

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA  
E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO SUL  
CAMPUS BENTO GONÇALVES**

**EXTRATO DE LIMÃO-CRAVO (*Citrus limonia*) MAIS CRAVO-DA-ÍNDIA (*Syzygium aromaticum*) NO CONTROLE DE PULGÃO (Hemiptera: Aphididae) EM CULTIVO AQUAPÔNICO DE MORANGUEIRO (*Fragaria ananassa*)**

**MARIA SALETE ROCHAK**

**Bento Gonçalves, junho de 2024.**

**MARIA SALETE ROCHAK**

**EXTRATO DE LIMÃO-CRAVO (*Citrus limonia*) MAIS CRAVO-DA-ÍNDIA (*Syzygium aromaticum*) NO CONTROLE DE PULGÃO (Hemiptera: Aphididae) EM CULTIVO AQUAPÔNICO DE MORANGUEIRO (*Fragaria ananassa*)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado junto ao curso superior de Tecnologia em Horticultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnóloga em Horticultura.

Orientador: Prof. Dr. Luís Fernando da Silva

Coorientador: Prof. Dr. Alexandre Gomes Ribeiro

Bento Gonçalves, junho de 2024.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela minha vida. Ao meu orientador Prof. Dr. Luís Fernando da Silva e coorientador Prof. Dr. Alexandre Gomes Ribeiro, pela dedicação incansável na orientação deste trabalho de grande importância para a conclusão do curso de Tecnologia em Horticultura.

Agradeço aos professores da banca Dr. Gilberto Putti e Dra. Regina Borba, e ao coordenador do curso de Tecnologia em Horticultura, professor Dr. Daniel Ayub.

Agradeço às professoras Fernanda, Leane, Andressa e Graziela por contribuírem na minha formação.

Agradeço ao corpo docente do IFRS, que durante todos esses anos de ensino e experiências acadêmicas ajudaram a desenvolver o interesse por núcleos de extensão e pesquisa.

Agradeço a minha família, em especial ao meu querido esposo (*in memoriam*) Deoclides João Rochak pelo incentivo e motivação no ingresso do curso.

Aos meus amigos pela compreensão e auxílio na elaboração deste Trabalho de Conclusão de Curso: Andreia, Taciane, Lourdes, Teresinha, Everaldo e Daniel, Nara e Semilda. Aos pastores Elio, Venilde, Deivid, Maressa, Pastora Maria Luísa, Pastor Mario e Pastora Mafalda, pelo auxílio e amizade constante nos momentos mais difíceis deste árduo caminho.

A todos que, mesmo não citados, sabem o bem que me fizeram.

“Algo só é impossível até que alguém duvide e resolva provar o contrário.”

Albert Einstein

## RESUMO

O controle de pragas e doenças na aquaponia exige a utilização de produtos orgânicos e de baixa toxicidade aos peixes. Por isso, o objetivo da pesquisa foi testar o potencial do uso de limão-cravo (*Citrus limonia*) mais cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum*) no controle do pulgão em morangueiro cultivado em sistema aquapônico de produção. O experimento foi conduzido em blocos casualizados com três tratamentos e três repetições, os quais foram: extrato aquoso de limão-cravo mais cravo-da-índia, extrato aquoso de nim (testemunha química) e utilização apenas de água (testemunha). O extrato de limão-cravo mais cravo-da-índia apresentou eficiência agrônômica (E) inferior ao extrato de nim, com aumento do número médio de pulgões por folha após a primeira semana de aplicação, resultando em uma E de 0%. Somente após a terceira aplicação foi observada E superior a 70%. Os dados mostraram que o extrato de limão-cravo mais cravo-da-índia na concentração testada possui efeito mais lento e menor eficiência agrônômica em relação ao extrato de nim. Aparentemente, o extrato de limão-cravo mais cravo-da-índia na concentração testada teve menor controle na população adulta e jovem (ninfas) em comparação com o nim, bem como menor controle sobre os ovos, o que justifica a ação mais lenta e menor E ao longo das quatro semanas de teste. Embora a relação do número médio de pulgões por folha/área foliar média (P/A) do extrato de limão-cravo mais cravo-da-índia foi inferior à testemunha química (extrato de nim), foi possível observar proximidade com o efeito do nim após a quarta aplicação, cuja relação foi 0,02 pulgões/cm<sup>2</sup>. Devido à eficiência limitada no controle do pulgão e à ocorrência de fumagina nas plantas, o extrato de limão-cravo mais cravo-da-índia necessita ser mais estudado para ter o seu uso recomendado na agricultura e aquaponia.

**Palavras-chave:** criação de peixes; extratos vegetais; hidroponia; olericultura; segurança alimentar.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Cultura do morango em aquaponia.....	7
<b>Figura 2.</b> Criação de cascudo ( <i>Hypostomus plecostomus</i> ) em aquaponia.....	8
<b>Figura 3.</b> Mídias com bactérias nitrificantes presentes no filtro biológico do sistema aquapônico.....	8
<b>Figura 4.</b> Óleo de nim utilizado para o controle do pulgão.....	9
<b>Figura 5.</b> Funcionamento básico da aquaponia.....	10
<b>Figura 6.</b> Morango produzido pela cultivar VR10.....	12
<b>Figura 7.</b> Pulgões atacando folhas, pecíolos, pedúnculo, receptáculo e cálice das flores, brotações e caule.....	13
<b>Figura 8.</b> Disposição dos tratamentos na casa de vegetação.....	19
<b>Figura 9.</b> Número médio de pulgões por folha no tratamento testemunha (água) em 21/10/2022, 28/10/2022, 04/11/2022, 11/11/2022 e 17/11/2022, temperatura média diária (°C), umidade relativa do ar (%) medida às 15 h dentro da estufa, e precipitação diária (mm) no período do experimento em Bento Gonçalves (RS).....	21
<b>Figura 10.</b> No tratamento de limão-cravo mais cravo-da-índia ocorreu fumagina.....	26

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Contagem do número médio de pulgões por folha, porcentagem de eficiência da testemunha química (nim) e limão-cravo mais cravo-da-índia, em comparação com a testemunha (água) em cada semana..... 23
- Tabela 2.** Área foliar média, número médio de pulgões por folha e relação número médio de pulgões por folha/área foliar média avaliada nos diferentes tratamentos..... 25

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>10</b>
2.1	O SISTEMA AQUAPÔNICO DE PRODUÇÃO.....	10
2.2	PRODUÇÃO DE MORANGO E MELHORAMENTO GENÉTICO.....	11
2.3	CICLO DE VIDA DO PULGÃO.....	12
2.4	TRANSMISSÃO DE VÍRUS.....	14
2.5	NIM ( <i>Azadirachta indica</i> ) .....	15
2.6	LIMÃO-CRAVO ( <i>Citrus limonia</i> ) .....	16
2.7	CRAVO-DA-ÍNDIA ( <i>Syzygium aromaticum</i> ) .....	17
<b>3</b>	<b>MATERIAL MÉTODOS.....</b>	<b>18</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>21</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>27</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>28</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A cultura do morango (*Fragaria ananassa*) é afetada por diversas doenças e pragas. Dentre as pragas, os pulgões *Aphis forbesi* e *Chaetosiphon fragaefolli* (família Aphididae) causam danos nas folhas, sugando a seiva da planta e enfraquecendo o vegetal, o que traz diversos prejuízos ao agricultor. O pulgão é favorecido pelas condições de ambiente seco quando dentro de uma casa de vegetação, em temperaturas entre 20 °C e 30 °C, com adubação nitrogenada excessiva que origina compostos nitrogenados solúveis atrativos ao inseto. Também o adensamento de plantas é um fator favorável ao rápido desenvolvimento do inseto na cultura do morango.

Nos últimos anos, a cultura do morango vem sendo cultivada sem solo em ambiente protegido por ter a vantagem da menor incidência de doenças resultante do molhamento a campo, garantindo melhor qualidade ao produto e ergonomia ao produtor (Figura 1). Somado a esse fator, o cultivo sem solo vem passando por mudanças, tecnologias e alternativas para a produção mais limpa e sustentável.

**Figura 1.** Cultura do morango em aquaponia. Fonte: A autora.



A aquaponia é um sistema fechado de circulação da água, em que há o cultivo de peixes e plantas com a participação de bactérias nitrificantes, consistindo em um exemplo das novidades do cultivo sem solo. Nesse sistema, há a simbiose entre plantas e peixes, em que ambos se beneficiam do cultivo em comum. A aquaponia pode estimular as famílias a produzirem alimentos de forma mais saudável, pois nesse sistema não é possível utilizar

agrotóxicos (Figura 2). Além disso, a aquaponia ajuda a garantir a segurança alimentar, pode ser fonte alternativa de renda para pequenos produtores, ser utilizada como terapia ocupacional ou ainda ser utilizada no agro turismo.

