou deterrentes de ovoposição, tais como manjerona (*O. manjorana*) e orégano (*O. vulgare*) (HORI, 1998). Em bioensaio, foi relatado efeito inseticida e repelente de óleos essenciais de orégano sobre *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae) (KIM et al., 2010). Por outro lado, estudos realizados para verificar o controle de *Phytomyza gymnostoma* Loew (Diptera: Agromyzidae) por meio do consórcio de orégano em plantação de cebola, houve redução na densidade populacional da praga no consórcio em somente um ano de experimento, evidenciando que são necessários mais estudos para o uso de plantas de orégano consorciadas para controle deste díptero (LAZNIK et al., 2012).

Óleos essenciais e metabólitos secundários de funcho (*Foeniculum vulgare* Mill.) têm demonstrado que possuem efeitos repelentes e tóxicos aos artrópodes. Efeito fumigante foi observado em 20 monoterpenóides, os mais promissores foram cineol, funchona e pulegona, que causaram 100% de mortalidade na concentração de 50  $\mu\text{L mL}^{-1}$  em cinco espécies de insetos: *Sitophilus oryzae* L., *T. castaneum*, *Oryzaephilus surinamensis* L., *Musca domestica* L. e *Blattella germanica* L. (LEE, PETERSON e COATS, 2003). Também, foi verificada a atividade dos vapores do óleo essencial de funcho, em uma concentração de 2  $\mu\text{L mL}^{-1}$  de ar, contra os afídeos da ervilha (*Acyrtosiphon pisum* Harris) e pulgão verde do pessegueiro (*M. persicae*) (DIGILIO et al., 2008). Aroiee, Masapoor e Hosainy (2005), também verificaram atividade inseticida do óleo essencial desta planta. A uma concentração de 7,5 ppm, obteve-se mortalidade de 90% em mosca-branca (*Trialeurodes vaporarior* Westwood). O único registro encontrado de efeito de óleo essencial de funcho sobre ácaros foi encontrado em estudo na Coréia. Os compostos funchona e p-anisaldeído foram os componentes que mais tiveram efeito tóxico a *Dermatophagoides farinae* Hughes (Acari: Pyroglyphidae) e *D. pteronyssinus* Hughes (LEE, 2004).

Em avaliação de onze plantas e seus respectivos óleos essenciais no controle em testes de mortalidade contra *Dermanyssus gallinae* De Geer (Acari: Dermanyssidae), o uso de óleo essencial de coentro foi um dos que obtiveram os melhores resultados. A menor dose (0,2 mg cm<sup>-2</sup>) causou mortalidade de 90% destes ácaros após 72 horas. (MAGDAS et al., 2010).

O cultivo de coentro consorciado com couve (*Brassica oleracea* L.) e repolho (*B. oleracea* var. *capitata* L.) proporcionou redução no número de larvas de primeiros instares e de pupas de *Plutella xylostella* L.. Este consórcio promoveu aumento no peso médio de cabeça de repolho, entretanto, o peso médio de folhas de couve foi reduzido, apesar de o dano foliar ter sido menor no consórcio do que no cultivo solteiro (couve e repolho) (OGOL, MAKATIANI, 2007).

Propriedade repelente ao ácaro-rajado foi verificada utilizando-se extrato aquoso de alho (50, 25 e 12,5 g L<sup>-1</sup>) (DABROWSKI e SEREDYNSKA, 2007). Neste estudo, a partir de duas horas de observação foi verificado alto nível de repelência. Entretanto a mortalidade dos ácaros, mesmo na maior dose, não foi satisfatória (60%). No entanto, em estudo com o uso de óleo destilado de alho, foi obtido mortalidade de 90% da população de fêmeas de *T. urticae* a concentração de 13,5 mg L<sup>-1</sup> de destilado, além de redução na sua fecundidade. A caracterização da concentração de cada um dos componentes químicos presentes no óleo essencial varia conforme o método de extração, porém o dissulfeto de dialila foi o composto que apresentou maior abundância nos métodos utilizados, sendo que aparentemente este é o composto que apresenta maior efeito de mortalidade e repelência para o ácaro-rajado (ATTIA et al., 2012).

Efeito fumigante de óleo essencial obtido a partir do alho (*Allium sativum* L.) foi avaliado em *T. castaneum* (YANG; ZHU e LEI, 2010). Verificou-se que quando o tempo de exposição ao produto foi de seis dias, houve controle de 100% dos insetos utilizando-se dose de 8 µL L<sup>-1</sup>. Neste trabalho, foram realizados testes com os principais componentes do óleo essencial de alho. O que obteve melhor efeito foi o trissulfeto de dialila, com o qual se obteve 100% de mortalidade.

Resultado semelhante com a utilização de óleo essencial de alho foi obtido na mortalidade de *Reticulitermes speratus* Holmgren (Isoptera: Rhinotermitidae). A concentração de óleo necessária para o controle deste inseto foi 0,5 µL L<sup>-1</sup>. O óleo essencial de cebola também foi avaliado, porém foi necessária concentração quatro vezes maior (2 µL L<sup>-1</sup>) do que o alho para 100% de mortalidade destes insetos (PARK e SHIN, 2005). O alho possui concentração quatro vezes ou mais de compostos sulfurosos que outras plantas que possuem elevadas concentrações de enxofre, como cebola e brócolis (VIRTANEN, 1965), isso pode explicar o fato de ser necessária menor quantidade de óleo para o mesmo controle.

Em experimento de tomate em consórcio com alho (*A. sativum*) ou cebola (*Allium cepa* L.) foi observado que o alho tem efeito repelente sensivelmente melhor ao ácaro vermelho que a cebola, porém, ambos tiveram infestação e bronzeamento de folhas em menor intensidade do que o cultivo solteiro do tomate (MTAMBO e ZELEDON, 2000). O consórcio destas mesmas plantas com mostarda apresentou redução da densidade populacional de *Lipaphis erysimi* Kalt. em pesquisa realizada durante dois ciclos (SARKER, RAHMAN e DAS, 2007). Apesar de em ambos os consórcios (alho ou cebola) a produção em quilos de mostarda ser menor comparado com a testemunha (cultivo solteiro), os consórcios apresentaram retorno econômico maior pela venda das plantas consorciadas.

Em estudo sobre o consórcio de cebola em cultivo de repolho orgânico, foi verificada redução significativa na incidência de *B. tabaci*, *Hellula undalis* Fabricius e *Brevicoryne brassicae* L., entretanto, este mesmo comportamento não foi verificado para *Trichoplusia ni* Hübner e *P. xylostella* (BAIDO, MOCHIAH e APUSIGA, 2012).

Assim, o consórcio do morangueiro com plantas aromáticas pode auxiliar na redução na intensidade de ataque de ácaros no cultivo e contribuir para o manejo integrado da praga.

### 3 ARTIGO: INCIDÊNCIA DE *TETRANYCHUS URTICAE* KOCH EM MORANGUEIRO SOB CONSÓRCIO COM PLANTAS AROMÁTICAS

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do consórcio de plantas aromáticas sobre a densidade populacional de ácaro-rajado (*Tetranychus urticae* Koch) em morangueiro e a ocorrência deste ácaro em morango em função da densidade de plantas de alho. Inicialmente, o potencial de redução na densidade populacional de ácaro-rajado foi avaliado quando alho, cebolinha, coentro, funcho, manjerona e orégano foram consorciados com morangueiro. As contagens foram realizadas com lupa de demarcação de 1 cm<sup>2</sup>, em folhas de morangueiro e também nas folhas das plantas aromáticas. Em cada parcela foram realizadas 18 visadas nas folhas de morangueiro e 12 nas folhas de plantas aromáticas. O consórcio com alho foi o que apresentou o melhor resultado, com redução de 45% da densidade populacional de ácaros ( $p < 0,05$ ). Redução da população de ácaros também foi obtida com o consórcio de funcho ou cebolinha. O efeito de densidade de plantas de alho no consórcio com morangueiro foi avaliado utilizando uma, duas ou três linhas de alho entre as linhas de morangueiro. O consórcio do alho proporcionou redução de 44, 51 e 65% ( $p < 0,05$ ) na densidade populacional de formas móveis de ácaros e redução de 38, 43 e 64% ( $p < 0,05$ ) para o número de ovos para os tratamentos com uma, duas ou três linhas de alho, respectivamente. Os resultados obtidos sugerem a realização de novos estudos visando avaliar os aspectos agrônômicos do consórcio, como produtividade do morangueiro e do alho e desenho do agroecossistema.

**Palavras-chave:** Manejo integrado de pragas. Agricultura orgânica. Agroecologia. Cultivo consorciado. Ácaro-rajado.

**ABSTRACT:** Effects of aromatic plants on the two-spotted spider mite (TSSM) *Tetranychus urticae* Koch population when intercropped with strawberry and the occurrence of this mite in strawberry field depending on the density of garlic plants as intercrop were evaluated. First, we assess intercrop system of chives, coriander, fennel, garlic, marjoram and oregano in strawberry field and select the specie has more potential in TSSM population reduction. In every plot, counts were performed with magnifying glass with demarcation of 1 cm<sup>2</sup>, 18 times in strawberry leaves and 12 observations on intercropped plants leaves. Intercrop with garlic showed the best results, 45% of reduction of mites ( $p < 0,05$ ) was observed in this system. Fennel and chives also had good performance. Higher numbers of TSSM were found on chive leaves than others treatments. The effect of garlic plant density on intercrop with strawberry was evaluated using one, two or three rows of garlic. Treatments decreased population of mobile mites on 44, 51 and 65% ( $p < 0,05$ ) and decreased eggs numbers on 38, 43 and 62% ( $p < 0,05$ ) for one, two or three lines of garlic, respectively. Results suggest that new studies have to be realized to evaluate aspects of intercropping, such as, strawberry and garlic yield when intercropped together and agroecosystem design.

**Key-words:** Integrated pest management. Organic agriculture. Agroecology. Intercropping. Two-spotted spider mite.

### 3.1 INTRODUÇÃO

Ácaro-rajado (*Tetranychus urticae* Koch) é uma das principais pragas do morangueiro (*Fragaria ananassa* Duch). O ataque severo desta praga, caracterizado pela intensa produção de teias, compromete a produção de frutos, fazendo com que o ciclo da cultura seja reduzido para dois ou três meses de produção, dependendo da densidade populacional do ácaro (RONQUE, 2010).

O manejo de tetraniquídeos na América do Sul tem sido realizado com o uso de produtos químicos (VÁSQUEZ et al., 2012). Os desafios enfrentados no controle da infestação do ácaro-rajado são a alta frequência de aplicação de produtos, reprodução por partenogênese arrenótoca e o seu ciclo de vida curto, que associado à grande densidade populacional, reduz a eficiência dos acaricidas, devido à rápida seleção de populações resistentes (CROFT e VAN BAAN, 1988; ZHANG, 2003).