**Figura. 2.** Criação de cascudo (*Hypostomus plecostomus*) em aquaponia. Fonte A autora.



Para o bom funcionamento do sistema aquapônico é fundamental garantir a saúde dos peixes e o desenvolvimento de bactérias nitrificantes, que transformam amônia em nitrato (Figura 3). Por esse motivo, o controle de insetos e doenças nas plantas necessita ser feito de forma criteriosa na aquaponia, pois o uso de agrotóxico ou de algum material previamente não testado pode afetar a saúde do peixe ou causar a morte das bactérias nitrificantes. A diminuição da população de bactérias nitrificantes no sistema pode resultar no acúmulo de amônia no sistema, causando a intoxicação e morte dos peixes.

**Figura 3.** Mídias com bactérias nitrificantes presentes no filtro biológico do sistema aquapônico. Fonte: A autora.



Rosa (2010) descreve que, devido à resistência pelos insetos à utilização repetida de produtos químicos e sintéticos, é necessária uma formulação de produtos naturais visando a minimização dos efeitos provocados pelos agrotóxicos. O uso de extratos de plantas se apresenta como alternativa na produção de alimentos. O óleo de nim (*Azadirachta indica*) vem sendo amplamente utilizado na agricultura devido a sua eficácia comprovada no controle de pragas como o pulgão (Figura 4). Entretanto, há relatos de toxicidade para insetos polinizadores e inimigos naturais de pragas agrícolas, o que torna necessário seu uso com precaução em culturas que necessitam de polinização como o morangueiro (MENDONÇA, 2021).

**Figura 4.** Óleo de nim utilizado para o controle do pulgão. Fonte: A autora



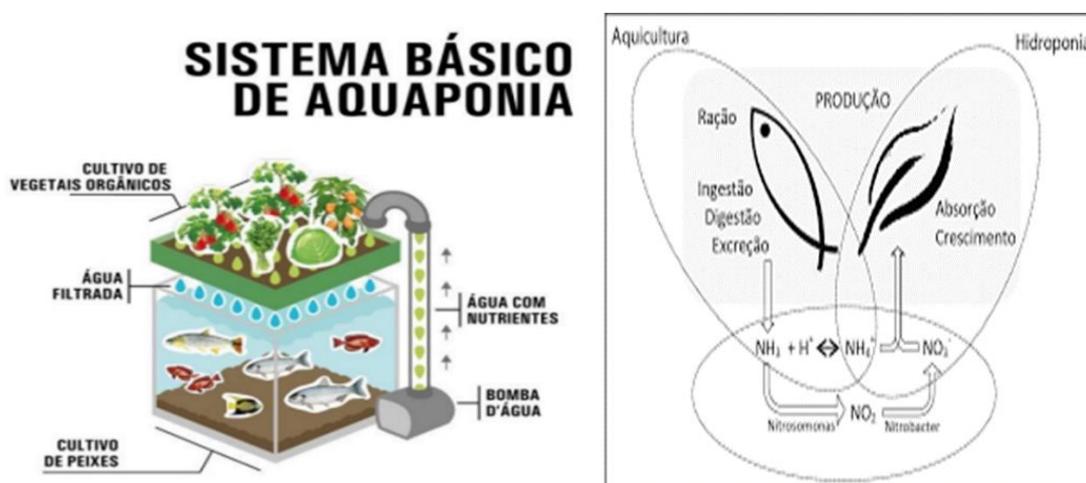
Justifica-se essa pesquisa na busca de uma alternativa eficiente, econômica e de fácil acesso, e que possua composto químico que não prejudique peixes e bactérias do sistema aquapônico, bem como insetos polinizadores e inimigos naturais para o controle do pulgão. O extrato de limão-cravo (*Citrus limonia*) mais cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum*) apresenta-se como uma alternativa no controle do pulgão em aquaponia. Porém, há carência de pesquisa da eficácia deste produto. O objetivo deste estudo foi testar o potencial do uso do extrato aquoso a base de limão-cravo mais cravo-da-índia no controle do pulgão *Aphis forbesi*, *Chaetosiphon fragaefolli* na cultura do morango conduzido em sistema aquapônico de produção, e identificar possíveis anomalias tanto na saúde das plantas como nos peixes resultantes do uso do extrato vegetal à base de limão-cravo mais cravo-da-índia.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 O SISTEMA AQUAPÔNICO DE PRODUÇÃO

A aquaponia é um dos sistemas agroalimentares que crescem lentamente no Brasil, embora países como Austrália, Canadá, Estados Unidos e Israel desenvolvam pesquisas para uso comercial desse sistema desde os anos 2000 (HUNDLEY *et al.*, 2013; CARNEIRO *et al.*, 2015). No Brasil, essa modalidade de cultivo ainda é incipiente, principalmente na região sul, pois é um sistema de produção ainda pouco conhecido. De acordo com Rakocy *et al.* (2006) e Sommerville *et al.* (2014), o sistema simbiótico da aquaponia é constituído por três importantes fatores: o local de cultivo dos animais aquáticos, o sistema de tratamento de água servida e o ambiente de cultivo dos vegetais (Figura 5). Dentre esses fatores, está incluso também o processo de nitrificação, através no qual, bactérias nitrificantes transformam a amônia excretada nas fezes dos peixes em nitrato absorvível pelas plantas.

**Figura 5.** Funcionamento básico da aquaponia. Fonte. Carneiro *et al.* (2015).



Com a vantagem de utilização dos efluentes dos peixes desse sistema, há também redução de até 30% dos custos com insumos como, por exemplo, soluções nutritivas (adubação) e economia com o uso racional da água e o aproveitamento praticamente integral da ração, gerando produtos com características mais saudáveis e sustentáveis, com grande potencial de diversificação de produção e menor impacto ao meio ambiente (RAKOCY, 2006; DIVER, 2006; TYSON, 2011; HUNDLEY *et al.*, 2013; SOMERVILLE *et al.*, 2014). Para manter o

ecossistema saudável e estável, deve-se monitorar frequentemente parâmetros que mantêm a qualidade da água. Dessa forma, a qualidade da água vai variar de acordo com o equilíbrio dos fatores químicos, físicos e biológicos, evitando distúrbios como o aumento da amônia no sistema aquapônico de produção.

A amônia ( $\text{NH}_3$ ) e o nitrato ( $\text{NO}_3$ ) podem causar a perda da qualidade da água do cultivo, sendo que a amônia, quando presente na água em altas concentrações, pode ser letal aos peixes. Por isso, é preciso manter saudáveis as colônias de bactérias, pois estas controlam a concentração de amônia, indicador essencial para o bom funcionamento do sistema. A amônia entra no sistema através da ração fornecida aos peixes e sofre influência tanto do pH quanto da temperatura da água, sendo mensurada através de kits de análise de água. O pH ou potencial hidrogeniônico é determinado pela medição da concentração de íons  $\text{H}^+$ , e indica se uma solução é ácida ( $\text{pH} < 7,0$ ), básica ( $\text{pH} > 7,0$ ) ou neutra ( $\text{pH} = 7,0$ ) (KUBITZA, 1998; SOMERVILLE *et al.*, 2014; CORRÊA, 2018).

Sommerville *et al.* (2014) constataram que, em temperaturas inferiores a  $15\text{ }^\circ\text{C}$ , ocorre a diminuição da atividade das bactérias nitrificantes dos gêneros *Nitrosomonas* e *Nitrobacter*. Além disso, quando a temperatura decresce a  $10\text{ }^\circ\text{C}$ , a eficiência da nitrificação diminui a níveis menores do que 65%. De acordo com os autores, em geral o intervalo mais indicado de temperatura para a aquaponia está entre  $18$  e  $30\text{ }^\circ\text{C}$ . Em contrapartida, altas temperaturas podem restringir a absorção de cálcio pelas plantas, diminuir os níveis de oxigênio dissolvido, assim como aumentar os níveis de amônia tóxica. A fim de reduzir a influência negativa da temperatura em regiões onde ocorre muita oscilação desta variável, aconselha-se a escolha de peixes e plantas nativas da região, garantindo assim uma maior adequabilidade destes indivíduos ao clima local. A aeração não é exigida apenas pelos peixes, mas também pelas raízes das plantas e pelas bactérias nitrificantes no filtro biológico. Em clima tropical, a quantidade de oxigênio dissolvido na água deve ser sempre superior a  $3\text{ mg/L}$  e pode ser garantida por meio da utilização de compressores e sopradores de ar (SOMERVILLE *et al.*, 2014; DUARTE, 2018).

## 2.2 PRODUÇÃO DE MORANGO E MELHORAMENTO GENÉTICO

Os países que mais se destacam no cultivo do morangueiro são Estados Unidos, Espanha, Itália, Coreia do Sul e Polônia. No Brasil, os estados que se destacam no cultivo de morango são Minas Gerais, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Devido à variabilidade

geográfica e climática é necessário utilizar cultivares de morango que se adaptem a cada região e local onde são produzidas (REISSER JÚNIOR *et al.*, 2010).