Outro fator que merece destaque é o alto índice de casos de resíduos de agrotóxicos no produto *in natura*. Segundo resultados do Programa PARA (Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos), 59% das amostras de morango receberam resultados insatisfatórios, por apresentarem níveis de resíduos de agrotóxicos acima dos limites máximos estabelecidos pela legislação e/ou não autorizados para a cultura (BRASIL, 2012).

Como alternativa aos métodos de controle químico, pode ser utilizado o controle biológico desta praga. Os principais ácaros predadores utilizados são da família Phytoseiidae, especialmente do gênero *Phytoseiulus* (GERSON, SMILEY, OCHOA, 2003) e do gênero *Neoseiulus* (EASTERBROOK, FITZGERALD e SOLOMON, 2001; FRAULO e LIBURD, 2007).

Para a complementação ao controle biológico, em um programa de manejo integrado de pragas, é possível utilizar o consórcio entre plantas. A prática de policultivo, que consiste em incluir mais de uma espécie de planta cultivada em um mesmo campo, impõe uma barreira a herbívoros especializados em encontrar alimento, por oferecer maior número de espécies não hospedeiras (ROOT, 1973). O uso de plantas aromáticas é um tipo de policultivo, no qual o cultivo em conjunto de uma planta age sinergicamente melhorando o desenvolvimento ou características de outra (FRANCK, 1983). As plantas utilizadas como companheiras geralmente são também aromáticas. Essas plantas produzem óleos voláteis, que são liberados por

meio das diversas partes da planta e são rapidamente difundidas pelo ar ou pelo solo. Muitas destas substâncias têm efeito repelente, deterrentes da alimentação, possuem ação inseticida por contato direto e por fumigação, no qual os compostos voláteis penetram no corpo do inseto pelas vias respiratórias (ISMAN, 2000; KANT et al., 2009).

Nos últimos anos, surgiram estudos de consorciação de hortaliças com espécies medicinais e aromáticas (MORAES et al., 2007; MAIA et al., 2008). No entanto, ainda são poucos os estudos de consórcio de hortaliças com espécies aromáticas (MORAES et al., 2008).

O objetivo do trabalho foi avaliar a ocorrência do ácaro-rajado em morangueiro consorciado com plantas aromáticas. Inicialmente, estudou-se a ocorrência do ácaro em morangueiro solteiro em comparação com consórcios de morangueiro com alho (*Allium sativum* L.) (Liliaceae), cebolinha (*Allium schoenoprasum* L.) (Liliaceae), coentro (*Coriandrum sativum* L.) (Apiaceae), funcho (*Foeniculum vulgare* Mill.) (Apiaceae), manjerona (*Origanum manjorana* L.) (Lamiaceae), orégano (*Origanum vulgare* L.) (Lamiaceae). Em uma segunda etapa, as comparações foram em relação à incidência da praga em morangueiro solteiro em comparação com três densidades de cultivo do alho.

### 3.2 MATERIAL E MÉTODOS

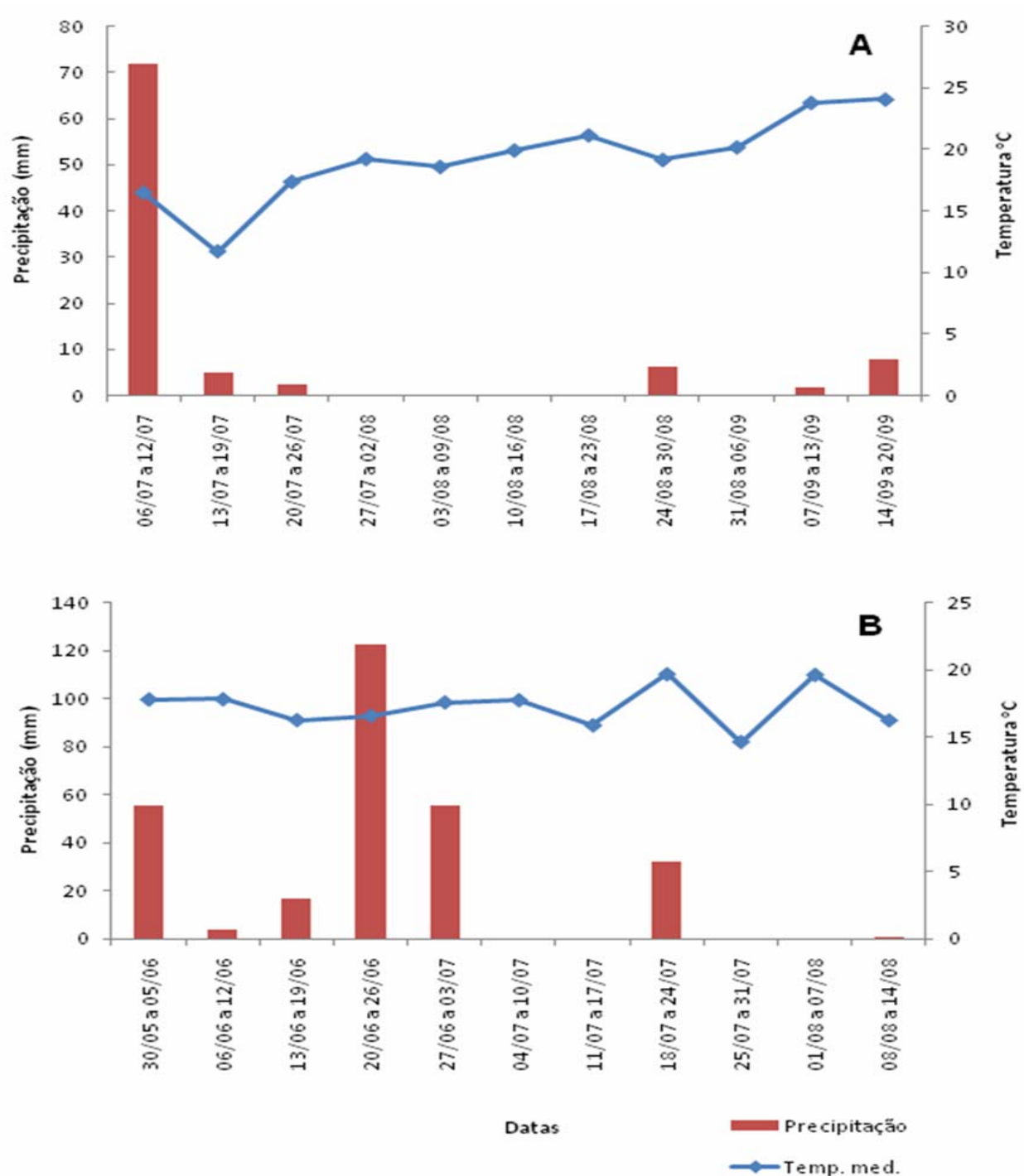
Os experimentos foram conduzidos no município de Pinhalão – Paraná (altitude de 589 m), cujo clima é do tipo Cfa, de acordo com classificação de Köppen. As condições climáticas ocorridas durante o experimento nos anos 2012 e 2013 estão representadas na figura 1A e 1B, respectivamente.

As lavouras de morangueiro, em sistema convencional, foram instaladas em canteiros a céu aberto, com espaçamento de 0,40 m entre linhas e entre plantas. As parcelas experimentais possuíam 3 m de comprimento, com bordadura de mesma dimensão entre os tratamentos. Utilizou-se irrigação por aspersão no período entre transplântio de mudas e o pegamento das mesmas. Após, foi utilizada a irrigação por gotejamento.

O solo é classificado como Cambissolo Háplico. A adubação foi realizada conforme recomendado para a cultura (RONQUE, 2010), de acordo com a análise de solo. O manejo fitossanitário foi realizado de acordo com recomendação

do técnico responsável, utilizando-se os produtos permitidos para a cultura. Para o controle de ácaros foi utilizada abamectin (Vertimec 18 EC) 75 mL L<sup>-1</sup> (AGROFIT, 2014).

**Figura 1** – Soma da precipitação durante o período (mm) e Temperaturas média (°C) durante o período experimental para os anos 2012 (A) e 2013 (B).



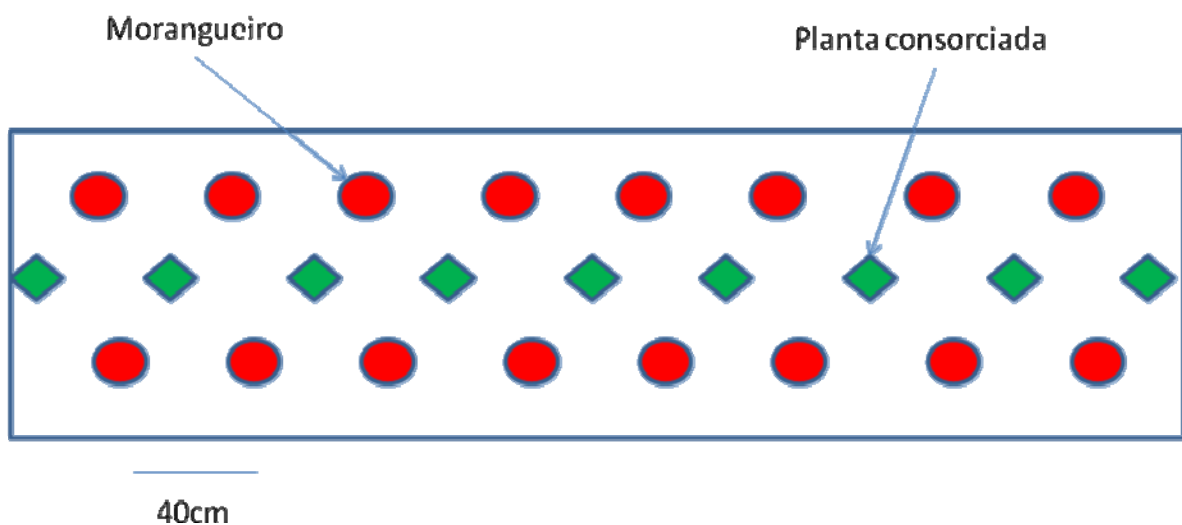
**Fonte:** Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR. Estação Metereológica de Joaquim Távora. Temp. med.: Temperatura média. 2014.