Recentemente, foram introduzidos no Brasil novos genótipos de cultivares de morangueiro oriundas dos programas de melhoramento da Espanha e Itália, onde está sendo observada a efetividade de desempenho agrônômico relacionada aos aspectos produtivos e qualitativos da fruta, podendo dessa forma auxiliar a produção nacional de novas cultivares (FAGHERAZZI *et al.*, 2012). A cultivar VR10 (Figura 6), genótipo utilizada neste estudo, possui boas características de fruta, destacando-se pela neutralidade ao fotoperíodo e rusticidade quanto à podridão da fruta, com alta produtividade. A cultivar enquadra-se no grupo “super doce”, com frutos grandes, cônicos e firmes (BARUZZI *et al.*, 2017; SANÓ, 2022)

**Figura 6.** Morango produzido pela cultivar VR10. Fonte: A autora.



### 2.3 CICLO DE VIDA DO PULGÃO

Segundo Botton *et al.* (2010), o monitoramento de pragas deve ser realizado observando a parte inferior das folhas e, indiretamente, a presença de formigas que se associam às colônias de pulgões, adotando-se medidas de controle quando for observado 5% de plantas infestadas numa amostragem de 20 plantas por hectare. Araújo (2012) destaca que há um número reduzido de informações sobre as diversas espécies de pulgões, haja vista serem importantes pragas da

cultura do morangueiro no Brasil, com densas colônias nas, folhas, pecíolos, pedúnculo, receptáculo e cálice das flores, brotações e caule (coroa) (Figura 7).

**Figura 7.** Pulgões atacando folhas, pecíolos, pedúnculo, receptáculo e cálice das flores, brotações e caule. Fonte: A autora.



Os afídeos que atacam principalmente a cultura do morangueiro são: pulgão-do-morangueiro (*Aphis forbesi* - Weed, 1889); pulgão-do-algodoeiro (*Aphis gossypii* - Glover, 1877); pulgão verde (*Chaetosiphon fragaefolii* - Cockerell, 1901); pulgão verde-claro (*Myzus persicae* - Sulzer, 1776); pulgão da raiz da grama oriental (*Tetraneura nigriabdominalis* - Sasaki, 1899). A espécie *C. fragaefolii* foi considerada a mais comum, *A. gossypii* e *A. forbesi* intermediárias, e as demais raras (BOTTON *et al.*, 2010; ARAÚJO, 2012; BERNARDI *et al.*, 2015).

Os pulgões *Chaetosiphon fragaefolii* pertencem à ordem Hemiptera, à superfamília Aphidoidea e a família Aphididae. São insetos alados ou não alados, cujos insetos alados medem aproximadamente 3mm de comprimento, possuem cabeça escura e corpo verde-amarelo. Os ápteros (sem asas) medem aproximadamente 1 a 2mm de comprimento, com coloração amarelada a levemente esverdeada, possuindo antenas longas e pernas claras. São insetos que vivem em colônias na face inferior das folhas. As ninfas são pequenas (0,5mm) e de difícil visualização, têm coloração esbranquiçada a verde-clara, passando por quatro instares ninfais. A duração média do ciclo biológico (ninfá-adulto) é de aproximadamente 19 dias a 25

°C, vivendo em protocooperação com formigas como a espécie lava-pés (*Solenopsis* spp.) (BERNARDI *et al.*, 2011; BERNARDI *et al.*, 2015).

Os pulgões *Aphis forbesi* são insetos sugadores que atacam as brotações e folhas novas das plantas conforme descrito na literatura de Araújo (2012) os afídeos alimentam-se inserindo o estilete através dos tecidos da folha epiderme e mesófilo), furando a parede dos elementos crivados do floema. A alta pressão de turgor força o conteúdo através do canal alimentar do inseto no intestino, onde os aminoácidos são seletivamente metabolizados e excretados produzindo grande quantidade de seiva. A qual é rica em carboidratos sobre as folhas as formigas lava-pés aproveitam o excesso de açúcares eliminado pelos pulgões para se alimentarem, é chamado de “honeydew”. Com a excreção dos pulgões e o aparecimento das formigas forma-se a fumagina, o fungo *Capnodium* spp. (Família Capnodiaceae) que interfere na fotossíntese, respiração e transpiração da planta. (ARAÚJO, 2012)

#### 2.4 TRANSMISSÃO DE VÍRUS

Bernardi *et al.* (2015) destacam que a transmissão de viroses ocorre através da sucção da seiva nas plantas feito pelos pulgões. Na descrição de Araújo (2012) *Aphis gossypii* e *Chaetosiphon fragaefolii* são citados como vetores de importantes vírus no cultivo do morangueiro no Brasil, sendo *A. gossypii* transmissor de *Strawberry mottle* vírus (SMoV) e *Strawberry pseudo mild yellow edge* vírus e *Chaetosiphon fragaefolii*, vetor de *Strawberry mottle* vírus (SMoV), *Strawberry crinkle* vírus (SCV), *Strawberry* latente C vírus (SLcV), *Strawberry mild yellow edge associated* vírus (SLEEV) e *Strawberry vein banding* vírus (SVBV)

Conforme Araújo (2012), a alimentação dos pulgões só é realizada após a picada de prova com a inserção rápida e a retirada do estilete (aparelho bucal sugador) no tecido vegetal mais profundamente, atingindo o sistema vascular da planta. O objetivo do inseto é verificar se o hospedeiro está adequado à sua alimentação. A alimentação do afídeo só é realizada após a picada de prova, com a inserção rápida e a retirada do estilete no tecido vegetal mais profundamente, atingindo o sistema vascular da planta com o objetivo de verificar se o hospedeiro está adequado à sua alimentação. Conforme Inoue-Nagata & Nagata (2002) e Katis *et al.* (2007) *apud* Araújo (2012), existem mais modos de alimentação dos pulgões. Araújo (2012) afirma que o vírus não se multiplica no vetor e não há passagem transovarial, sendo que a maior parte dos vírus são transmitidos por afídeos. Segundo os autores, os vírus são

transmitidos de modo semi-persistente, persistente, circulativo não-propagativo e persistente propagativo.

A aquisição do vírus é mais lenta, necessitando de minutos e horas de alimentação. É retido por várias horas após a aquisição, mas não requer período de latência. Desde a aquisição até a transmissão, circula no corpo do inseto vetor com um período de latência, não se multiplicando no vetor. O tempo necessário para aquisição é longo, de horas a dias, e o vetor retém o vírus por dias a semanas. Os vírus, então, associam-se às glândulas salivares acessórias e são transportados e liberados no canal salivar transestadialmente, estando presentes na hemolinfa (INOUE-NAGATA & NAGATA, 2002; KATIS et al., 2007; apud ARAÚJO, 2012).

## 2.5 NIM (*Azadirachta indica*)

O nim (*Azadirachta indica*) ou amargosa é uma árvore frondosa que pertence à família *Meliaceae*. O extrato de óleo de nim é um produto orgânico formulado com óleo extraído da fruta da árvore, considerada a mais importante e promissora espécie vegetal com atividades inseticidas (NEVES *et al.*, 2003).

Os extratos do nim provocam distorções na metamorfose, inibição do crescimento, malformação, redução da fertilidade e mortalidade, principalmente de certos artrópodes que ingerem ou entram em contato com substratos tratados. Larvas de algumas espécies de lepidópteros e alguns estágios de desenvolvimento de coleópteros são particularmente sensíveis a este tipo de extrato. Cerca de 30 espécies de insetos pertencentes às ordens Ortóptera (gafanhotos), Coleópteras (besouros), Lepidoptera (mariposas e borboletas), Hemiptera (cigarras e pulgões), Isoptera (cupins) e Hymenoptera (abelhas, vespas e formigas) são afetadas pela azadiractina. Para estes insetos, a substância tem efeito repelente, regulador do crescimento e antialimentar, agindo por contato ou ingestão. Para alguns fungos, vermes e ácaros, o efeito é fatal (NEVES *et al.*, 2003). Ainda segundo Neves *et al.* (2003):

Do ponto de vista químico, uma característica comum às espécies da família *Meliaceae* é a presença de triterpenos oxigenados, conhecidos como melisinas. Inclui-se, dentre estes, o mais promissor agente antialimentar descoberto até agora, a azadiractina, que está presente nas folhas, frutos e sementes e que foi isolado, inicialmente, a partir do nim (NEVES *et al.*, 2003, p. 10).

Neves et al (2003) descreve e classifica o princípio ativo da azadiractina que é importante controlador de pragas e insetos, porque possui largo espectro de ação e, integrado com outras formas de manejo, não causa intoxicação ao ser humano ou meio ambiente. Os triterpenóides, gediminas, nimbin, liminóides, dentre outras substâncias presentes no nim, agem em conjunto aumentando a ação inseticida. O extrato aquoso de nim é ideal para as pragas das culturas agrícolas em pequenas propriedades (NEVES *et al.*, 2003).

## 2.6 LIMÃO-CRAVO (*Citrus limonia*)

O gênero *Citrus* pertence à família *Rutaceae*, abundante em regiões tropicais e muito conhecida pelas propriedades medicinais em razão da presença de compostos antioxidantes como os fenóis e flavonoides. Essas propriedades se concentram em extratos obtidos a partir das frutas e folhas (KAEWSUKSAENG *et al.*, 2011). Segundo Ahmad *et al.* (2006), o óleo da casca dos frutos possui diversos metabólitos secundários responsáveis pela proteção contra fatores bióticos e abióticos, como terpenóide, carotenoides e cumarinas.

A casca de limão resulta em um produto que pode ser uma alternativa natural utilizada no controle de insetos e que possui grande quantidade de material disponível. Essa consiste em uma boa escolha, haja vista o clima favorável para o cultivo no território brasileiro (JUNIOR & PASTORE, 2007; ARAÚJO *et al.*, 2016). Os óleos essenciais do gênero *Citrus* apresentam-se como resíduos agroindustriais do uso relevante, se comportam como agentes antimicrobianos, antioxidantes, inseticidas, antiinflamatórios, dentre outros. E podem ser largamente utilizados por apresentarem-se livres de toxicidade (ARAÚJO *et al.*, 2016).

Junior & Pastore (2007) descrevem a estrutura química do limoneno 4-isopropil-1-metil-ciclo-hexano, um monoterpeno monocíclico, faz parte da estrutura de mais de 300 vegetais. Essas estruturas estão habitualmente relacionadas à síntese e acumulação dos óleos essenciais de citrus existem glândulas localizadas no flavedo (epicarpo) onde se encontra também os carotenoides que distinguem as cores das cascas de cada espécie vegetal. O epicarpo dos citros possui muitos metabólitos secundários como terpenóide, carotenoides, cumarinas, furanocumarinas, flavonoides e, especialmente, flavononas e flavonas polimetoxiladas, que são pouco frequentes em outros vegetais. Os dois enantiômeros do limoneno são os mais abundantes monoterpenos na natureza. S-(-) -limoneno é principalmente encontrado em uma variedade de plantas e ervas como *Mentha* spp., enquanto R-(+) -limoneno é o componente majoritário dos óleos das cascas de limão e laranja e do óleo essencial de Alcaravia, sendo a

prevenção da desidratação e a inibição de crescimento microbiano suas funções naturais nos vegetais (JUNIOR & PASTORE, 2007).

Existem diversas aplicações para o limoneno, como solvente para resinas, síntese de outros compostos químicos, aplicações em borracha, tintas, agente dispersante para óleo, além da utilização na síntese química do mentol. Seu efeito consiste na repelência e redução na oviposição e deterrência de espécies de pragas de produtos armazenados (JUNIOR & PASTORE, 2007).

## 2.7 CRAVO-DA-ÍNDIA (*Syzygium aromaticum*)

No Brasil, a principal região produtora de cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum*) encontra-se na Bahia em cidades como Valença, Camamu, Ituberá, Taperoá e Nilo Peçanha (SIMÕES *et al.*, 2007). Segundo Affonso *et al.* (2012), o cravo-da-índia possui uma mistura de vários compostos orgânicos apresentando, muitas vezes, compostos majoritários no extrato bruto, com destaque para o composto químico eugenol ou 4-alil-2-metoxifenol.

Conforme Affonso *et al.* (2012), as plantas do cravo-da-índia ao serem atacadas, geram substâncias que garantem sua sobrevivência e perpetuação contra fatores estressantes como temperaturas extremas, inadequada disponibilidade hídrica e nutricional.

As angiospermas geralmente possuem pelo menos um composto metabólito secundário que tem concentração suficiente para reduzir o ataque dos insetos. Apesar de anteriormente ser considerado produto de excreção vegetal, está comprovado que metabólitos secundários podem exercer inúmeras funções como, por exemplo: defesa da planta contra herbívoros, patógenos e parasitas; proteção à exposição dos raios ultravioleta; atração de polinizadores ou animais dispersores de sementes; função alopatóica como bi herbicida (SIMÕES *et al.*, 2007). A concentração de fenilpropanóides, especialmente o eugenol, varia de acordo com a porção do vegetal analisada e a região da qual a planta foi cultivada. Por exemplo, os resultados pesquisados na literatura científica mostram que pode ocorrer variação de teores acetato de eugeñila e  $\beta$ -cariofileno para o cravo-da-índia (OLIVEIRA, 2009).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido de 21 de outubro de 2022 a 17 de novembro de 2022 em ambiente protegido no IFRS - *Campus* Bento Gonçalves, localizado nas coordenadas geográficas 29 ° 06' 31'' S e 51° 28' 06'' O, e altitude de 612 m. A estrutura utilizada foi uma casa de vegetação construída em aço galvanizado do tipo túnel alto em semicírculo, com altura de 3,5 m, largura de 8 m e comprimento de 21 m, localizada no sentido Leste-Oeste. As plantas de morangueiro do experimento foram selecionadas da cultivar de morango VR 10, as quais foram doadas pela empresa de produção de mudas Pasa, localizada no município de Farroupilha (RS).

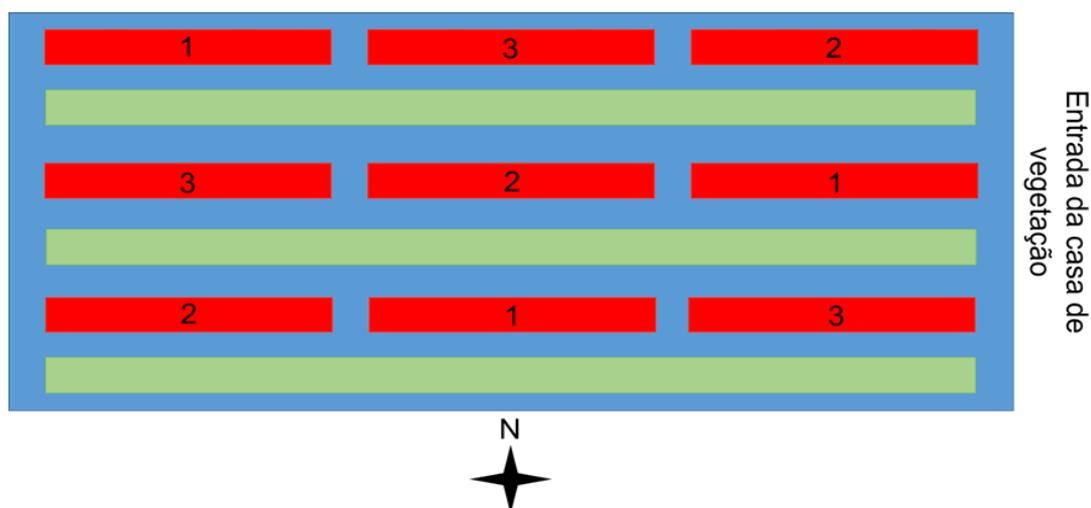
A receita do extrato de casca do limão-cravo mais cravo-da-índia foi adaptada conforme recomendação do canal Aquaponia Mineira disponível no Youtube (AQUAPONIA MINEIRA, 2020). Para o tratamento da testemunha foram aplicados 25 mL de água do sistema aquapônico em cada planta às 16 h e observando que a temperatura no interior da estufa não fosse superior a 25 °C. No tratamento com extrato aquoso de óleo nim (testemunha química) foi utilizado um concentrado de 0,12% p/p (1200 ppm ou 1200 mg/kg) de princípio ativo *azadiractina*. Para o extrato aquoso de nim foram utilizados 10 mL do concentrado e completado o volume a 1 L de água, portanto, conferindo concentração final do extrato do nim de 1% (12 mg/L de *azadiractina*). Esta concentração foi utilizada na primeira aplicação do extrato (21/10/2022) nas plantas de morangueiro. Porém, após a primeira aplicação foi observada fito toxicidade pelo nim, causando amarelecimento e queda de flores, além da morte de polinizadores. Por isso, a partir da segunda aplicação 28/10/2022 até a última aplicação (11/11/2022) de extrato de nim, a concentração foi diminuída pela metade, ou seja, 0,5% de extrato de nim (6 mg/L de *azadiractina*). Em cada planta foram aplicados 25 mL de extrato aquoso de nim, de forma que tanto a parte superior (folhas, flores e frutos) como a inferior da planta (até a coroa) fossem completamente pulverizadas. O extrato de nim sempre foi aplicado às 16 h, observando que a temperatura no interior da estufa não fosse superior a 25 °C.