## Consórcio de Plantas Aromáticas com o Morangueiro

O experimento foi conduzido em área comercial (23° 47'20" S e 50°04'06"O, com o cultivo da variedade Oso Grande, implantada em 25 de março de 2012. Os tratamentos foram morangueiro em consórcio com alho (*Allium sativum* L.) (Liliaceae), cebolinha (*Allium schoenoprasum* L.) (Liliaceae), coentro (*Coriandrum sativum* L.) (Apiaceae), funcho (*Foeniculum vulgare* Mill.) (Apiaceae), manjerona (*Origanum manjorana* L.) (Lamiaceae), orégano (*Origanum vulgare* L.) (Lamiaceae), além de uma testemunha (morangueiro solteiro).

As sementes das plantas aromáticas utilizadas foram da marca Isla: Cebolinha híbrida atlântica, Coentro português, Funcho doce de cabeça, manjerona e orégano, variedades comum. As sementes de alho foram de variedade crioula e adquiridas com o agricultor familiar Lauro Wittmann, de Jandaia do Sul - Paraná. As mudas foram semeadas em bandejas de isopor com 128 células em 20 de abril de 2012. Foram acondicionadas em casa de vegetação, localizada na Universidade Estadual de Londrina, até o dia 14 de junho, quando foram transplantadas para a área experimental de morangueiro. As plantas aromáticas foram cultivadas em linha única, na região central do canteiro, entre a linha dupla de morangueiro, com espaçamento de 0,40 m entre plantas (Figura 2).

**Figura 2** – Esquema de plantio de morangueiro consorciado com planta aromática.



As avaliações da incidência de formas móveis de ácaro-rajado foram realizadas nas folhas de morangueiro e também nas folhas das plantas

consorciadas, para avaliar se eventualmente poderiam hospedar estes ácaros. As contagens tiveram início em 30 de julho, depois de verificada a presença de ácaros. A infestação ocorreu naturalmente. As demais avaliações ocorreram em 03, 16 e 24 de agosto; 07 e 20 de setembro de 2012.

Em cada parcela foram amostradas seis plantas aleatoriamente e avaliou-se o número de ácaros por  $\text{cm}^2$  utilizando-se lupa de 10x de aumento. Em folhas de morangueiro, foram realizadas três observações na região central de folíolos jovens, na face abaxial das folhas.

Nas plantas aromáticas também se observou a face abaxial das folhas em coentro, manjerona e orégano. Em alho e cebolinha os sintomas foram verificados em dobras das folhas e em funcho nas ramificações dos ramos, assim, as avaliações foram realizadas nestes pontos. Quatro plantas foram sorteadas por parcela e foram realizadas três observações em cada. As avaliações foram realizadas nas mesmas datas em que se avaliaram as plantas de morangueiro, porém com início em 03 de agosto, quando foram observados os ácaros também nessas plantas.

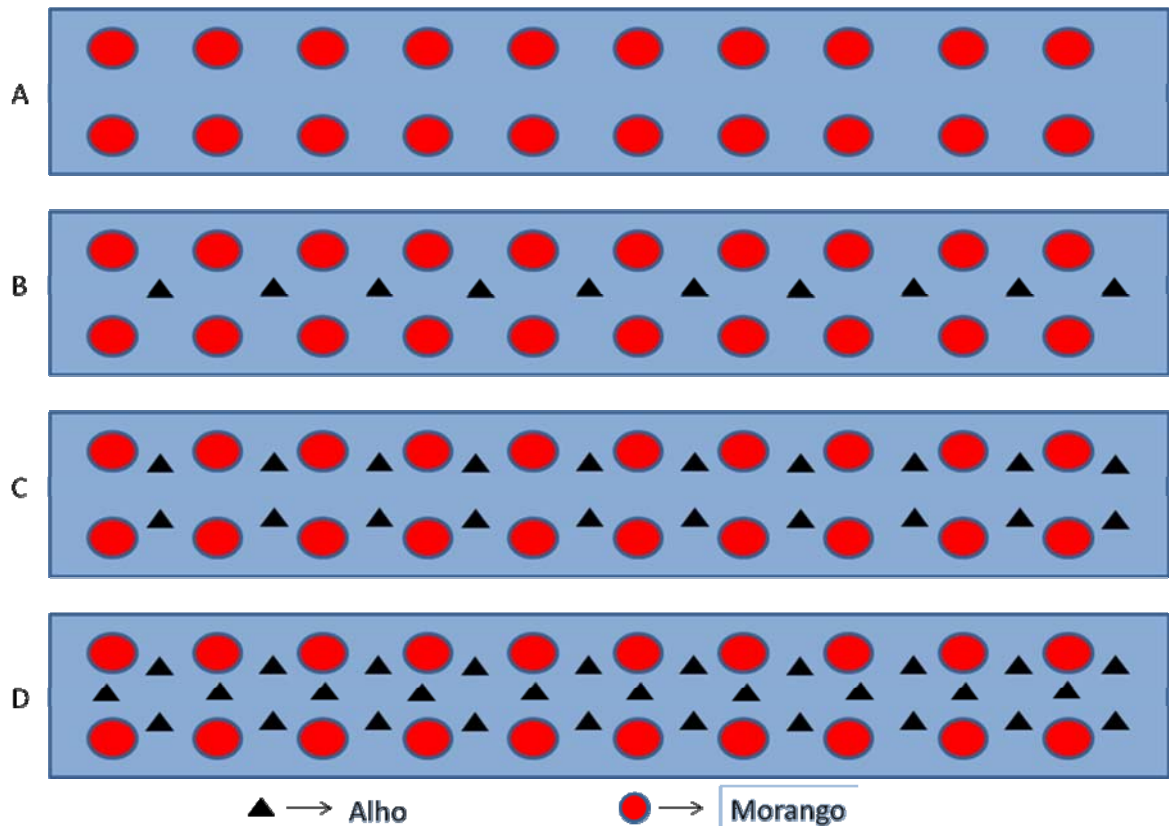
#### Densidades do Cultivo de Alho em Consórcio com Morangueiro

O estudo sobre o adensamento de plantas em consórcio com morangueiro foi conduzido em lavoura comercial ( $23^{\circ} 48'32''$  S e  $50^{\circ}04'31''$  O), em sistema convencional. A cultivar foi a Camarosa, implantada em 28 de março de 2013 em canteiros a céu aberto. Foi o primeiro ano de cultivo de morangueiro nesta área, sendo que, anteriormente, era cultivado cafeeiro.

Os tratamentos foram: linhas simples, dupla e tripla de alho, além de uma testemunha (morangueiro solteiro) (Figura 3). O cultivo dos bulbos de alho foi realizado em 30 de maio de 2013, as sementes foram adquiridas com o mesmo agricultor do experimento anterior.

As avaliações, iniciadas após constatação da incidência de ácaro-rajado, foram realizadas em 06 de junho; 09, 17 e 24 de julho; 07 e 20 de agosto. Em cada parcela contou-se o número de formas móveis de ácaro-rajado e o número de ovos por  $\text{cm}^2$  utilizando-se lupa manual de 10x de aumento. Foram realizadas três observações na região central de folíolos jovens das plantas de morangueiro, em seis plantas escolhidas aleatoriamente.

**Figura 3** – Esquema de plantio de morangueiro com seus diferentes tratamentos. Testemunha (A); 1 linha de cultivo de alho (B); 2 linhas de cultivo de alho (C); 3 linhas de cultivo de alho (D).



### Delineamento Experimental e Análise Estatística

Utilizou-se o delineamento de blocos ao acaso, com cinco repetições para o primeiro experimento e seis repetições para o segundo. Para verificação dos pressupostos para a análise de variância foram realizados teste de homogeneidade da variância e teste de normalidade. Sendo atendidos os pré-requisitos, os dados foram submetidos à análise de variância e havendo significância pelo teste F ( $p < 0,05$ ), as médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de significância. Para comparação entre os tratamentos numa mesma data de avaliação foi utilizado o valor da média de ácaros por  $\text{cm}^2$ . Para a comparação do efeito cumulativo entre os tratamentos ao longo das datas foi utilizado o índice de ácaros acumulados por dia (AAD) e ovos de ácaro acumulados por dia (OAAD), que leva em consideração o efeito cumulativo do ataque de ácaro (COSTELLO, 2011). Os programas utilizados para as análises foram o BioEstat 5.0 (AYRES, 2007) e SASM – Agri (CANTERI et al., 2001). O AAD e OAAD foram calculados pela seguinte fórmula:

$$\text{AAD ou OAAD: } \sum \{[0,5 * (A_n + A_{n+1})] / D\}$$

Onde:  $A_n$ : Número de indivíduos da amostragem n.

$A_{n+1}$ : Número de indivíduos da amostragem seguinte (n+1).

D: Número de dias entre a amostragem n e a amostragem seguinte (n+1).

### 3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os inimigos naturais do ácaro-rajado observados foram, principalmente, ácaros predadores da família Bdellidae e do gênero *Phytoseiulus* sp. e insetos predadores da família Staphylinidae e Anthocoridae. Estas espécies de inseto e ácaros do gênero *Phytoseiulus* são relatados como predadores de ácaro-rajado em morangueiros na Califórnia, Estados Unidos (OATMAN, BADGLEY e PLATNER, 1985).

Entretanto, as ocorrências foram ocasionais, por este motivo, não foram registradas. Possivelmente, as aplicações de acaricidas foram responsáveis pelas baixas populações de inimigos naturais, sendo que estudo prévio demonstra que o abamectin causa mortalidade de 100% sobre *Phytoseiulus macropilis* (Banks) 120 horas após a aplicação (VERONEZ, SATO e NICASTRO, 2012).

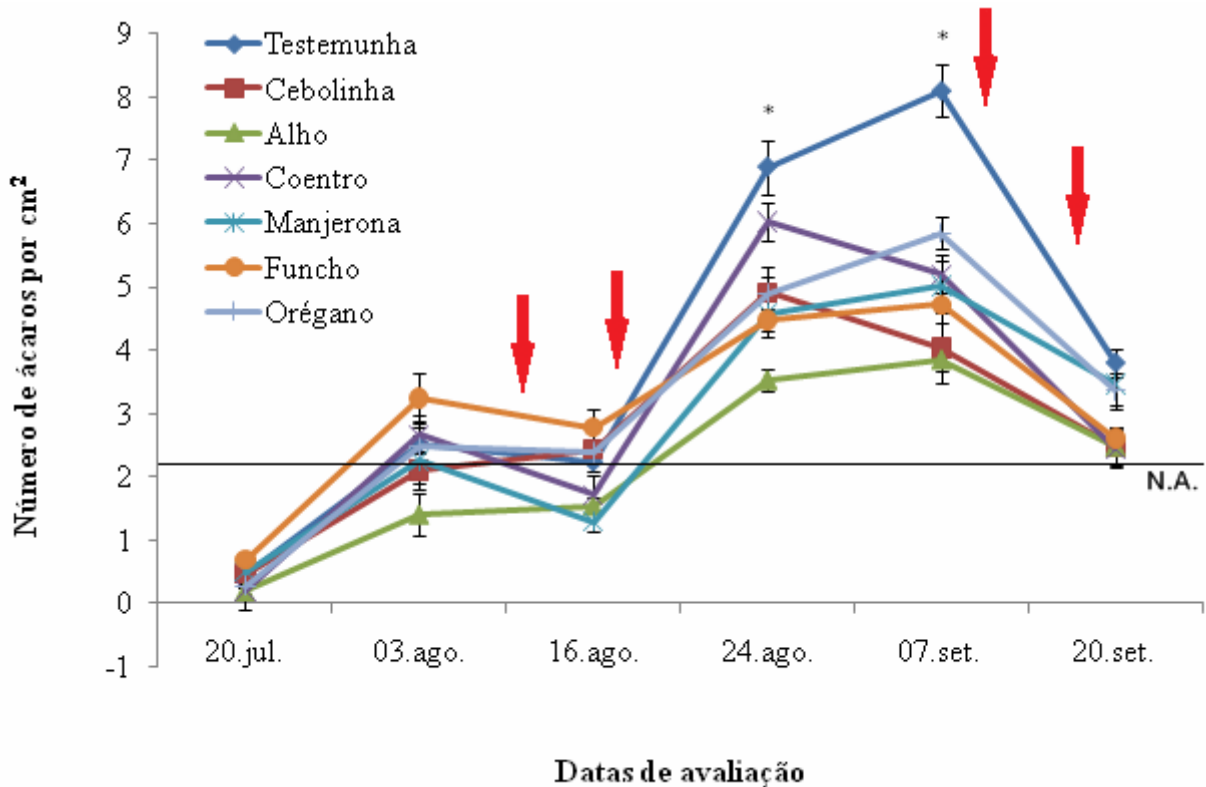
#### Consórcio de Morangueiro com Plantas Aromáticas

##### Avaliação de Ácaros em Folhas de Morangueiro

Nas primeiras avaliações, de 20 de julho a 24 de agosto, não foi possível verificar o efeito das plantas consorciadas sobre a densidade populacional de ácaros, pois a densidade populacional destes estava baixa (Figura 4) e as plantas encontravam-se novas, com pouco menos de dois meses de idade. Apesar de cada espécie botânica possuir características diferenciadas quanto à produção de óleos essenciais, é conhecido que os tecidos jovens são mais ativos na produção destas substâncias que tecidos velhos (KANT et al., 2009), porém as plantas aromáticas ainda apresentavam pequeno porte, o que diminui o acúmulo de compostos voláteis e a exposição dos ácaros a estas substâncias que podem ser liberados pelas plantas.

Em duas datas (24/08 e 07/09) houve influência dos tratamentos na densidade populacional dos ácaros (Figura 4). Em 24 de agosto, menores populações do ácaro foram observadas no consórcio morangueiro + alho do que na testemunha e no tratamento morangueiro + coentro ( $F: 3,93, p < 0,05$ ) (Tabela 1). Na avaliação do dia 07 de setembro, menores populações dos ácaros foram verificadas nos tratamentos em que o morangueiro foi consorciado com o alho, funcho ou cebolinha do que na testemunha ( $F: 3,69, p < 0,05$ ).

**Figura 4** – Flutuação populacional de formas móveis do ácaro-rajado (*Tetranychus urticae*) em folhas de morangueiro, em consórcio com plantas aromáticas.



Médias ( $\pm$  desvio padrão) seguidas por um asterisco são significativamente diferentes para aquela data de amostragem, pelo teste F. N.A.: Nível de ação para ácaro-rajado em morangueiro (NYOIKE e LIBURD, 2013).

No decorrer das avaliações foi observado que ocorreu incremento da densidade populacional de ácaros até o dia 07/09, mesmo após aplicações de acaricidas (10/08, 17/08, 09/09, 15/09). Como os agricultores não realizam rotação de princípios ativos em áreas de morangueiro, em função da indisponibilidade de produtos registrados na cultura, é provável que os ácaros apresentem resistência, principalmente após sucessivas aplicações. Estudos prévios demonstraram a

ocorrência de resistência do ácaro-rajado ao abamectin (SATO et al., 2005; KHAJEHALI et al., 2011).

Observou-se decréscimo na população de ácaros na avaliação de 20 de setembro. Nesta data, as plantas de morangueiros apresentavam-se muito debilitadas e com a maioria das folhas necrosadas, o que deve ter prejudicado a alimentação dos ácaros e fez com que sua densidade populacional decrescesse. Além da infestação com ácaros, foi constatado que as folhas do morangueiro estavam atacadas por um complexo de doenças, principalmente a mancha de micosferela, causada pelo fungo *Mycosphaerella fragariae* (Tul.) e o "vermelhidão", provocando danos severos no tecido foliar. A redução do ciclo produtivo, em cerca de dois ou três meses, juntamente com perdas totais da produção ocorrem pela ocorrência de micosferela (RONQUE, 1998).

Considerando o nível de ação de 80 ácaros por folíolo, ou 2,30 ácaros por  $\text{cm}^2$ , estabelecido para o morangueiro na Flórida – Estados Unidos (NYOIKE e LIBURD, 2013), na testemunha, nos tratamentos morangueiro + funcho e morangueiro + orégano, a aplicação de produtos deveria ter começado na segunda data de avaliação. Levando-se em consideração o desvio padrão da média, a densidade populacional do ácaro se manteve acima do nível de ação durante todas as outras datas de avaliação (Figura 4). Ainda, o tratamento morangueiro + alho proporcionaria retardamento na aplicação do produto, pois somente na quarta data de avaliação a densidade populacional da praga ultrapassou o nível de ação.

Os resultados de todas as datas de avaliações foram utilizados para a obtenção do índice AAD (Ácaros acumulados por dia), que representa a estimativa da densidade de ácaros acumulados por  $\text{cm}^2$  demonstrando o efeito da alimentação do ácaro ao longo de determinado tempo (COSTELLO, 2011) (Tabela 1). Quando o alho foi utilizado como consórcio houve redução do número de ácaros-rajado comparado com a testemunha ( $F: 4,17, p < 0,05$ ). As outras plantas consorciadas ocuparam posição intermediária. O valor acumulado na testemunha foi de 134,5 ácaros  $\text{cm}^2$  e no tratamento alho o valor foi de 73,9, demonstrando que houve redução de 45% no número acumulado de ácaros ao longo do período de avaliação.

**Tabela 1** – Número médio de formas móveis de ácaros-rajado (*Tetranychus urticae*) por cm<sup>2</sup> e índice de ácaros acumulados por dia (AAD) em folhas de morangueiro nos tratamentos.

Tratamentos	20.jul.	03.ago.	16.ago.	24.ago.	07.set.	20.set.	Índice AAD
Testemunha	0,47 a	2,52 a	2,23 a	6,87 a	8,10 a	3,80 a	134,51 a
Orégano	0,28 a	2,48 a	2,39 a	5,43 ab	5,86 ab	3,37 a	113,75 ab
Coentro	0,20 a	2,67 a	1,71 a	6,03 a	5,20 ab	2,44 a	106,88 ab
Funcho	0,69 a	3,24 a	2,78 a	4,48 ab	4,72 b	2,61 a	106,85 ab
Cebolinha	0,47 a	2,10 a	2,43 a	4,91 ab	4,04 b	2,48 a	100,87 ab
Manjerona	0,50 a	2,27 a	1,29 a	4,59 ab	5,02 ab	3,47 a	96,91 ab
Alho	0,20 a	1,41 a	1,54 a	3,53 b	3,86 b	2,49 a	73,93 b
C.V. (%)	77,57	68,60	49,90	23,00	31,20	25,58	20,17

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. AAD: Ácaro acumulado por dia. C.V.: Coeficiente de variação. AAD:  $\sum [0,5 (A_n + A_{n+1})] / D$ . Onde: A<sub>n</sub>: Número de indivíduos da amostragem n; A<sub>n+1</sub>: Número de indivíduos da amostragem seguinte (n+1); D: Número de dias entre a amostragem n e a amostragem seguinte (n+1).

Apesar de estudos que tenham sugerido o uso de orégano com potencial para reduzir a densidade populacional do ácaro-rajado, principalmente pela presença do cravacol em grandes quantidades (ISMAN, 2000), além de coentro e manjerona (ATTIA et al., 2013), isto não se confirmou no presente estudo. Fatores ambientais como altitude, latitude, temperatura, luz e umidade podem influenciar na produção e também liberação de compostos aromáticos (CORRÊA JÚNIOR e SCHEFFER, 2009). É possível que algum destes fatores tenha influenciado a manifestação do efeito destes compostos.

Outro fator a ser levado em consideração é a estabilidade destes compostos. É possível, que as substâncias aromáticas produzidas por aquelas plantas que não tiveram efeito sobre a praga tenham sido degradadas antes de entrar em contato com os ácaros. Embora seja conhecida que a luz, radiação UV e temperatura sejam fatores que influenciam na degradação de óleos essenciais obtidos por meio de extração das plantas (TUREK e STINTZING, 2013), pouco se sabe sobre a estabilidade destes compostos após a liberação pela planta pela folha, em ambiente aberto.

Não foram encontrados registros prévios na literatura de consórcio do morangueiro com o alho e influência sobre o ácaro-rajado. Em estudo semelhante, o consórcio de alho ou cebola proporcionou redução da densidade

populacional do ácaro vermelho (*Tetranychus evansi* Baker e Pritchard) em plantas de tomate, sendo que a cebola apresentou efeito sensivelmente melhor no controle (MTAMBO e ZELEDON, 2000). Naquele trabalho, os autores reportaram que as folhas de cebola liberavam odor mais forte, possivelmente com maior liberação de compostos aromáticos responsáveis pela mortalidade de ácaros, promovendo maior efeito de proteção ao tomateiro.

Em outro estudo, populações de *Lipaphis erysimi* Kalt. (Hemiptera: Aphididae) foram reduzidas em plantas de mostarda, quando consorciadas com alho ou cebola (SARKER, RAHMAN e DAS, 2007), demonstrando o potencial de redução na população de pragas pelo consórcio com estas plantas.

No presente trabalho, o número de ácaros em folhas de morangueiro no consórcio com alho foi aproximadamente 27% menor comparado à cebola. A maior eficiência do alho em reduzir a densidade populacional do ácaro pode estar relacionada às concentrações de compostos sulfurosos, que podem ser até quatro vezes maiores do que em plantas que também possuem concentrações elevadas de compostos sulfurosos, como cebola, cebolinha e brócolis (VIRTANEN, 1965).