No tratamento com limão-cravo mais cravo-da-índia foram utilizados 40 g da casca do limão-cravo fresco (*Citrus limonia*), 5 g de cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum*), 7 mL de álcool etílico 96°, 8 g de sabão neutro em barra e 700 mL de água oriunda do sistema aquapônico, os quais foram triturados em um liquidificador. A mistura foi coada e o volume completado em um balão volumétrico de 1 L. Foram borrifados 25 mL do extrato de limão-

cravo em cada planta sempre às 16 h e observando que a temperatura no interior da estufa não fosse superior a 25 °C. A concentração do extrato de casca fresca de limão-cravo e de cravo-da-índia foi de 4% e 0,5%. Considerando que a concentração de limoneno do limão-cravo é de 65%, o princípio ativo de limoneno no extrato aquoso de limão-cravo mais cravo-da-índia foi de 26 g/L.

O experimento foi conduzido em uma bancada do tipo hidroponia NFT com 6 m de comprimento, 1,5 m de largura e inclinação de 4%. A bancada era composta por seis perfis em canos de PVC, onde foram selecionados três perfis intercalados com mudas de alface para realizar o efeito de bordadura em cada aplicação. O experimento foi conduzido em blocos casualizados e em cada bloco foram dispostos os três tratamentos, totalizando nove parcelas (Figura 8). Cada parcela contou com 7 plantas, formando 21 plantas por tratamento e 63 no total.

**Figura 8.** Disposição dos tratamentos na casa de vegetação.



No sistema aquapônico foram criados 150 peixes entre as espécies tilápia (*Oreochromis niloticus*), cascudo (*Hypostomus plecostomus*) e lambari (*Astyanax* spp.) em três caixas d'água de 1000 L. O sistema contava com biofiltros constituídos por uma caixa d'água com plantas aquáticas como lentilha d'água (*Lemna minor*), aguapé (*Eichhornia crassipes*) e alface d'água (*Pistia stratiotes*). Foi instalada uma bomba com capacidade de vazão de 3000 L/h para ajudar na oxigenação da água dos tanques e um temporizador para o controle do número de irrigações conforme a necessidade das plantas. O cultivo do morangueiro foi conduzido em bancada com perfis de diâmetro de 100 mm no sistema de produção NFT (*Nutrient Film Technique*).

Os peixes foram alimentados com ração de acordo com a necessidade diária, totalizando cerca de 100 a 200 g no total por dia. Foram monitorados diariamente o pH (mantido em torno de 7) e a condutividade elétrica (mantida em torno de 1.5 mS/cm) da água do sistema aquapônico, bem como a umidade relativa do ar (%) dentro da casa de vegetação. A umidade relativa do ar foi registrada às 15 h utilizando um termohigroanemômetro-luxímetro digital posicionado 1 m acima da bancada NFT. Para evitar deficiência nutricional nas plantas de morangueiro, durante o experimento foi adicionada na água do sistema NFT uma solução nutritiva rica em macronutrientes e micronutrientes.

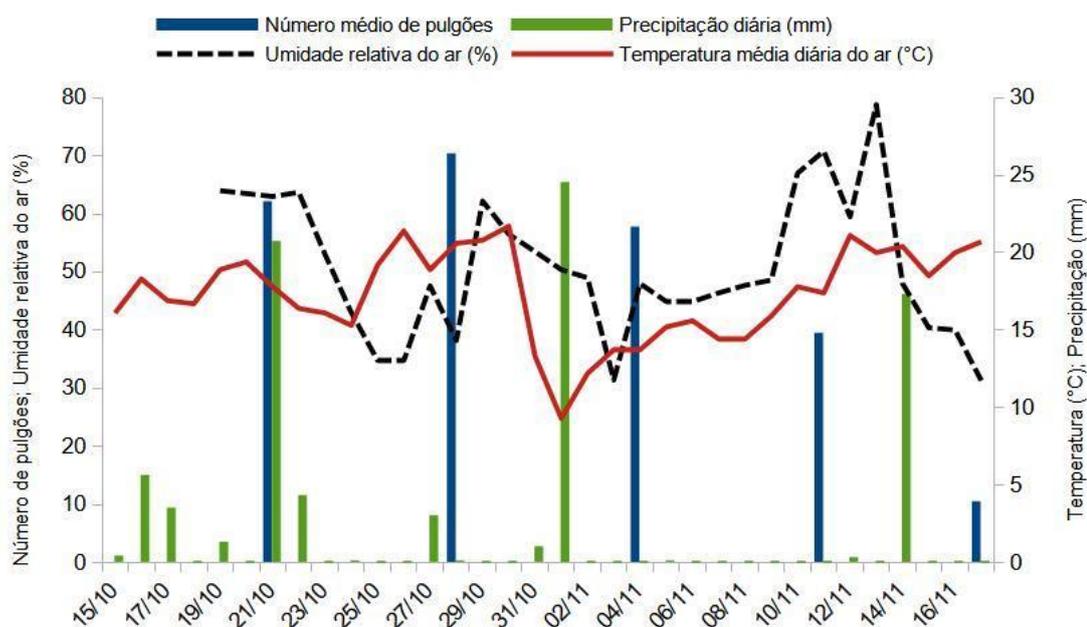
Os três tratamentos foram aplicados uma vez por semana nos dias 21/10/2022, 28/10/2022, 04/11/2022 e 11/11/2022, totalizando 4 aplicações. A contagem dos pulgões *Aphis forbesi*, *Chaetosiphon fragaefolii* foi feita com o auxílio de uma lupa de mão, aumentando oito vezes o tamanho do inseto, contado antes de cada aplicação e seis dias após a quarta e última aplicação, havendo a seleção aleatória de uma folha completamente expandida que foi previamente marcada no pecíolo com tinta esmalte vermelha. A área foliar em cada folha (cm<sup>2</sup>) foi estimada com o auxílio de um paquímetro a fim de verificar a relação número médio de pulgões por folha e área foliar média (P/A) em pulgões/cm<sup>2</sup>. Para comparar a eficiência agrônômica de cada tratamento foi utilizada a fórmula de Abbott (NAKANO *et al.*, 1981):

$\%E = [(T - t) / T] * 100$ , em que T é o número médio de pulgões da testemunha (água) e t é o número médio de pulgões da testemunha química (nim) e do tratamento de limão-cravo mais cravo-da-índia.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 9 é mostrada a contagem do número médio de pulgões por folha da testemunha (água) em cinco datas e a variação da temperatura média diária do ar. O maior número médio de pulgões por folha foi observado nas duas primeiras contagens, nos dias 21/10/2022 (62,1 pulgões/folha) e 28/10/2022 (70,3 pulgões/folha), havendo a diminuição nos dias 04/11/2022 (57,7 pulgões/folha), 11/11/2022 (39,4 pulgões/folha) e 17/11/2022 (10,4 pulgões/folha). A temperatura média do ar foi maior nas duas primeiras semanas. Na primeira semana (15/10/2022 a 21/10/2022), a temperatura média do ar foi de 17,7 °C, na segunda (22/10/2022 a 28/10/2022) de 18,3 °C, na terceira (29/10/2022 a 04/11/2022) de 15,0 °C, na quarta (05/11/2022 a 11/11/2022) de 15,8 °C e na quinta (12/11/2022 a 17/11/2022) de 17,2 °C.

**Figura 9.** Número médio de pulgões por folha no tratamento testemunha (água) em 21/10/2022, 28/10/2022, 04/11/2022, 11/11/2022 e 17/11/2022, temperatura média diária (°C), umidade relativa do ar (%) medida às 15 h dentro da estufa, e precipitação diária (mm) no período do experimento em Bento Gonçalves (RS).



Fonte: Dados de precipitação diária e temperatura média diária obtidos em EMBRAPA (2023).

Destaca-se o registro da mudança brusca da temperatura média diária do ar de 21,7 °C em 30/10/2022 para 13,3 °C em 31/10/2022. Também foi observado que a temperatura média diária do ar foi menor que 16 °C do dia 31/10/2022 a 11/11/2022, com destaque para o dia 01/11/2022, em que foi registrada a menor temperatura média diária do ar durante o experimento (9,3°C). A queda acentuada na temperatura média do ar coincidiu com a diminuição do número médio de pulgões por folha, mostrando a relação entre a temperatura do ar com a sobrevivência e a reprodução do pulgão na planta. A umidade relativa do ar dentro da estufa variou de 31,3% a 78,8%. Em 58% dos dias não foi registrada precipitação pluviométrica. A partir dos dados observados não foi identificada a relação do número médio de pulgões por folha na testemunha (água) com a umidade relativa do ar e a precipitação pluviométrica diária. Tal condição está relacionada ao experimento ser conduzido em ambiente protegido.