As plantas podem liberar diversos tipos de substâncias para evitar o ataque de herbívoros e patógenos. Alguns destes mecanismos promovem proteção direta contra o ataque, como produção de toxinas, deterrentes de alimentação ou repelentes (KANT et al., 2009). Possivelmente a redução da densidade populacional desta praga do morangueiro tenha sido proporcionada pela liberação de compostos sulfurosos como o dissulfeto de dialila e trissulfeto de dialila pelas plantas de alho. Estes compostos foram os que estiveram presentes em maiores concentrações em dois estudos sobre a composição química do óleo essencial desta planta, um no Brasil (MALLET, 2011) e outro na Bélgica (ATTIA et al., 2012).

A aplicação de óleo essencial de alho, inclusive, tem sido estudada no controle de pragas. Foi observado que mesmo em pequenas doses ( $0,36 \text{ mg L}^{-1}$ ) a sua utilização promove redução significativa na fecundidade de fêmeas de ácaro-rajado e o valor de  $DL_{90}$  (dose de um dado produto capaz de causar mortalidade em 90% da densidade populacional alvo) foi de  $13,50 \text{ mg L}^{-1}$  (ATTIA et al., 2012).

Esta concentração é menor do que a utilizada para acaricidas sintéticos, as quantidades variaram de 50 (Fenpiroximato) a 216 mg (Propargito) de ingrediente ativo por litro para causar mortalidade de 100% do ácaro-rajado (VERONEZ, SATO e NICASTRO, 2012). Neste mesmo trabalho, a dose de extrato

aquoso de bulbos de alho a 10% (v/v) obteve controle de 88,8% da densidade populacional desta praga, sendo mais prejudicial ao ácaro-rajado do que ao predador *P. macropilis*. Os autores ainda reportam que o uso da maior parte dos acaricidas utilizados no estudo também causou mortalidade ao ácaro predador e há populações de ácaro-rajado resistentes a alguns daqueles produtos utilizados.

Os resultados obtidos, com 45% de redução do ácaro-rajado nas parcelas consorciadas com alho, justificam a realização de estudos adicionais da viabilidade deste cultivo associado. De maneira geral, algumas limitações são colocadas para a implantação de consórcio de plantas com o uso de plantas aromáticas. Questões logísticas, como o uso de equipamentos para semeadura, competição e efeito negativo no controle biológico são os principais apontados (PARKER et al., 2013). Porém, no consórcio entre o morangueiro e alho, estas limitações devem ser minimizadas. O morangueiro é transplantado em mudas e o alho plantado em bulbos, que podem ser feitos na mesma época. A competição deve ser minimizada pelo porte diferente das plantas e o alho proporciona pouco sombreamento no morangueiro por suas folhas alongadas e estreitas. Além disso, como citado anteriormente, as substâncias bioativas do alho afetam mais o ácaro-rajado do que os predadores (VERONEZ, SATO e NICASTRO, 2012).

Economia em relação aos tratamentos culturais como irrigação, o uso de plástico, capinas, entre outros também deve ser alcançada pelo consórcio. Entretanto, estudos adicionais são necessários para se determinar o uso eficiente da terra e se o consórcio proporciona incremento de renda para o agricultor, pois a produtividade do morangueiro pode ser influenciada pelo consórcio devido principalmente a competição por luz e água.

No período de maior ocorrência da praga, verificou-se redução densidade populacional pelos tratamentos de consórcio com funcho e cebolinha. O funcho e o endro (*Anethum graveolens* L.), outra apiaceae, têm sido propostas com uma barreira física para redução de pragas em culturas (PATT, HAMILTON e LASHOMB, 1997) e também para incrementar o controle biológico. Assim, seria interessante, eventualmente, se avaliar o alho e o funcho associados, de forma diferenciada nas culturas; o alho entre as plantas de morangueiro e o funcho externamente, como barreira física.

## Avaliação de Ácaros em Folhas de Plantas Aromáticas

De maneira geral, houve baixa incidência de ácaros fitófago em folhas das plantas consorciadas. As densidades médias ficaram abaixo de quatro ácaros  $\text{cm}^{-2}$  (Figura 5). Contudo, nas duas últimas avaliações, em folhas de cebolinha, os números se elevaram para 15,9 no dia 07/09 com posterior redução para 11,3 ácaros  $\text{cm}^{-2}$  no dia 20/09. Nestas datas a média de ácaros por  $\text{cm}^2$  na cebolinha foi maior (F: 8,35 e F: 23,20;  $p < 0,05$ , durante os dias 07 e 20/09, respectivamente) que os outros tratamentos (Tabela 2).

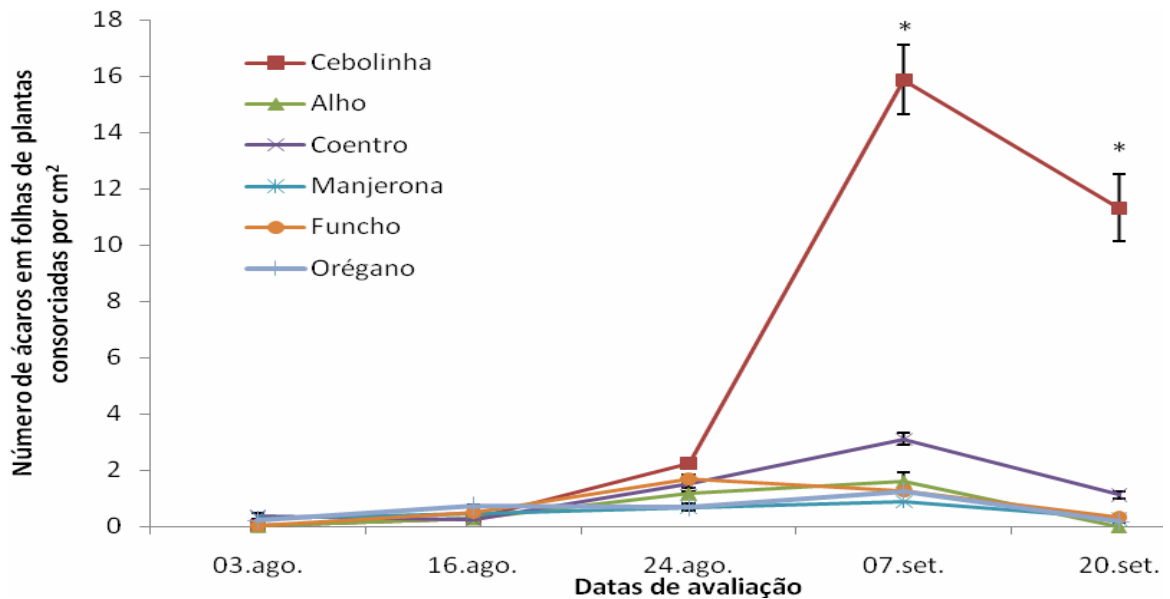
**Tabela 2** – Número médio de ácaros-rajado (*Tetranychus urticae*) por  $\text{cm}^2$  e índice de ácaros acumulados (AAD) em folhas das plantas aromáticas.

Tratamentos	03.ago.	16.ago.	24.ago.	07.set.	20.set.	Índice AAD
Cebolinha	0,02 a	0,28 a	2,23 a	15,87 a	11,32 a	180,23 a
Coentro	0,35 a	0,25 a	1,52 a	3,10 b	1,12 b	40,40 b
Funcho	0,02 a	0,50 a	1,68 a	1,27 b	0,33 b	24,65 b
Alho	0,02 a	0,28 a	1,17 a	1,60 b	0,00 b	21,44 b
Orégano	0,20 a	0,72 a	0,68 a	1,23 b	0,17 b	19,47 b
Manjerona	0,30 a	0,45 a	0,68 a	0,87 b	0,27 b	15,79 b
C.V. (%)	258,90	75,05	63,25	32,18	28,08	20,72

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. AAD: Ácaro acumulado por dia. C.V.: Coeficiente de variação.  $AAD = \sum [0,5 (A_n + A_{n+1})] / D$ . Onde:  $A_n$ : Número de indivíduos da amostragem n;  $A_{n+1}$ : Número de indivíduos da amostragem seguinte (n+1); D: Número de dias entre a amostragem n e a amostragem seguinte (n+1).

Durante as avaliações, foi observado que os ácaros em cebolinha localizaram-se nas dobras das folhas (Figura 6). Aparentemente, este local oferece abrigo para o ácaro, onde podem realizar ovoposição e se alimentar. Não foi encontrado relato de ocorrência de ácaro-rajado em plantações de cebolinha. As principais pragas das plantas do gênero *Allium* são o *Thrips tabaci* (Lindeman, 1888) (Thysanoptera: Thripidae) e o ácaro-do-chochamento (*Aceria tulipae* Keifer) Acari: Eriophyidae (GABARRET, 1945; FILGUEIRA, 2003).

**Figura 5** – Flutuação populacional de formas móveis do ácaro-rajado (*Tetranychus urticae*) em folhas de plantas aromáticas, em consórcio com morangueiro.



Médias ( $\pm$  desvio padrão) seguidas por um asterisco são significativamente diferentes para aquela data de amostragem, pelo teste F ( $p < 0,05$ ).

As espécies de plantas aromáticas avaliadas parecem não ser adequadas ao desenvolvimento do ácaro-rajado. Avaliando-se o desempenho deste fitófago em diferentes plantas, a taxa de fecundidade e a eclosão de ovos foram prejudicadas em folhas de cebola e alho-porró (*Allium porrum* L.) (GRECO, PEREYRA e GUILLADE, 2006). Neste mesmo trabalho, foi observado que o ácaro-rajado apresentou maior preferência por folhas de morangueiro e melhor desenvolvimento nesta planta ao invés das outras espécies avaliadas: alho-porró (*A. porrum*), cebola (*A. cepa*) e salsa [*Petroselinum crispum* (Mill. Nym.)]. Estes resultados corroboram com as observações realizadas no presente trabalho. Os ácaros-rajados aparentemente se estabeleceram nas plantas consorciadas por acaso, possivelmente transportados pelo vento. Em densidades populacionais elevadas, os tetraniquídeos apresentam tendência a abandonarem as folhas muito danificadas. Neste processo, as fêmeas ficam na extremidade da folha e levantam a parte anterior do corpo, sendo levado pelo vento (MORAES e FLECHTMANN, 2008).

**Figura 6** – Planta de cebolinha sob infestação de ácaro-rajado (*Tetranychus urticae*). Folha dobrada como ocorre nas lavouras (A). Folha levantada mostrando os ácaros abrigados (B).



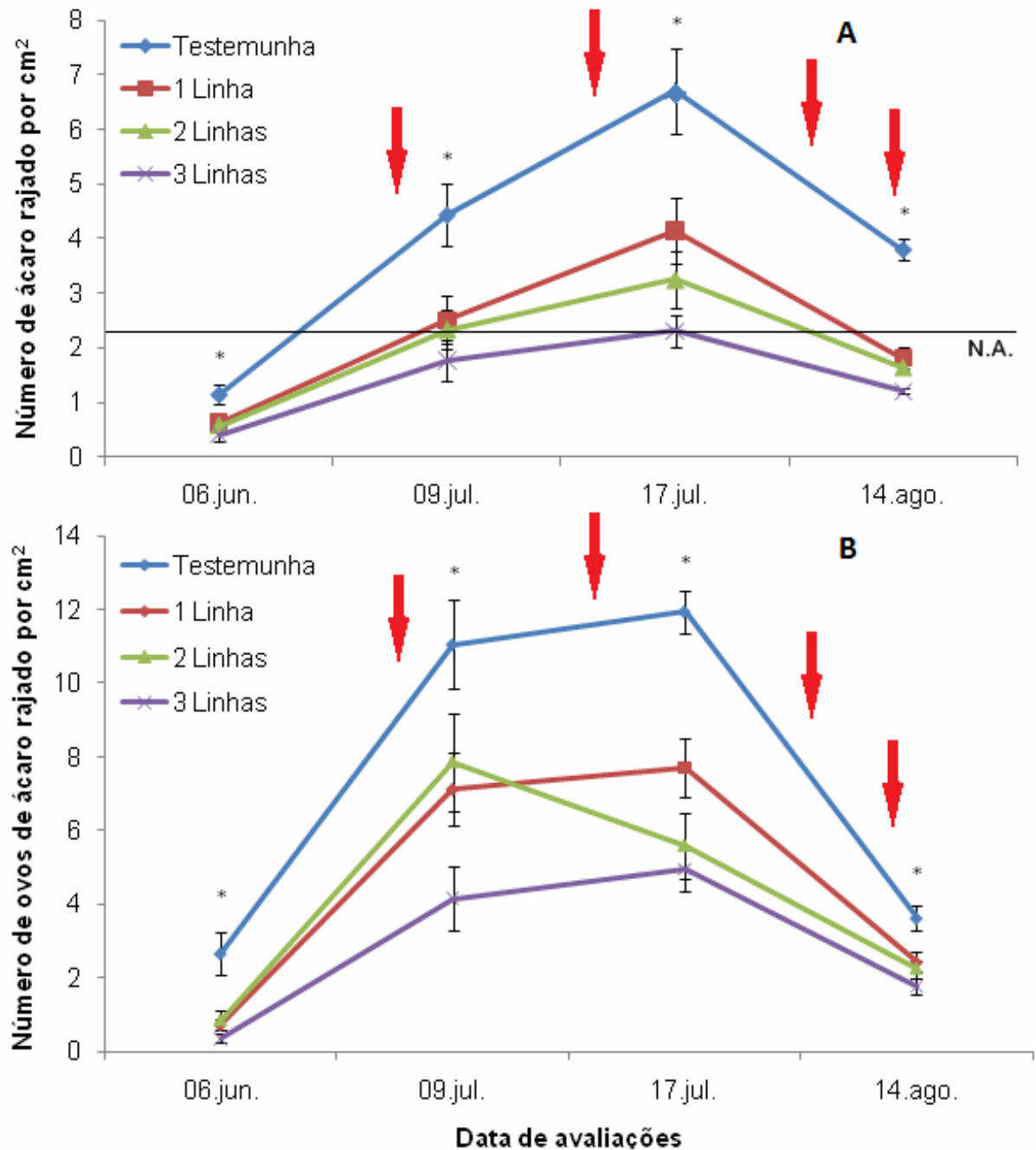
Fonte: Fernando Hata – Pinhalão – PR.

#### Ocorrência do Ácaro-Rajado em Morangueiro em Função da Densidade de Plantas de Alho

Em todas as avaliações, verificou-se influência dos tratamentos na incidência do ácaro-rajado em plantas de morangueiro, tanto para a média de formas móveis de ácaro-rajado quanto para o número de ovos (Figura 7A e 7B). Durante a condução do experimento foi observada tendência de aumento no número de ácaros e de ovos, mesmo após aplicações de abamectin (06/07, 13/07, 06/08 e 13/08).

Em todas as datas, foram verificadas maiores populações de formas móveis do ácaro-rajado no tratamento com cultivo de morangueiro solteiro do que nos tratamentos em que o morangueiro foi consorciado com o alho (Figura 7A e Tabela 3). Pelo cálculo do índice AAD, foram verificadas reduções populacionais de 44, 51 e 65% para uma, duas ou três linhas de alho, respectivamente (F: 25,69,  $p < 0,05$ ).

**Figura 7** – Flutuação populacional de formas móveis de ácaro-rajado (*Tetranychus urticae*) em folhas de morangueiro, em consórcio com densidades de cultivo do alho (A). Número de ovos de ácaro-rajado (B).



Médias ( $\pm$  desvio padrão) seguidas por um asterisco são significativamente diferentes para aquela data de amostragem, pelo teste F. N.A.: Nível de ação para ácaro-rajado em morangueiro (NYOIKE e LIBURD, 2013).

A partir da segunda data de avaliação nos tratamentos testemunha, densidades de uma e duas linhas de alho foi observado que foi atingido o nível de ação de 2,30 ácaros  $\text{cm}^{-2}$  (NYOIKE e LIBURD, 2013). O tratamento com três linhas

de alho proporcionou atraso em uma semana para atingir o nível de ação no controle do ácaro (Figura 7A).

No consórcio com três linhas de alho foram verificadas menores quantidades de ovos do que na testemunha (Figura 7B e Tabela 4). Pelo índice OAAD, em todos os tratamentos com consórcio (três densidades) foi verificado menor número de ovos do que na testemunha (F: 12,65;  $p < 0,05$ ). Reduções de 38, 43 e 64% foram constatadas em relação ao número de ovos na testemunha para os tratamentos com uma, duas ou três linhas de alho, respectivamente. Provavelmente, a maior concentração de metabólitos secundários liberados pelo alho, nas maiores densidades, determinou as maiores reduções na densidade populacional dos ácaros. Em estudo relacionado, foi observado que apesar do período de ovoposição de fêmeas de *T. urticae* não apresentar diferença com o controle, o uso do destilado de óleo essencial de alho foi capaz de reduzir a taxa de postura nas concentrações 0,36 e 0,74 mg L<sup>-1</sup>, em 70 e 90%, respectivamente (ATTIA et al., 2012). A taxa de ovoposição foi drasticamente afetada sob aplicação de extrato de bulbos de alho, em experimento conduzido em laboratório. Neste estudo, a redução de postura de ovos de ácaro-rajado por dia foi de 92%, comparada à testemunha (VERONEZ, SATO e NICASTRO, 2012).

**Tabela 3** – Número médio de formas móveis de ácaros-rajado (*Tetranychus urticae*) por cm<sup>2</sup> e índice de ácaros acumulados por dia (AAD) em folhas de morangueiro em consórcio com densidades de cultivo do alho.

Tratamentos	06.jun.		09.jul.		17.jul.		14.ago.		Índice AAD	
Testemunha	1,15	a	4,43	a	6,71	a	4,56	a	74,00	a
1 linha de alho	0,63	ab	2,51	b	4,14	b	2,18	b	42,19	b
2 linhas de alho	0,57	ab	2,33	b	3,25	b	1,97	b	36,20	b
3 linhas de alho	0,41	b	1,77	b	2,31	b	1,44	b	26,43	b
C.V. (%)	60,47		35,52		31,27		25,36		22,64	

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. AAD: Ácaro acumulado por dia. C.V.: Coeficiente de variação.  $AAD = \sum [0,5 (A_n + A_{n+1})] / D$ . Onde: A<sub>n</sub>: Número de indivíduos da amostragem n; A<sub>n+1</sub>: Número de indivíduos da amostragem seguinte (n+1); D: Número de dias entre a amostragem n e a amostragem seguinte (n+1).

**Tabela 4** – Número médio de ovos de ácaros-rajado (*Tetranychus urticae*) por dia  $\text{cm}^2$  e índice de ovos de ácaros acumulados por dia (OAAD) em folhas de morangueiro em consórcio com densidades de cultivo do alho.

Tratamentos	06.jun.	09.jul.	17.jul.	14.ago.	Índice OAAD
Testemunha	2,68	11,06	11,94	3,63	137,79
1 linha de alho	0,75	7,14	7,71	2,44	85,06
2 linhas de alho	0,85	7,87	5,59	2,24	78,85
3 linhas de alho	0,35	4,15	4,95	1,78	52,37
C.V. (%)	51,74	30,25	46,28	32,92	27,84

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. OAAD: Ovos de ácaro acumulado por dia. C.V.: Coeficiente de variação. OAAD :  $\sum [0,5 (A_n + A_{n+1})] / D$ . Onde:  $A_n$ : Número de indivíduos da amostragem n;  $A_{n+1}$ : Número de indivíduos da amostragem seguinte (n+1); D: Número de dias entre a amostragem n e a amostragem seguinte (n+1).

Os resultados do experimento de cultivo do morangueiro com densidades de alho confirmam a tendência observada no experimento anterior, quando esta espécie foi selecionada como a planta consorciada que obteve melhor desempenho na redução da densidade populacional do ácaro. Nos dois experimentos foram observados que uma linha de alho cultivada com morangueiro reduz a densidade populacional em aproximadamente 45%.

Apesar de não ser verificada diferença significativa entre as densidades, houve tendência a aumento do controle de ácaro com o aumento do número de linhas de alho. Estudos sobre os custos de produção e a produtividade do morangueiro e alho nestas três densidades de cultivo poderiam ajudar na recomendação prática de qual teria a melhor relação custo/benefício. Pois, por um lado, aparentemente, quanto mais linhas de alho forem consorciadas, maior a redução de ácaros, porém haveria necessidade de avaliar também os efeitos na produtividade por área do morangueiro. Estes efeitos ainda podem ser benéficos. Na China, estudos com consórcio de pepino e densidades de cultivo de alho, indicam que o cultivo destas duas plantas juntas promovem maior equilíbrio de nutrientes no solo. O acúmulo de biomassa e a absorção de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e manganês pelas plantas de pepino foram maiores no cultivo consorciado do que no monocultivo. Entretanto, os melhores resultados de absorção destes nutrientes pelo pepino ocorreram em densidades intermediárias (300, 450 e 600g de bulbos de alhos semeados), possivelmente por efeitos alelopáticos do alho, que em baixas

concentrações promovem efeitos benéficos e a altas concentrações, maléficos (XIAO et al., 2013).

### 3.4 CONCLUSÃO

O consórcio de morangueiro com alho reduz a densidade populacional de ovos e formas móveis do ácaro-rajado.