Carvalho *et al.* (2002) e Araújo (2012) por meio de um levantamento de espécies de afídeos alados em plantas hortícolas usando armadilha do tipo Möericke, verificaram uma correlação entre altos níveis de precipitação e temperaturas extremas com a diminuição da população de afídeos. Araújo (2012), estudando a ocorrência de afídeos no cultivo de morangueiro em ambiente externo no solo, constatou que a temperatura e a precipitação pluviométrica tiveram influência na população das espécies *Aphis gossypii* (pulgão-do-melão), *Aphis forbesi* (pulgão-do-morangueiro) e *Chaetosiphon fragaefolii* (pulgão-verde), com o aumento da população com temperaturas entre 20 e 25 °C. Durante a pesquisa, a autora observou que temperaturas abaixo de 13 °C ou acima de 25 °C, bem como altas precipitações pluviométricas, causaram a diminuição expressiva na população das espécies encontradas.

Na Tabela 1 são destacados o número médio de pulgões por folha, e a eficiência agrônômica (E) da testemunha química (nim) e do tratamento de limão-cravo mais cravo-da-índia em comparação com a testemunha (água). A testemunha química (extrato de nim) apresentou maior E em comparação com o tratamento limão-cravo mais cravo-da-índia. Na contagem do número médio de pulgões por folha, uma semana após a primeira aplicação (28/10/2022), a E do extrato de nim foi 98,7%. Durante o experimento, a E do extrato de nim variou de 94,2% a 99,7% comparada à testemunha (água).

De acordo com Neves *et al.* (2003), os insetos tratados com extrato de nim mostram, em alguns casos, forte debilidade da atividade normal, com desequilíbrio no acasalamento devido à impotência do macho e a uma redução considerável de feromônios nas fêmeas, havendo o encurtamento do tempo de vida ou mortalidade aguda. Neves *et al.* (2003) observaram que o extrato de nim causa expressiva mortalidade em insetos das famílias *Aphididae* e *Cicadellidae*,

sendo eficiente no controle de algumas espécies como *Nilaparvata lugens* (cigarrinha-verde-do-feijoeiro), *Brevicoryne brassicae* (pulgão-da-couve), *Piesma quadratum* (percevejo-da-beterraba), *Planococcus citri* (cochonilha-algodão), *Aonidiella auranti* (cochonilha-vermelha), *Saissetia nigra* (cochonilha-do-abacate), *Bemisia tabaci* (mosca-branca), *Aphis gossypii* (pulgão-preto) e *Aphis umbrellae* (pulgão-verde).

**Tabela 1.** Contagem do número médio de pulgões por folha, porcentagem de eficiência da testemunha química (nim) e limão-cravo mais cravo-da-índia em comparação com a testemunha (água) em cada semana.

Trat. <sup>1</sup>	21/10 <sup>2</sup>	28/10 <sup>2</sup>	E <sup>3</sup>	04/11 <sup>2</sup>	E <sup>3</sup>	11/11 <sup>2</sup>	E <sup>3</sup>	17/11 <sup>2</sup>	E <sup>3</sup>
Nim	80,6	0,9	98,7	0,2	99,7	1,8	95,4	0,6	94,2
Limão	72,5	84,9	0	29,7	48,5	10,8	72,6	2,1	79,8
Água	62,1	70,3	-	57,7	-	39,4	-	10,4	-

<sup>1</sup>Tratamento; <sup>2</sup>Contagem do número médio de pulgões por folha previamente à aplicação dos extratos vegetais. As aplicações foram feitas nos dias 21/10/2022, 28/10/2022, 04/11/2022 e 11/11/2022. <sup>3</sup>Eficiência agrônômica: %E = [(T - t) / T]\*100, onde T é o número médio de pulgões por folha da testemunha (água), e t é o número médio de pulgões por folha da testemunha química (nim) ou limão-cravo mais cravo-da-índia.

Os dados obtidos neste experimento mostram que o nim é eficiente não apenas na mortalidade de adultos, mas também possivelmente de ninfas e ovos, pois na primeira semana após a aplicação houve alta eficiência agrônômica (98,7%) no controle da população. Gonçalves *et al.* (2001), estudando o controle de estágios imaturos e fêmeas adultas do ácaro-verde-da-mandioca (*Mononychellus tanajoa*), identificaram mortalidade de 16,8%, 59,2% e 60% dos ovos nas concentrações respectivas de 0,5%, 2,5% e 5% de extrato de nim. A mortalidade de larvas e ninfas variou de 57,5 a 100% e de 85 a 100% nas concentrações de 2,5% e 5% de extrato de nim, sendo superior a 95% para as fêmeas adultas. Souza & Vendramim (2005), identificaram que o nim possui efeito translaminar, sistêmico e de contato no controle de ninfas de mosca-branca em tomateiro. Tal característica enfatiza a importância do efeito inseticida do nim, haja vista que insetos como o pulgão têm o hábito de permanecer sob a folha para se abrigarem das altas temperaturas e da radiação solar, o que dificulta o controle.

Quanto ao extrato de limão-cravo mais cravo-da-índia, foi observado o aumento do número médio de pulgões por folha (passou de 72,5 para 84,9 pulgões) na primeira semana após a aplicação (28/10/2022), resultando em uma E de 0%. Porém, nas três semanas seguintes a E aumentou, com destaque para as duas últimas semanas, em que foi observada E superior a 70%. Os dados mostraram que o extrato de limão-cravo mais cravo-da-índia na concentração testada possui efeito mais lento e menor E em relação ao extrato de nim. Aparentemente, o extrato de limão-cravo mais cravo-da-índia na concentração testada teve menor controle na população adulta e jovem (ninfas) em comparação com o nim, bem como menor controle sobre os ovos, o que justifica a ação mais lenta e menor E ao longo das quatro semanas de teste. Gonçalves *et al.* (2001), avaliando o uso de extrato de cravo-da-índia, verificaram que na concentração de 5% ocorreu a morte de 10,8% dos ovos, não houve mortalidade significativa de larvas e ninfas, e a morte de apenas 12,5% das fêmeas adultas de ácaro verde da mandioca. Esse resultado foi bem inferior comparado ao extrato de nim nas concentrações de 2,5% e 5% testado pelos autores. Simas *et al.* (2015) destacam que o limoneno, importante metabólito secundário das plantas com função inseticida e repelente do ataque de insetos, é o principal óleo essencial (presente em 30 a 97% do óleo) nas frutas cítricas e que este difere entre as espécies. Entre as 11 espécies do gênero *Citrus* estudadas, os autores identificaram que o limão-cravo possui baixa concentração de limoneno (65%) no óleo essencial e o menor rendimento (% m/m) de óleo essencial na casca (0,68%). O maior rendimento de limoneno (superior a 77%) e óleo essencial (superior a 1,50%) foi encontrado na casca de laranja e de bergamota. A baixa concentração de limoneno no limão-cravo também pode ser um fator importante na baixa E (< 50%) encontrada após as duas primeiras aplicações do extrato de limão-cravo mais cravo-da-índia.

Na Tabela 2 é apresentada a relação número médio de pulgões por folha/área foliar média (P/A), que indica a variação da densidade populacional do pulgão durante o período de avaliação do experimento. Os dados mostram a efetividade do nim no controle dos pulgões, mantendo muito baixa a densidade populacional ( $P/A \leq 0,01$  pulgões/cm<sup>2</sup>) já uma semana após a primeira aplicação. De forma semelhante, Pissinati e Ventura (2015), verificaram que o óleo de nim proporcionou altas porcentagens de mortalidades do pulgão *Brevicoryne brassicae*. Carvalho *et al.* (2008), com o produto comercial Nim-I-Go, observaram que após 48 horas de pulverização houve a mortalidade de 91,6, 90,0 e 96,7%, nas concentrações de 0,75, 1 e 2%, respectivamente. Em casa de vegetação, o óleo das sementes a 1% proporcionou eficiência de

90% no controle dessa espécie de pulgão após um período de 14 dias, no qual três aplicações foram feitas.

**Tabela 2.** Área foliar média, número médio de pulgões por folha e relação número médio de pulgões por folha/área foliar média avaliada nos diferentes tratamentos.

Trat. <sup>1</sup>	AF <sup>2</sup>	21/10 <sup>3</sup>	P/A <sup>4</sup>	28/10 <sup>3</sup>	P/A <sup>4</sup>	04/11 <sup>3</sup>	P/A <sup>4</sup>	11/11 <sup>3</sup>	P/A <sup>4</sup>	17/11 <sup>3</sup>	P/A <sup>4</sup>
Nim	87,5	80,6	0,92	0,9	0,01	0,2	<0,01	1,8	0,02	0,6	0,01
Limão	94,0	72,5	0,77	84,9	0,90	29,7	0,32	10,8	0,11	2,1	0,02
Água	82,6	62,1	0,75	70,3	0,85	57,7	0,70	39,4	0,48	10,4	0,13

<sup>1</sup>Tratamento; <sup>2</sup>Área foliar média (cm<sup>2</sup>); <sup>3</sup>Número médio de pulgões por folha; <sup>4</sup>P/A: relação número médio de pulgões por folha/área foliar média (pulgões/cm<sup>2</sup>).

Embora a relação P/A do extrato de limão-cravo mais cravo-da-índia foi inferior à testemunha química (extrato de nim), foi possível observar proximidade com o efeito do nim após a quarta aplicação, cuja relação P/A foi 0,02 em 17/11/2022. Segundo Rosa (2010), o limoneno ou o extrato bruto das plantas cítricas têm sido trabalhados no mercado devido à ação repelente. Estas substâncias podem apresentar atividade por penetração via cutícula do inseto (efeito de contato), através do sistema respiratório (efeito repelente) e/ou através do aparelho digestivo (efeito de ingestão). Ferrarini *et al.* (2008a), observaram o potencial inseticida do limoneno aplicado com sucesso para o controle de insetos parasitoides de animais domésticos. Os autores Ibrahim *et al.* (2001) e Ferrarini *et al.* (2008b) também destacam valores superiores de derivados aminados do limoneno em comparação ao fármaco de referência (pentamidina). Para os derivados aminoálcoois, também é identificada a eficiência contra as larvas e ovos de carrapato *Rhipicephalus boophilus*, destacando a ação do limoneno como excelente para o desenvolvimento de novos agentes carrapaticidas que inibem o desenvolvimento desse parasita em 100%.

Martins (2016) estudou o efeito inseticida da laranja doce (*Citrus sinensis*) e do limão siciliano (*Citrus limon*) na cochonilha-branca (*Dysmicoccus brevipes*). As concentrações letais CL50 e CL90 para o óleo de laranja doce foram de 2,21% e 3,55% e, para o óleo de limão siciliano, foram de 0,72% e 2,91%, respectivamente. Os óleos de laranja doce e limão siciliano demonstraram ser promissores no controle de *D. brevipes*. Jorge (2017) analisou a atividade

moluscicida do óleo essencial extraído da casca de limão siciliano, o qual alcançou um ótimo resultado frente ao controle do caramujo *Biomphalaria glabrata*, mostrando que sua concentração letal 50% (CL50) foi de 13,18 mg/L. A Organização Mundial da Saúde (OMS) indica que uma planta só deve ser considerada moluscicida quando ocorre a mortalidade da praga nas concentrações iguais ou inferiores a 20 mg/L para extratos e que possam ser submetidos a ensaios de campo.

É importante destacar que durante o uso do extrato de limão-cravo mais cravo-da-índia foi observada ocorrência de fumagina na superfície das folhas de morangueiro (Figura 10). A fumagina consiste em uma massa de esporos escuros do fungo *Capnodium citri*, que se desenvolve sobre as excretas açucaradas dos pulgões, chamadas popularmente de *honeydew*. Essa massa de esporos prejudica a absorção de luz, a respiração e a transpiração da planta (LEDERMAN *et al.*, 2021). As condições ideais para o desenvolvimento ótimo de fungos são o pH do meio entre 5,0 e 6,0, e disponibilidade de açúcar. A alta umidade relativa do ar e a temperatura elevada também são condições que favorecem o desenvolvimento do fungo *Capnodium citri* (MELO e ANDRADE, 2007). O pH do extrato de limão-cravo mais cravo-da-índia, naturalmente mais ácido devido à presença do ácido cítrico, pode ter favorecido o desenvolvimento do fungo.

**Figura 10.** No tratamento de limão-cravo mais cravo-da-índia ocorreu fumagina. Fonte: A autora.



## 5 CONCLUSÃO

O extrato de limão-cravo mais cravo-da-índia apresentou segurança para ser aplicado no cultivo aquapônico, haja vista que na dose testada não foi observada interferência sobre a saúde dos peixes. Não foi feita análise nem biometria durante o tempo do processo de aplicação do tratamento do limão-cravo mais cravo-da-índia. Visualmente, o tratamento de limão-cravo mais cravo-da-índia não afetou a locomoção (nado) e a alimentação dos peixes.

O extrato de limão-cravo mais cravo-da-índia mostrou eficiência limitada no combate do pulgão, pois a ação do produto foi observada somente após a terceira semana de aplicação, com eficiência superior a 70%, porém inferior ao extrato de nim. Recomenda-se testar o extrato de limão-cravo mais cravo-da-índia em concentração maior para verificar o efeito sobre a população de pulgões.

Devido à eficiência limitada no controle do pulgão e à ocorrência de fumagina nas plantas, o extrato de limão-cravo mais cravo-da-índia necessita ser mais estudado para ter o seu uso recomendado na agricultura e aquaponia.

## 6 REFERÊNCIAS

AFFONSO, R. S. **Aspectos químicos e biológicos do óleo essencial de cravo-da-índia.** Disponível em: <<http://www.uff.br/rvq>>. Acesso em 08 de maio 2024. **Aspectos Químicos e Biológicos do Óleo Essencial de Cravo da Índia.** Affonso, R. S.; Rennó, M. N.; Slana, G. B. C. A.; França, T. C. C.\**Rev. Virtual Quim.*, 2012, 4 (2), 146-161. Data de publicação na Web: 14 de maio de 2012.

AHMAD, M. M.; REHMAN, S.; IQBAL, Z.; ANJUM, F. M.; SULTAN, J. I. Genetic variability to essential oil composition in four *Citrus* fruit species. **Pakistan Journal of Botany**, Karachi, v. 38, n. 2, p. 319-324, 2006. Acesso em: 08 MAIO 2023.

AQUAPONIA MINEIRA. **Como matar pulgões em sua horta/how to kill aphids in your garden.** 2020. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=c-GkZQwHFNY&t=614s>>. Acesso em: 22 de mar. 2022.

ARAÚJO. E. S. **Afídeos associados à cultura do morango na região metropolitana de Curitiba -PR Biologia de *Aphis forbesi* Weed, 1889** - Dissertação mestrado Ciência Programa de Pós Graduação em Agronomia, Área de concentração em Produção Vegetal Departamento de Fitotecnia e Fitossanitaríssimo, setor de Ciências, Universidade Federal do Paraná - Curitiba 2012.

ARAÚJO, J. S. F.; FEITOZA, J.V.F.; QUEIROGA, I, M.B.N, DANTAS, C.O; CAVALCANTI, M.; T. **Características dos óleos essenciais de citrus: um potencial subproduto agroindustrial** - Congresso dos Semiáridos Condes, 2016. Disponível em: [https://editorarealize.com.br/editora/anais/conidis/2016/trabalho\\_ev064\\_md1\\_sa1\\_id1556\\_21102016151343.pdf](https://editorarealize.com.br/editora/anais/conidis/2016/trabalho_ev064_md1_sa1_id1556_21102016151343.pdf)

BARUZZI, G. et al. Updates on Italian Strawberry breeding programs coordinated by CREA-FRF. **Acta Horticulturae**, Haia, v. 1156, n. 1, p. 179-184, 2017.

BERNARDI, D; BOTTON, M.; GARCIA, M. S; CUNHA, U. S.; NAVA, D. E. **Biotecnologia, monitoramento e controle de *Chaetosiphon fragaefolli* (Cockerell, 1901) (Hemiptera: Aphididae) na cultura do morangueiro.** Circular Técnica 84, Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2011. 8 p.

BERNARDI, D.; BOTTON, M; NAVA, D. E.; ZAWADNEAK. M. A. C. **Guia para identificação e monitoramento de pragas e seus inimigos naturais em morangueiro.** Embrapa: Brasília (DF), 2015. 46 p.

BOTTON, M. *et al.* **Manejo de pragas na cultura do morangueiro.** In: Simpósio nacional do morango, V e encontro sobre pequenas frutas e frutas nativas do Mercosul, 2010. Resumo... Pelotas, RS. p. 23-29.

CARNEIRO, P. C. F. *et al.* **Produção integrada de peixes e vegetais em Aquaponia.** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros: Aracaju, 2015. 27 p.

CARVALHO, G. A.; SANTOS, N. M.; PEDROSO, E. C.; TORRES, A. F. Eficiência do óleo de nim (*Azadirachta indica* A. Juss) no controle de *Brevicoryne brassicae* (L.) e *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) em couve-manteiga Brassicaceae oleácea L. var. *acephala*. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 75, n. 2, p.181-186, 2008.

CARVALHO, L.M.; BUENO, V.H.P.; MARTINEZ, R. Levantamento de Afídeos Alados em Plantas Hortícolas em Lavras-MG. **Ciência e Agro tecnologia**, Lavras, v.26, n.3, p.523-532, 2002.