O consórcio com a cebolinha e o funcho, ocasionalmente, reduziram a população do ácaro-rajado em morango.

A maior parte das plantas consorciadas apresentam baixa densidade populacional de ácaros, com exceção da cebolinha, que apresentou maior densidade, comparada com as outras plantas aromáticas.

O aumento do número de linhas de alho consorciado com morangueiro atrasou o momento em que a densidade populacional atingiu o nível de ação para o morangueiro.

## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O manejo de pragas é um dos principais desafios na agricultura. Para a sua execução os agricultores podem utilizar defensivos sintéticos, biológicos, manejo cultural por meio do uso de transgênicos, entre outros métodos. Entretanto, na agricultura orgânica e agroecológica, são permitidos somente a utilização de produtos biológicos ou outros de usos restrito como a calda bordalesa e sulfocálcica, o que reduz as opções de manejo de artrópodes neste sistema. Além disso, a pesquisa por métodos alternativos de controle de pragas ainda é incipiente, fazendo com que os agricultores tenham poucas técnicas para lidar com esta situação.

O manejo de artrópodes deve ser realizada a análise holística do sistema, deve-se evitar visualizar a praga como um problema isolado. Aparentemente altas dosagens de nitrogênio (N) usadas na adubação promovem concentrações de N foliar que tornam as plantas mais vulneráveis ao ataque de pragas (ALTIERI e NICHOLLS, 2003). O uso de defensivos pode provocar aumento na concentração de substâncias solúveis nos tecidos da planta, que repercute de maneira positiva no potencial de reprodução de ácaros (CHABOUSSOU, 2006). A prática do monocultivo também é outro fator que pode proporcionar o aumento de pragas e doenças nos sistemas produtivos (ALTIERI e NICHOLLS, 2010). Então, é necessário o redesenho do sistema agrícola para que seja realizado o uso racional dos recursos naturais, além de promover maior biodiversidade de plantas e de microrganismos presentes no solo, o que pode contribuir na supressão das pragas por meio da indução da tolerância a estas (BLOUIN et al., 2005).

Em estudo sobre manejo de artrópodes em sistemas orgânicos, são propostos quatro estágios para o controle de pragas, sendo os dois primeiros por métodos preventivos e devem ser tomados como prioritários, e os dois últimos com o uso de métodos curativos (uso de óleos e extratos naturais, liberação massal de predadores) (ZEHNDER et al., 2007). Desta forma, como estratégia preventiva, com a prática do consórcio de morangueiro e alho pode ser alcançada redução de até 65% na densidade populacional de ácaros. Esta estratégia, pode ser avaliada em conjunto com outras, como a racionalização do uso do nitrogênio nas adubações. Novas pesquisas permitirão avaliar estas estratégias combinadas e contribuir significativamente para a sustentabilidade do sistema de produção de morangueiro, principalmente em cultivos orgânicos e de produção integrada.

## REFERÊNCIAS

- AGROFIT. **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. Disponível em: <[http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)>. Acesso em: 20 de março de 2014.
- ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I. **Diseños agroecologicos para incrementar la biodiversidad de entomofauna benéfica en agroecosistemas**. 1º Edición. Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología (SOCLA), 80 p., 2010.
- ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I. Soil fertility management and insects pests: harmonizing soil and plant health in agroecosystems. **Soil and Tillage Research**, v.72, p.203-211, 2003.
- AMARO, M.C.C. **A cadeia produtiva agro-industrial do morango nos municípios de Pelotas, Turuçu e São Lourenço**. 2002. 105p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2002.
- AMARAWARDANA, L.; BANDARA, P.; KUMAR, V.; PETTERSSON, J.; NINKOVIC, V.; GLINWOOD, R. Olfactory response of *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae) to volatiles from leek and chive: Potential for intercropping with sweet pepper. **Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil and Plant Science**, v. 57, p. 87-91, 2007.
- ANTUNES, L.E.C.; DUARTE FILHO, J.D.; CALEGARIO, F.F.; COSTA, H.; REISSER JUNIOR, C. Produção integrada de morango no Brasil. **Informe Agropecuário**, v.236, p.34- 39, 2007.
- ANTUNES, L.E.C.; REISSER JUNIOR, R.C. Produção de morangos. **Jornal da Fruta**, v.191, p.22-24, 2007.
- ARMSTRONG, H. **Increasing ways to biologically control pests**. Flower Tech v.4, p.22–25, 2001.
- AROIEE, H.; MASAPOOR, S.; HOSAINY, M. Effect of essential oils of fennel, caraway and rosemary on greenhouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*). **KMITL Science and Technology Journal**, Bangkok, v.5, n.2, p.6-11, 2005.
- ATTIA, S.; GRISSA, K.L.; MAILLEUX, A.C.; LOGNAY, G.; HEUSKIN, S.; MAYOUFI, S.; HANCE, T. Effective concentrations of garlic distillate (*Allium sativum*) for the control of *Tetranychus urticae* (Tetranychidae). **Journal of Applied Entomology**, v.136, p.302-312, 2012.
- ATTIA, S.; GRISSA, K.L.; LOGNAY, G.; BITUME, E.; HANCE, T.; MAILLEUX, A.C. A review of the major biological approaches to control the worldwide pest *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) with special reference to natural pesticides. **Journal of Pest Science**, v.86, p.361-386, 2013.
- AYRES, M. **BioEstat 5.0: Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas**. Belém: Sociedade Civil Mamirauá, 5. ed., 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**, vol.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, 2011.

BLOUIN, M.; ZUILY-FODIL, Y.; PHAM-THI, A.; LAFFRAY, D.; REVERSAT, G.; PANDO, A.; TONDOH, J.; LAVELLE, P. Bellowground organisms activities affect plant aboveground phenotype, inducing plant tolerance to parasites. **Ecology Letters**, v.8, p.202-208, 2005.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. **Divulgação monitoramento de agrotóxicos em alimentos**. 2012. Disponível em: <[http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/58a5580041a4f6669e579ede61db78cc/Relatorio\\_PARA\\_2011\\_12-30\\_10\\_13.pdf?MOD=AJPERES](http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/58a5580041a4f6669e579ede61db78cc/Relatorio_PARA_2011_12-30_10_13.pdf?MOD=AJPERES)>. Acesso em: 06 de abril de 2014.

CANTERI, M. G.; ALTHAUS, R. A.; VIRGENS FILHO, J. S.; 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, n.2, p.18—24, 2001.

CAPINERA, J.L. (ed.) **Encyclopedia of Entomology**, 2<sup>nd</sup> 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](http://www.nysipm.cornell.edu/organic_guide/strawberry.pdf) > Acesso em: 02 de maio de 2013.

CASTAGNOLI, M.; SIMONI, S. *Neoseiulus californicus* (MCGREGOR) (ACARI PHYTOSEIIDAE): Survey of biological and behavioural traits of a versatile predator. **Redia**, n. 86, p.153-164, 2003.

CASTAGNOLI, M.; SIMONI, S. The effects of different constant humidities on eggs and larvae on *Amblyseius californicus* (McGregor) (Acarina: Phytoseiidae). **Redia**, n. 77, p.349-359, 1994.

CÉDOLA, C; GRECO, N. Presence of the aphid, *Chaetosiphon fragaefolii*, on strawberry in Argentina. **Journal of Insect Science**, v.10, article 9, 2010.

CHABOUSSOU, F. **Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos: novas bases de uma prevenção contra doenças e parasitas – a teoria da trofobiose**. Tradução de Maria José Guazelli, 1<sup>o</sup> edição. Editora Expressão Popular, 2006. 320p.

CORRÊA JÚNIOR, C.C.; SCHEFFER, M.C. **Boas práticas agrícolas (BPA) de plantas medicinais, aromáticas e condimentares**. 2<sup>o</sup> edição, Curitiba – PR: Instituto Emater, 2009. 52p.

COSTELLO, M. **Insects and mites in organic vineyards systems**. *In: Organic winegrowing manual*. McGOURTY, G.T.; OHMART, J.; CHANEY, D. (org.), p.111-144. 2011.

CROFT, B.A.; VAN DE BAAN, H. E. Ecological and genetic factors influencing evolution of pesticide resistance in tetranychid and phytoseiid mites. **Experimental and Applied Acarology**, v.4, p.277–300, 1988.

DABROWSKI, Z.T.; SEREDYNSKA, U. Characterisation of the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae* Koch, ACARI: TETRANYCHIDAE) response to aqueous extracts from selected plant species. **Journal of Plant Protection Research**, vol. 47, n.2, 2007.

DAROLT, M.R. Morango orgânico: opção sustentável para o setor. **Revista Campo & Negócios**. Ano 2, n.34, março 2008. p. 58-61.

DARP - **Database of Arthropods Resistance to Pesticides**, 2013. Disponível em:<<http://www.pesticideresistance.org/>>

DIGILIO, M. C.; MANCINI, E.; VOTO, E.; VEO, V. D. Insecticide activity of Mediterranean essential oils. **Journal of Plant Interactions**, Salerno, v.3, n.1, p.17-23, 2008.

EASTERBROOK, M. A.; FITZGERALD, J. D.; SOLOMON, M. G. Biological control of strawberry tarsonemid mite *Phytonemus pallidus* and two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* in the UK using species of *Neoseiulus* (*Amblyseius*) (Acari: Phytoseiidae). **Experimental and Applied Acarology**, v. 25, p. 25-36, 2001.

FEENY, P. **Plant apparency and chemical defense**. *In: Biochemical interaction between plants and insects*. WALLACE, J. e MANSELL, R. (eds.). Recent Advances in Phytochemistry, v.10, p.1-40, 1976.

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: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 2. Ed. – Viçosa – MG – UFV, 2003. 412 p.

FRANCK, G. **Companion planting: successful gardening the organic way**. Thorsons Pub. Group, Wellingborough, Northamptonshire, England; 1983.

FRAULO, A. B.; LIBURD, O. E. Biological control of two-spotted-spider-mite, *Tetranychus urticae*, with predatory mite, *Neoseiulus californicus*, in strawberries. **Experimental and Applied Acarology**, v. 43, p. 109-119, 2007.

GABARRET, A.L. **Cultivo de huerta – Manual practico de horticultura racional**. Ed. Albatroz, 1945. 637p.

GAUSE, G.F. **The struggle for existence**. Ed. Williams e Williams, 1934.

GERSON, U.; SMILEY, R.L.; OCHOA, R. **Mites (Acari) for pest control**. Blackwell Publishing, UK, 539p, 2003.

GLIESSMAN, S.R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. Porto Alegre, Editora Universidade/UFRGS, 4 ed., 658 p., 2009.

GRECO, N.M.; PEREYRA, P.C.; GUILLADE, A. Host-plant acceptance and performance of *Tetranychus urticae* (Acari, Tetranychidae). **Journal of applied entomology**, v.130, p.32-36, 2006.

HORI, M. Repellency of rosemary oil against *Myzus persicae* in a laboratory and in a greenhouse. **Journal of Chemical Ecology**, v.24, p.1425–1432, 1998.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2006**. Disponível em:<<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 20 mai. 2013.

ISMAN, M. B. Plant essential oil for pest and disease management. **Crop Protection**, v.19, p.603-608, 2000.

KANT, M.R.; BLEEKER, P.M.; WIJK, M.V.; SCHUURINK, R.C.; HARING, M.A.; VAN LOON, L.C. **Plant volatiles in defense**. In: Advances in botanical research VAN LOON, L.C. (Editor). Academic Press, p.613-666, 2009.

KHAJEHALI, J.; VAN NIEUWENHUYSE, P.; DEMAEGHT, P.; TIRRY, L. VAN LEEUWEN, T. Acaricide resistance and resistance mechanisms in *Tetranychus urticae* populations from rose greenhouses in Netherlands. **Pest Management Science**, v. 67, p.1424-1433, 2011.

KIANMATEE, S.; RANAMUKHAARACHCHI, S.L. Pest repellent plants for management of insects pest of chinese kale, *Brassica oleraceae* L. **International Journal of Agriculture and Biology**. v.9, n.1, p.64-67, 2007.

KIM, S; YOON, J.; JUNG, J. W.; HONG, K.; AHN, Y.; KWON, H. W. Toxicity and repellency of origanum essential oil and its components against *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) adults. **Journal of Asia-Pacific Entomology**, v.13, p.369-373, 2010.

LAZNIK, Z.; BOHINC, T.; VIDRIH, M.; TRDAN, S. Testing the suitability of three herbs as intercrops against the Allium leaf miner (*Phytomyza gymnostoma* Loew, Diptera, Agromyzidae) in onion production. **Journal of Food, Agriculture and Environmental**, Helsinki, vol.10, n.2, p.751-755, 2012.

LEE, S. Acaricidal activity of constituents identified in *Foeniculum vulgare* fruits oil against *Dermatophagoides* spp. (Acari: Pyroglyphidae). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.52, n.10, p.2887-2889, 2004.

- LEE, S.; PETERSON, C. J.; COATS, J. R. Fumigation toxicity of monoterpenoids to several stored product insect. **Journal of Stores Products Research**, Oxford, v.39, n.1, p.77-85, 2003.
- MAGDAS, C.; CERNEA, M.; BACIU, H.; SUTEU, E. Acaricidal effect of eleven essential oils against the poultry red mite *Dermanyssus gallinae* (Acari: Dermanyssidae). **Scientia Parasitologica**, Cluj-Napoca, v.11, n.2, p.71-75, June, 2010.
- MAIA, J. T. L. S.; GUILHERME, D O ; PAULINO, M. A, O,; BARBOSA, F. S.; FERNANDES, R.C.; MAIO, M.M.; VALADARES, S.V.; COSTA, C.A.; MARTINS, E.R. Produção de alface e cenoura em cultivo solteiro e consorciado com manjeriço e hortelã. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.3, p.58-64, 2008.
- MALLET, A.C.T. **Utilização de óleos essenciais de condimentos na conservação de queijos tipo Quark**. 2011. 131p. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2011.
- MORAES, G.J. e FLECHTMANN, C.H.W. **Manual de acarologia: Acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil**. Ribeirão Preto, Editora Holos, 308p. 2008.
- MORAES, G.J.; SILVA, C.A.D.; MOREIRA, A.N. Biology of a strain of *Neoseiulus idaeus* (Acari: Phytoseiidae) from southwest Brazil. **Experimental and Applied Acarology**, v.18, p.213–220, 1994.
- MORAES, A. A.; VIEIRA, M.C.; ZÁRATE, N. A. H. Produção de repolho “Chato de quintal” e da capuchinha “Jewel”, solteiros e consorciados, sem e com cama de frango semi decomposta incorporada no solo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, p. 731-738, 2007.
- MORAES, A.A.; VIEIRA, M.C.; ZÁRATE, A.H.; TEIXEIRA, I.R.; RODRIGUES, E.T. Produção de capuchinha em cultivo solteiro e consorciado com os repolhos verde e roxo sob dois arranjos de plantas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, p. 1195-1202, 2008.
- 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.
- NYOIKE, T.W.; LIBURD, O.E. Effect of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae), on marketable yields of field-grown strawberries in north-central Florida. **Journal of Economic Entomology**, v.106, p.1757-1766, 2013.
- OATMAN, E.R.; BADGLEY, M.E.; PLATNER, G.R. Predators of the two-spotted spider mite on strawberry. **California Agriculture**. January-February, 1985.
- OGOL, C.K.P.O; MAKATIANI, J. Potential of companion crops in managing the diamondback moth in cabbage/kale cropping system in Kenya. **African Crop Science Conference Proceedings**, v.8, p.1029-1033. EI-Minia, 2007.

- 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.
- PAGOT, E.; HOFFMANN, A. Produção de pequenas frutas no Brasil. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO SOBRE PEQUENAS FRUTAS, 1, 2003, Vacaria. **Anais...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, p.9-17, 2003.
- PARK, I.; SHIN, S. Fumigant activity of plant essential oils and components from garlic (*Allium sativum*) and clover bud (*Eugenia caryophyllata*) oils against the japanese termite (*Reticulitermes speratus* Kolbe). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, p. 4388-4392, 2005.
- PARKER, J.E.; SNYDER, W.E.; HAMILTON, G.C.; RODRIGUEZ - SAONA, C. **Companion Planting and Insect Pest Control**. In: Weed and Pest Control - Conventional and New Challenges, SOLONESKI, S. (Ed.), 2013. Disponível em: <http://www.intechopen.com/books/weed-and-pest-control-conventional-and-new-challenges/companion-planting-and-insect-pest-control>.
- PATT, J. M.; HAMILTON, G.C.; LASHOMB, J.H. Foraging success of parasitoid wasps on flowers: interplay of insect morphology, floral architecture and searching behavior. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, vol. 83, p. 21-30, 1997.
- POPIA, A.F.; CIDADE JUNIOR, H.A.; HAMMERSCHMIDT, I.; TOLEDO, M.V.; ASSIS, O. **Manual de olericultura orgânica**. Curitiba: Emater/SEAB, 2007. 128p.
- RAO, B. R. R. Biomass yield, essential oil yield and essential oil composition of rose-scented geranium (*Pelargonium* species) as influenced by row spacings and with cornmint (*Mentha arvensis* L.). **Industrial Crops and Products**, Tucson, v. 16 p.133-144, 2002.
- ROEL, A. R. Utilização de plantas com propriedades inseticidas: uma contribuição para o desenvolvimento rural sustentável. **Revista Internacional de Desenvolvimento Local**, v.1, p.43-50, 2001.
- ROOT, R.B. Organization of a plant-arthropod association in simple and diverse habitats: the fauna of collards (*Brassica oleracea*). **Ecological Monographs**, v.43, p.95-124, 1973
- RONQUE, E. R. V. **A Cultura do Morangueiro**. Curitiba – PR: Instituto Emater, 2010. 52p.
- RONQUE, E. R. V. **A cultura do morangueiro: revisão e prática**. Curitiba – PR: Instituto Emater, 1998. 206p.
- 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 Bio-science**, v.15, p.35-40, 2007.

- SANTOS, A.M.; MEDEIROS, A.R.M. (eds). **Morango: produção**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p.35-38, 2003.
- SATO, M.E.; SILVA, M.Z.; RAGA, A.; SOUZA, M.F. Abamectin resistance in *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae): selection, cross-resistance and stability of resistance. **Neotropical Entomology**, v. 34, n.06, p. 991-998, 2005.
- SECRETARIA DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO DO PARANÁ - SEAB. Morango: área e produção por região administrativa da SEAB, 2011. Disponível em: < <http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/fru5.pdf>>. Acesso em: 30 de agosto de 2013.
- SOLOMON, K. R. **Ecotoxicological risk assessment of pesticides in the environmental**. In: KRIEGER, R. (org.) Handbook of pesticide toxicology. Academic Press, San Diego, California, 2001.
- TUREK, C.; STINTZING, F.C. Stability of essential oils: A review. **Comprehensive reviews in food science and food safety**, vol. 12, 2013.
- VAN LEEUWEN, T.; VAN POTTELBERGE, S.; TIRRY, L. Comparative acaricide susceptibility and detoxifying enzyme activities in field-collected resistant and susceptible strains of *Tetranychus urticae*. **Pest Management Science**, v.61, p.499-507, 2005.
- VANDERMEER, J.H. **The ecology of intercropping**. Cambridge University Press, New York, New York, USA; 1989.
- VÁSQUEZ, C.; MORALES-SÁNCHEZ, J; DA SILVA, F.R.; SANDOVAL, M.F. **Biological Studies and Pest Management of Phytophagous Mites in South America**. In: Integrated Pest Management and Pest Control - Current and Future Tactics, SOLONESKI, S. (Ed.), 2012. Disponível em: <http://www.intechopen.com/books/integrated-pest-management-and-pest-control-current-and-future-tactics/biological-studies-and-pest-management-of-phytophagous-mites-in-south-america>.
- VERONEZ, B.; SATO, M.E.; NICASTRO, R.L. Toxicidade de compostos sintéticos e naturais sobre *Tetranychus urticae* e o predador *Phytoseiulus macropilis*. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.47, n.4, p.511-518, 2012.
- VIRTANEN, A.I. Studies on organic sulphur compounds and other labile substances in plants. **Phytochemistry**, v.4, p.207–228, 1965.
- YANG, F.; ZHU, F.; LEI, C. Garlic essential oil and its major component as fumigants for controlling *Tribolium castaneum* (Herbst) in chambers filled with stored grain. **Journal of Pest Science**, v. 83, p.311-317, 2010.
- XIAO, X.; CHENG, Z.; MENG, H.; LIU, L.; LI, H.; DONG, Y. Intercropping of Green Garlic (*Allium sativum* L.) induces nutrient concentration changes in the soil and plants in continuously cropped cucumber (*Cucumis sativus* L.) in a plastic tunnel. **PLOS One**, v.8, ed.4, p.1-7, 2013.

ZEHNDER, G.; GURR, M.G.; KÜHNE, S.; WADE, M.R.; WRATTEN, S.D.; WYSS, E. Arthropod Pest Management in Organic Crops. **Annual Review of Entomology**, v.52, p.57-80, 2007.

ZHANG, Z. **Mites of greenhouses: identification, biology and control**. CABI Publishing. 244p. 2003.