CORREIA, B. R. S. **Aquaponia rural**. Brasília, 2018. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Desenvolvimento Rural) do Programa de Pós-graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento Rural, da Faculdade UnB Planaltina, da Universidade de Brasília (UnB), 2018.

DIVER, S. **Aquaponics**: Integration of hydroponics with aquaculture. National Sustainable Agriculture Information Service/ATTRA, 2006.

DUARTE, R.P.M. **Projeto de um sistema de aquaponia para regiões urbanas federal de Rio Grande do Sul do Brasil** - PCC - 65FLS - Graduação Agroindustrial Agroquímica - Santo Antônio da Patrulha – 2018.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Agrometeorologia - Bento Gonçalves/RS**. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/uva-e-vinho/dados-meteorologicos/bento-goncalves>>. Acesso em: 04 jun. 2024.

FAGHERAZZI, A. F. et al. **Genótipos de morangos italianos com potencial de cultivo no Brasil**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 22., 2012, Bento Gonçalves. Anais... Bento Gonçalves: SBF, 2012.

FERRARINI, S.R., DUARTE, M.O., ROSA, R.G., ROLIM, V., EIFLER-LIMA, V.L., VON POSER, G., RIBEIRO, V.L. Acaricidal activity of limonene, limonene oxide and-amino alcohol derivatives on *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. **Veterinary Parasitology**, v.157, p.149-153, 2008a.

FERRARINI, S.R.; GRAEBIN, C.S.; LIMBERGER, J.; CANTO, R.F.S., DIAS, D.O.; ROSA, R.G., MADEIRA, M.F.; EIFLER-LIMA, V.L. Synthesis of limonene-amino alcohol derivatives in support of new antileishmanial therapies. **Mem Inst Oswaldo Cruz**, v. 103(8), p. 773-777, 2008b.

GONÇALVES, M. E. C.; OLIVEIRA, J. V.; BARROS, R.; TORRES, J. B. Efeito de extratos vegetais sobre estágios imaturos e fêmeas adultas de *Mononychellus tanajoa* (Bondar) (Acari: Tetranychidae). **Neotropics entomology**, v. 30, n. 2, p. 305 - 309, 2001.

HUNDLEY, G. M. C. *et al.* Aproveitamento do efluente da produção de tilápia do Nilo para o crescimento de manjeriço (*Origanum basilicum*) e manjerona (*Origanum majorana*) em sistemas de Aquaponia. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 3, n. 1, p. 51-55, 2013.

IBRAHIM, M. A., PIRJO, K., AFLATUNI A., TIILIKKALA K., HOLOPAINEN, J.K., Insecticidal activity and phytotoxicity of essential oils: Withspecial reference to limonene

and its suitability for control of insect pests. **Agricultural and Food Science in Finland**, v. 10, p. 243 – 259, 2001.

INOUE-NAGATA, A. K.; NAGATA, T. Distribuidor de vírus. **Revista Cultivar Hortalças e Frutas**, n. 16, 2002.

JORGE, Natalia Athan. **Estudo químico e avaliação da atividade moluscicida do óleo essencial de *Citrus limon* L. (limão) frente ao caramujo transmissor da esquistossomose (*Biomphalaria glabrata*)**. Orientador: ..... 2017. 69f. Monografia. Universidade Federal do Maranhão Centro de Ciências Exatas e Tecnologia Curso Química Industrial. Maranhão, 2017.

JUNIOR, M.R.M; PASTORE, G.M. Biotransformação de Limoneno: Uma Revisão das Principais Rotas Metabólicas. **Química Nova**, v.30, n.2, p.382-387, 2007. Disponível em:<[www.scielo.br/pdf/0D/qn/v30n2/26.pdf](http://www.scielo.br/pdf/0D/qn/v30n2/26.pdf)>. Acesso em: 17 mar. 2023.

KAEWSUKSAENG, S.; URANO, Y.; AIAMLA-OR, S.; SHIGYO, M.; YAMAUCHI, N. Effect of UV-B irradiation on chlorophyll-degrading enzyme activities and postharvest quality in stored time (*Citrus latifolia* Tan.) fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v. 61, n. 2-3, p. 124-130, 2011.

Katis N I, Tsitsipis J A, Stevens M, Powell G (2007) **Transmission of Plant Viruses**, p. 353-390. In

KUBITZA, F. **Qualidade da Água na produção de peixes – Parte II**. Panorama da Aquicultura, Rio de Janeiro, março/abril de 1998. Disponível em: <<https://panoramadaaquicultura.com.br/qualidade-da-agua-na-producao-de-peixes-parte-ii/>>. Acesso em: 04 jun. 2024.

LEDERMAN, I. E. et al. **Doenças**. Embrapa Terra Mata Sul Pernambucana. 2021. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/territorios/territorio-mata-sul-pernambucana/atividades-economicas/cultivos/fruticultura/sapoti/doencas>>. Acesso em: 25 abr. 2024.

MARTINS, G. S. O. **Caracterização química e atividade inseticida de óleos essenciais cítricos sobre *Dysmicoccus brevipes* (Cockerell, 1893) (Hemiptera: Pseudococcidae)**. Universidade Federal do Espírito Santo - Centro de Ciências Agrárias Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal Citrus. 2016.

MELO, M. B.; ANDRADE, L. N. T. **Principais doenças da citricultura em Sergipe e seu controle**. Embrapa Publicações, Capítulo 8, p. 71 – 86, 2007.

MENDONÇA, A. J. T. **Toxicidade oral de inseticidas derivados do nim sobre a abelha africanizada *Aphis mellifera* (Hymenoptera: Apidae)**. 32 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Agronomia). Universidade Federal de Campina Grande Centro de Ciências e Tecnologia Alimentar, 2021.

NAKANO, O., S. SILVEIRA NETO & R. A. ZUCCHI. **Entomologia econômica**. Ceres, São Paulo, 1981. 314 p.

NEVES, B. P.; OLIVEIRA, I. P.; MOHN, J. C. **Cultivo e utilização do Nim Indiano**. Embrapa Arroz e Feijão, Circular Técnica 62, Santo Antônio de Goiás (GO), 2003, 12p.

PISSINATI, A. VENTURA, M. U. Control of cabbage aphid *Brevicoryne brassicae* (L.) using kaolin and nem oil. **Journal of Entomology**, New York, v. 12, n. 1, p.48-54, 2015. *Cultura Agrônômica, Ilha Solteira*, v.26, n.4, p.492-501, 2017 500

RAKOCY, J. E.; MASSER, M.; LOSORDO, T. **Recirculating aquaculture tank production systems: aquaponics-integrating fish and plant culture**. SRAC Publication, Beltsville, v. 454, p. 1-16, 2006.

RAKOCY, J. E. Ten Guidelines for Aquaponics Systems. **Aquaponics Journal**. v.46: 14-17, 2007.

REISSER JÚNIOR, C.; ANTUNES, L.E.C.; RADIN, B. **Produção de morango**. In: V SIMPÓSIO DO MORANGO. IV ENCONTRO SOBRE PEQUENAS FRUTAS E FRUTAS NATIVAS DO MERCOSUL. Livro de Palestras e Resumos... Pelotas, Embrapa Clima Temperado, 216 p., 2010.

ROSA. J. D. **Atividade repelente e sistemas nanoestruturados desenvolvidos com Limoneno**: Revisão. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Farmácia. Porto Alegre, junho de 2010. 21 p.

SANÓ, Lamine. **Densidade de plantio e horas de frio na cultura do morangueiro**. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade do Estado de Santa Catarina, UDESC. 100 p. Lages, SC, 2022.

SIMAS, D. L. R.; AMORIM, S. H. B. M.; OLIVEIRA, J. M.; ALVIANO, D. S.; SILVA, A.J., R. Caracterização dos óleos essenciais de frutas cítricas. **Citrus Research & Technology**, Cordeirópolis, v.36, n.1, p.15 - 26, 2015.

SIMÕES, C. M. SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G. MELLO, J. C.; MENTZ, L. A. PETROVICK, P. R. **Farmacognosia: da planta ao medicamento** 6a. ed. UFRGS: Porto Alegre, 2007.

SOUZA, A. P. VENDRAMIM, J. D. Efeito translaminar sistêmico e de contato de extratos de semente de nim sobre *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B em tomateiro. **Neotropical Entomology**, v. 34, n. 1, p. 83-87, 2005.

SOMERVILLE, C. *et al.* **Small-scale aquaponic food production: integrated fish and plant farming**. Fisheries and aquaculture technical paper 589. FAO: Rome, 2014. 288p.

TYSON, R. V.; TREADWELL, D. D.; SIMONNE, E. H. Opportunities and Challenges to Sustainability in Aquaponic Systems. **HortTechnolog**, 21 (1). 2011.